

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВПО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**А.И. ОРЛОВ, Е.В. ЛУЦЕНКО, В.И. ЛОЙКО**

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ  
КОНТРОЛЛИНГА**

Под научной редакцией профессора С.Г. Фалько



**КРАСНОДАР 2015**

УДК 005.521:633.1]:004.8

ББК 65.9(2) 325.1

РЕЦЕНЗЕНТ:

**Г.А. Аршинов**

Доктор технических наук, кандидат физико-математических наук,  
профессор кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского  
государственного аграрного университета, Краснодар, Россия

**Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И.**

**О-66** Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф.С.Г.Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с.

В монографии, состоящей из двух взаимосвязанных примерно равных по объему частей, рассматриваются перспективные математические и инструментальные методы контроллинга.

1-я часть, включающая 4 главы, посвящена высоким статистическим технологиям в контроллинге. В ней раскрываются следующие вопросы: что такое контроллинг, контроллинг методов, общий взгляд на математические и инструментальные методы контроллинга, конкретные области математических и инструментальных методов контроллинга, экономико-математическая поддержка контроллинга.

2-я часть включает 8 глав и содержит краткое описание нового перспективного инструмента контроллинга: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и раскрывает возможности его применения в ряде предметных областей: в контроллинге научной и образовательной деятельности, knowledge management и информационной безопасности самообучающейся организации, бенчмаркинге торговой фирмы, управлении технологическими знаниями в производственной фирме, управлении персоналом фирмы путем решения обобщенной задачи о назначениях, прогнозировании рисков автострахования (андеррайтинг), количественном автоматизированном SWOT- и PEST-анализе средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++».

Некоторые мысли, излагаемые в монографии, носят спорный и дискуссионный характер и высказаны в порядке научного обсуждения.

Сп. лит. 843 наим., 120 рис., 85 табл.

**ISBN 978-5-94672-923-9**

© А.И. Орлов, Е.В. Луценко, В.И.Лойко, 2015

© ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |            |
|--|------------|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>   | <b>9</b>   |
| <b>ЧАСТЬ 1-Я. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТРОЛЛИНГЕ .....</b>   | <b>11</b>  |
| <b>ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ. ЧТО ТАКОЕ КОНТРОЛЛИНГ. КОНТРОЛЛИНГ МЕТОДОВ .....</b>   | <b>11</b>  |
| <b>ГЛАВА 2. ОБЩИЙ ВЗГЛЯД НА МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ<br/>КОНТРОЛЛИНГА .....</b>  | <b>26</b>  |
| <b>ГЛАВА 3. КОНКРЕТНЫЕ ОБЛАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ<br/>КОНТРОЛЛИНГА .....</b>  | <b>73</b>  |
| <b>ГЛАВА 4. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА КОНТРОЛЛИНГА.....</b>   | <b>163</b> |
| <b>ЧАСТЬ 2-Я. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ В<br/>КОНТРОЛЛИНГЕ.....</b>   | <b>234</b> |
| <b>ГЛАВА 5. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ КАК<br/>ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЛИНГА .....</b>                             | <b>234</b> |
| <b>ГЛАВА 6. КОНТРОЛЛИНГ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>  | <b>266</b> |
| <b>ГЛАВА 7. KNOWLEDGE MANAGEMENT И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ<br/>САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИИ .....</b>                                       | <b>362</b> |
| <b>ГЛАВА 8. БЕНЧМАРКИНГ В ТОРГОВОЙ ФИРМЕ .....</b>   | <b>385</b> |
| <b>ГЛАВА 9. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЗНАНИЯМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ<br/>ФИРМЕ.....</b>   | <b>411</b> |
| <b>ГЛАВА 10. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ ФИРМЫ ПУТЕМ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЕННОЙ<br/>ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ.....</b>  | <b>440</b> |
| <b>ГЛАВА 11. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ АВТОСТРАХОВАНИЯ (АНДЕРРАЙТИНГ).....</b>  | <b>463</b> |
| <b>ГЛАВА 12. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ SWOT- И PEST-АНАЛИЗ<br/>СРЕДСТВАМИ АСК-АНАЛИЗА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС-Х++» .....</b> | <b>491</b> |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>   | <b>528</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>  | <b>531</b> |

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>ЧАСТЬ 1-Я. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТРОЛЛИНГЕ .....</b>   | <b>11</b> |
| <b>ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ. ЧТО ТАКОЕ КОНТРОЛЛИНГ. КОНТРОЛЛИНГ МЕТОДОВ .....</b>   | <b>11</b> |
| 1.1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕРМИНОВ И ВЗАИМОСВЯЗЬ ПОНЯТИЙ.....   | 12        |
| 1.2. БАЗОВАЯ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....  | 15        |
| 1.3. АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО<br>МОДЕЛИРОВАНИЯ .....   | 17        |
| 1.4. ПРИМЕНЕНИЕ КОНКРЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ<br>ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОДУКЦИИ .....  | 20        |
| 1.5. СТЭЭП-ФАКТОРЫ И МОДЕЛИРОВАНИЕ РИСКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ.....   | 21        |
| 1.6. НЕОБХОДИМОСТЬ УЧЕТА ИНФЛЯЦИИ ПРИ АНАЛИЗЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ<br>.....  | 23        |
| <b>ГЛАВА 2. ОБЩИЙ ВЗГЛЯД НА МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ<br/>КОНТРОЛЛИНГА .....</b>  | <b>26</b> |
| 2.1. НОВАЯ ПАРАДИГМА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ЭКОНОМИКИ .....  | 26        |
| 2.1.1. Основные понятия.....   | 26        |
| 2.1.2. Разработка новой парадигмы.....   | 28        |
| 2.1.3. Сравнение старой и новой парадигм .....   | 29        |
| 2.2. УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА, ПОДГОТОВЛЕННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С НОВОЙ ПАРАДИГМОЙ.....   | 32        |
| 2.3. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ.....  | 34        |
| 2.3.1. Статистические технологии .....   | 36        |
| 2.3.2. Проблема «стыковки» алгоритмов.....   | 37        |
| 2.3.3. Термин «высокие статистические технологии».....   | 39        |
| 2.3.4. Всегда ли нужны «высокие статистические технологии»?.....   | 40        |
| 2.3.5. Основная проблема в области статистических технологий.....  | 43        |
| 2.3.6. Необходимость высоких статистических технологий .....   | 44        |
| 2.3.7. Институт высоких статистических технологий и эконометрики.....  | 46        |
| 2.3.7. Эконометрика при решении задач экономики, организации производства и контроллинга.....  | 51        |
| 2.3.8. О подготовке специалистов по высоким статистическим технологиям.....  | 56        |
| 2.4. ТОЧКИ РОСТА СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ .....  | 57        |
| 2.4.1. Непараметрическая статистика.....   | 59        |
| 2.4.2. Устойчивость (робастность) статистических процедур.....   | 60        |
| 2.4.3. Компьютерно-статистические технологии.....  | 61        |
| 2.4.4. Статистика интервальных данных.....   | 64        |
| 2.4.5. Статистика объектов нечисловой природы как центральная часть прикладной<br>статистики .....   | 66        |
| 2.4.6. Основные идеи статистики объектов нечисловой природы .....  | 69        |
| 2.4.7. Другие точки роста .....  | 72        |
| <b>ГЛАВА 3. КОНКРЕТНЫЕ ОБЛАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ<br/>КОНТРОЛЛИНГА .....</b>  | <b>73</b> |
| 3.1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ .....  | 73        |
| 3.1.1. Параметрические и непараметрические гипотезы.....   | 75        |
| 3.1.2. Место непараметрической статистики в истории прикладной статистики .....  | 83        |
| 3.1.3. Три основные области непараметрической статистики.....  | 87        |
| 3.1.3.1. Сопоставление параметрических и непараметрических методов анализа данных.....   | 87        |
| 3.1.3.2. Ранговые статистические методы.....   | 89        |
| 3.1.3.3. Непараметрические оценки функций .....  | 89        |
| 3.1.3.4. О развитии непараметрической статистики .....   | 90        |
| 3.2. ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫВОДОВ В МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ ЭКОНОМИКИ .....   | 91        |
| 3.2.1. Основные понятия и базовые положения подхода к изучению устойчивости выводов в<br>математических моделях социально-экономических явлений и процессов..... | 92        |
| 3.2.2. Общая схема устойчивости.....   | 94        |
| 3.2.3. Устойчивость по отношению к неопределенностям исходных данных.....  | 98        |
| 3.2.4. Устойчивость к изменению объема данных (объема выборки).....  | 98        |
| 3.2.5. Устойчивость (робастность) к изменению распределений данных.....  | 99        |
| 3.2.6. Устойчивость по отношению к допустимым преобразованиям шкал измерения .....   | 101       |
| 3.2.7. Нечисловая статистика как часть теории устойчивости.....  | 103       |

|  |            |
|--|------------|
| 3.2.8. Устойчивость по отношению к временным характеристикам (моменту начала реализации проекта, горизонту планирования) ..... | 104        |
| 3.2.9. Устойчивость в моделях конкретных процессов управления промышленными предприятиями.....                                 | 108        |
| 3.2.10. Устойчивость характеристик инвестиционных проектов к изменению коэффициентов дисконтирования с течением времени .....  | 109        |
| <b>3.3. ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - ИНСТРУМЕНТЫ КОНТРОЛЛИНГА.....</b>  | <b>111</b> |
| 3.3.1. Методы статистических испытаний (Монте-Карло).....  | 112        |
| 3.3.2. Датчики псевдослучайных чисел.....  | 114        |
| 3.3.3. Имитационное моделирование.....   | 116        |
| 3.3.4. Методы размножения выборок (бутстреп-методы).....   | 117        |
| 3.3.5. Автоматизированный системно-когнитивный анализ.....   | 121        |
| 3.3.6. Компьютерная статистика в контроллинге.....   | 122        |
| 3.3.7. Статистические пакеты – инструменты исследователя.....  | 125        |
| <b>3.4. ОСНОВЫ СТАТИСТИКИ ИНТЕРВАЛЬНЫХ ДАННЫХ.....</b>   | <b>129</b> |
| 3.4.1. О развитии статистики интервальных данных.....  | 130        |
| 3.4.2. Основные идеи статистики интервальных данных.....   | 134        |
| 3.4.3. Основные результаты в вероятностной модели .....  | 137        |
| 3.4.4. Рациональный объем выборки.....   | 138        |
| 3.4.5. Оценивание математического ожидания.....  | 139        |
| 3.4.6. Оценивание дисперсии.....   | 141        |
| 3.4.7. Статистика интервальных данных в прикладной статистике .....  | 142        |
| <b>3.5. О РАЗВИТИИ СТАТИСТИКИ НЕЧИСЛОВЫХ ДАННЫХ.....</b>   | <b>146</b> |
| 3.5.1. Послевоенное развитие отечественной статистики.....   | 146        |
| 3.5.2. Краткая история статистики объектов нечисловой природы .....  | 150        |
| 3.5.3. Основные идеи и направления статистики объектов нечисловой природы.....   | 153        |
| 3.5.4. О некоторых нерешенных проблемах нечисловой статистики.....   | 158        |
| <b>ГЛАВА 4. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА КОНТРОЛЛИНГА.....</b>   | <b>163</b> |
| <b>4.1. ЭКОНОМЕТРИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА КОНТРОЛЛИНГА.....</b>   | <b>163</b> |
| 4.1.1. Термин «эконометрика».....  | 163        |
| 4.1.2. Эконометрика и контроллинг.....   | 165        |
| 4.1.3. Высокие эконометрические технологии и их возможности для решения задач управления и контроллинга.....                   | 168        |
| 4.1.4. Эконометрика в работах отечественных контроллеров.....  | 174        |
| 4.1.5. Эконометрика в производственном менеджменте .....   | 176        |
| 4.1.6. Анализ ситуации с помощью системы показателей .....   | 179        |
| 4.1.7. Эконометрика при обучении контроллеров.....   | 182        |
| 4.1.8. Содержание обучения эконометрике .....  | 187        |
| 4.1.9. Внешняя среда эконометрики .....  | 191        |
| <b>4.2. ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЛИНГА ....</b>                                     | <b>193</b> |
| 4.2.1. Болезни роста.....  | 194        |
| 4.2.2. Будущее прикладной статистики.....  | 199        |
| 4.2.3. Применение статистических методов как вид инженерной деятельности .....   | 202        |
| 4.2.4. Государственные стандарты по статистическим методам в соотношении с современной математической статистикой.....         | 204        |
| 4.2.5. О статусе документов по статистическим методам стандартизации и управления качеством продукции.....                     | 207        |
| 4.2.6. «Шесть сигм» - новая система внедрения перспективных математических и инструментальных методов контроллинга.....        | 211        |
| <b>4.3. ЭКСПЕРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ - ВАЖНАЯ СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ИНСТРУМЕНТАРИЯ КОНТРОЛЛИНГА.....</b>                                    | <b>217</b> |
| 4.3.1. Классические методы экспертных оценок .....   | 220        |
| 4.3.2. Научные результаты мирового уровня.....   | 221        |
| 4.3.3. Итоги первого этапа работы семинара.....  | 222        |
| 4.3.4. Восемьдесятые годы.....   | 223        |
| 4.3.5. Экспертные оценки и статистика нечисловых данных.....   | 224        |
| 4.3.6. Современный этап развития экспертных оценок.....  | 227        |
| 4.3.7. О многообразии экспертных технологий.....   | 229        |
| 4.3.8. Экспертное оценивание вероятностей редких событий .....   | 232        |
| <b>ЧАСТЬ 2-Я. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ В КОНТРОЛЛИНГЕ.....</b>   | <b>234</b> |

|   |            |
|---|------------|
| <b>ГЛАВА 5. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЛИНГА .....</b>  | <b>234</b> |
| 5.1. КРАТКО ОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОМ АНАЛИЗЕ.....   | 234        |
| 5.1.1. <i>Что же такое АСК-анализ?</i> .....  | 234        |
| 5.1.2. <i>Работы каких ученых сыграли большую роль в создании АСК-анализа?</i> .....  | 235        |
| 5.1.3. <i>Кем и когда создан АСК-анализ?</i> .....  | 236        |
| 5.1.4. <i>Что включает АСК-анализ?</i> .....  | 237        |
| 5.1.5. <i>Какие ученые принимали и сейчас принимают участие в развитии АСК-анализа?</i> .....   | 238        |
| 5.1.6. <i>Каков индекс цитирования ученых, принимающих участие в развитии АСК-анализа?</i> .....  | 238        |
| 5.1.7. <i>Сколько докторских и кандидатских диссертаций защищено с применением АСК-анализа и в каких областях науки?</i> .....                            | 238        |
| 5.1.8. <i>Сколько грантов РФФИ и РГНФ выполнено и выполняется с применением СК-анализа?</i> .....   | 239        |
| 5.1.9. <i>Сколько монографий, патентов, публикаций входящих в Перечень ВАК есть по АСК-анализу?</i> .....   | 241        |
| 5.1.10. <i>В каких областях уже применялся АСК-анализ?</i> .....  | 241        |
| 5.1.11. <i>В каких областях может применяться АСК-анализ?</i> .....   | 242        |
| 5.1.12. <i>Internet-ссылки по АСК-анализу</i> .....   | 242        |
| 5.1.13. <i>О плагиаторах, использующих работы по АСК-анализу, находящиеся в Internet в открытом доступе</i> .....   | 242        |
| 5.2. О ЦЕЛЯХ ОРГАНИЗАЦИИ, ФУНКЦИЯХ КОНТРОЛЛИНГА И ЕГО РОЛИ В ДОСТИЖЕНИИ ЭТИХ ЦЕЛЕЙ ....   | 243        |
| 5.3. ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЕНЕДЖЕРА И МЕСТО АСК-АНАЛИЗА В ЭТОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....  | 250        |
| 5.4. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОГО АНАЛИЗА В КОНТРОЛЛИНГЕ (МЕТРИЗАЦИЯ ШКАЛ) .....   | 252        |
| <b>ГЛАВА 6. КОНТРОЛЛИНГ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....</b>   | <b>266</b> |
| 6.1. КРАТКИЕ ЗАМЕЧАНИЯ ПО КОНТРОЛЛИНГУ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....   | 266        |
| 6.2. КОНТРОЛЛИНГ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....  | 267        |
| 6.2.1. <i>Web-портал по УМК в составе сайта университета: актуальность и возможность создания</i> .....   | 267        |
| 6.2.1.1. Структура учебно-методического комплекса (УМК) .....   | 267        |
| 6.2.1.2. Требования к учебно-методическому комплексу (УМК) и к доступу к нему.....  | 268        |
| 6.2.1.3. Проблемы, возникающие при разработке учебно-методических комплексов (УМК) и при обеспечении доступа к ним.....                                   | 269        |
| 6.2.1.4. Функционально-стоимостной анализ затрат на решение проблем .....   | 269        |
| 6.2.1.5. Традиционный подход к решению проблем и оценка степени его соответствия предъявляемым требованиям.....   | 271        |
| 6.2.1.6. Требования к современному методу решения поставленных проблем.....   | 271        |
| 6.2.1.7. Идея и концепция предлагаемого решения проблем .....   | 272        |
| 6.2.1.8. Функциональное описание web-портала по УМК в составе сайта университета .....  | 272        |
| 6.2.1.9. Обобщенная структура web-портала по УМК.....   | 274        |
| 6.2.1.10. Работы и ресурсы, необходимые для создания web-портала по УМК.....  | 274        |
| 6.2.1.11. Работы и ресурсы, необходимые для эксплуатации и развития web-портала по УМК .....  | 275        |
| 6.2.1.12. Оценка социально-экономической эффективности web-портала по УМК.....  | 276        |
| 6.2.1.13 Выводы.....  | 276        |
| 6.2.2. <i>Применение АСК-анализа для сопоставимой оценки эффективности вузов</i> .....  | 277        |
| 6.2.2.1. Формулировка проблемы.....   | 277        |
| 6.2.2.2. Авторский подход к решению проблемы.....   | 279        |
| 6.2.2.2.1. Идея предлагаемого решения проблемы .....  | 279        |
| 6.2.2.2.2. Автоматизированный системно-когнитивный анализ и интеллектуальная система «Эйдос» как инструментальный решения проблемы .....                  | 280        |
| 6.2.2.2.3. Частные критерии университетского рейтинга Гардиан .....   | 290        |
| 6.2.2.3. Численный пример .....   | 292        |
| 6.2.2.3.1. Источники исходных данных .....  | 292        |
| 6.2.2.3.2. Подготовка исходных данных для системы «Эйдос».....  | 293        |
| 6.2.2.3.3. Установка системы «Эйдос» .....  | 299        |
| 6.2.2.3.4. Ввод исходных данных в систему «Эйдос» с помощью одного и ее программных интерфейсов .....   | 300        |
| 6.2.2.3.5. Синтез и верификация многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан, учитывающей направления подготовки..... | 306        |
| 6.2.2.3.6. Наглядное отображение подматриц системно-когнитивных моделей университетского рейтинга Гардиан в виде когнитивных функций .....                | 312        |
| 6.2.2.3.7. Интегральный критерий и решение задачи оценки рейтинга вуза в системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан.....               | 318        |

|   |            |
|---|------------|
| 6.2.2.3.8. Исследование многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан, учитывающей направления подготовки.....           | 322        |
| 6.2.2.3.8.1. Автоматизированный количественный SWOT-анализ университетского рейтинга Гардиан.....   | 322        |
| 6.2.2.3.8.2. Информационные портреты классов и значений показателей университетского рейтинга Гардиан.....  | 324        |
| 6.2.2.3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ университетского рейтинга Гардиан.....   | 326        |
| 6.2.2.4. Интеграция различных рейтингов в одном «супер рейтинге» – путь к использованию рейтинга Гардиан для оценки российских вузов.....                   | 329        |
| 6.2.2.4.1. Пилотное исследование и Парето-оптимизация.....  | 329        |
| 6.2.2.4.2. Эксплуатация методики в адаптивном режиме.....   | 332        |
| 6.2.2.5. Выводы. Ограничения и перспективы.....   | 333        |
| 6.2.3. Двухуровневая АСУ качеством подготовки специалистов, как АСУ ТП в образовании.....   | 335        |
| 6.2.3.1. Проблема создания АСУ вузом и актуальность ее решения.....   | 335        |
| 6.2.3.2. Пути решения проблемы создания АСУ вузом.....  | 337        |
| 6.2.3.2.1. Проектирование АСУ вузом.....  | 337        |
| 6.2.3.2.2. Создание АСУ вузом.....  | 338        |
| 6.2.3.2.3. О коллективе, работающем над АСУ вузом.....  | 340        |
| 6.2.3.2.4. Основные принципы и направления работы над АСУ вузом.....  | 341        |
| 6.2.3.3. Понятие информатизации, ее цель и задачи.....  | 342        |
| 6.2.3.4. Направления информатизации.....  | 343        |
| 6.2.3.5. Приоритеты информатизации.....   | 344        |
| 6.2.3.6. Создание, развитие и поддержка информационной инфраструктуры.....  | 345        |
| 6.2.3.7. Необходимые мероприятия и порядок действий.....  | 346        |
| 6.2.3.8. Специфика применения АСУ в вузе.....   | 347        |
| 6.2.3.9. Двухконтурная модель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров.....   | 350        |
| 6.2.3.9.1. Концепция рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров и технология QFD (технология развертывания функций качества).....                     | 350        |
| 6.2.3.9.2. Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы Б: 1-й контур: "Образовательный процесс – студент".....                                  | 351        |
| 6.2.3.9.3. Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы А: 2-й контур: "Руководство вузом – образовательный процесс".....                        | 353        |
| 6.2.3.9.4. Двухконтурная модель и обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров.....  | 355        |
| 6.2.3.10. Двухуровневая рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров, как АСУ ТП в образовании: сходство и различие.....                                | 357        |
| 6.2.3.10.1. Цель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров.....  | 360        |
| 6.2.3.10.2. Структура окружающей среды рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров.....  | 360        |
| 6.2.3.10.3. Студент, как объект управления рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров.....  | 361        |
| <b>ГЛАВА 7. KNOWLEDGE MANAGEMENT И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИИ.....</b>   | <b>362</b> |
| 7.1. Создание инструментария для обеспечения информационной безопасности фирмы, как задача контроллинга.....  | 362        |
| 7.2. Когнитивная структуризация предметной области.....   | 365        |
| 7.3. Формализация предметной области.....   | 366        |
| 7.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области.....   | 372        |
| 7.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели..... | 379        |
| <b>ГЛАВА 8. БЕНЧМАРКИНГ В ТОРГОВОЙ ФИРМЕ.....</b>   | <b>385</b> |
| 8.1. Создание инструментария для бенчмаркинга в торговой фирме, как задача контроллинга.....  | 385        |
| 8.2. Когнитивная структуризация предметной области.....   | 389        |
| 8.3. Формализация предметной области.....   | 390        |
| 8.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области.....   | 396        |
| 8.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели..... | 405        |
| <b>ГЛАВА 9. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЗНАНИЯМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФИРМЕ.....</b>  | <b>411</b> |
| 9.1. Создание инструментария для управления технологическими знаниями в производственной фирме, как задача контроллинга.....                                | 411        |

|   |            |
|---|------------|
| 9.2. КОГНИТИВНО-ЦЕЛЕВАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....  | 416        |
| 9.3. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....  | 417        |
| 9.4. СИНТЕЗ, ВЕРИФИКАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ<br>ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....  | 423        |
| 9.5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, А ТАКЖЕ ИССЛЕДОВАНИЯ<br>ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ .....     | 433        |
| <b>ГЛАВА 10. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ ФИРМЫ ПУТЕМ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЕННОЙ<br/>ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ.....</b>   | <b>440</b> |
| 10.1. СОЗДАНИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ФИРМЫ, КАК ЗАДАЧА КОНТРОЛЛИНГА<br>.....   | 440        |
| 10.2. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....  | 446        |
| 10.3. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....   | 447        |
| 10.4. СИНТЕЗ, ВЕРИФИКАЦИЯ И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ<br>ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....   | 450        |
| 10.5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, А ТАКЖЕ<br>ИССЛЕДОВАНИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ .        | 451        |
| <b>ГЛАВА 11. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ АВТОСТРАХОВАНИЯ (АНДЕРРАЙТИНГ).....</b>   | <b>463</b> |
| 11.1. ОСАГО.....  | 463        |
| 11.1.1. Разработка инструментария для оценки рисков автострахования ОСАГО, как задача<br>контроллинга.....  | 463        |
| 11.1.2. Когнитивная структуризация предметной области.....  | 467        |
| 11.1.3. Формализация предметной области.....  | 469        |
| 11.1.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели<br>предметной области.....   | 473        |
| 11.1.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования<br>предметной области на основе семантической информационной модели .....  | 474        |
| 11.2. КАСКО.....  | 480        |
| 11.2.1. Разработка инструментария для оценки рисков автострахования КАСКО, как задача<br>контроллинга.....  | 480        |
| 11.2.2. Когнитивная структуризация и формализация предметной области.....   | 483        |
| 11.2.3. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели<br>предметной области.....   | 486        |
| 11.2.4. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования<br>предметной области на основе семантической информационной модели .....  | 488        |
| <b>ГЛАВА 12. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ SWOT- И PEST-АНАЛИЗ<br/>СРЕДСТВАМИ АСК-АНАЛИЗА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС-Х++» .....</b>                      | <b>491</b> |
| 12.1. ВВЕДЕНИЕ .....  | 491        |
| 12.2. ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ И ИДЕЯ ЕЕ РЕШЕНИЯ .....   | 493        |
| 12.3. ЭТАПЫ АСК-АНАЛИЗА И ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ДАННЫХ В ИНФОРМАЦИЮ, А ЕЕ В ЗНАНИЯ В СИСТЕМЕ<br>«Эйдос».....   | 496        |
| 12.4. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....  | 497        |
| 12.5. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....   | 498        |
| 12.5.1. Разработка классификационных и описательных шкал и градаций.....  | 499        |
| 12.5.2. Разработка обучающей выборки, т.е. описание исходных данных с помощью кодов<br>градаций классификационных и описательных шкал.....                          | 503        |
| 12.6. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ.....   | 503        |
| 12.7. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ В КАЧЕСТВЕ ТЕКУЩЕЙ .....  | 508        |
| 12.8. РЕШЕНИЕ ПРЯМОЙ ЗАДАЧИ SWOT-АНАЛИЗА.....   | 514        |
| 12.9. РЕШЕНИЕ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ SWOT-АНАЛИЗА .....  | 515        |
| 12.10. ПРЕОДОЛЕНИЕ НЕДОСТАТКОВ SWOT-АНАЛИЗА В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ КОЛИЧЕСТВЕННОМ<br>SWOT- АНАЛИЗЕ СРЕДСТВАМИ АСК-АНАЛИЗА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС-Х++»..... | 517        |
| 12.11. ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ.....   | 522        |
| 12.12. PEST-АНАЛИЗ КАК ДЕТАЛИЗИРОВАННЫЙ SWOT-АНАЛИЗ .....   | 523        |
| 12.13. АСК-АНАЛИЗ И РЕИНЖИНИРИНГ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ.....  | 523        |
| 12.14. НЕКОТОРЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....   | 525        |
| 12.15. ПРИЛОЖЕНИЕ (ФРАГМЕНТ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ) .....  | 526        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>  | <b>528</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>   | <b>531</b> |
| ЛИТЕРАТУРА К 1-Й ЧАСТИ .....  | 531        |
| ЛИТЕРАТУРА КО 2-Й ЧАСТИ.....  | 560        |



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Перед Вами, уважаемый читатель, необычная монография. Ее необычность в том, что это одна из первых монографий, посвященных всестороннему рассмотрению нового перспективного междисциплинарного научного направления, а также методологии и практики управления: «Математические и инструментальные методы контроллинга».

Контроллинг – это комплексная система поддержки управления организацией, направленная на координацию взаимодействия систем менеджмента и контроля их эффективности. Контроллинг может обеспечивать информационно-аналитическую поддержку процессов принятия решений при управлении организацией (предприятием, корпорацией, органом государственной власти) и может быть частью, прописывающей принятие определённых решений в рамках определённых систем менеджмента. Современный контроллинг включает в себя управление рисками, обширную систему информационного снабжения предприятия, систему оповещения путём управления системой ключевых показателей, управление системой реализации стратегического, тактического и оперативного планирования и систему менеджмента качества.

Под математическими методами понимаются разделы математики, прежде всего современной статистики – высоких статистических технологий, а также автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ), которые могут быть применены для разработки и применения математических моделей для решения задач контроллинга.

Под инструментальными методами понимается программное обеспечение, программные системы, которые могут быть применены для решения задач контроллинга в различных предметных областях. Программный инструментарий АСК-анализа – интеллектуальная система «Эйдос» - является одним из примеров такого программного обеспечения.

Круг вопросов, нашедших отражение в монографии, весьма широк. Даже их простое перечисление заняло бы десятки страниц, поэтому это не имеет смысла делать в предисловии. Тем более что в монографии есть не только оглавление, включающее лишь наименования глав, которых 12, но и весьма детализированное содержание. Монография состоит из двух частей, которые связаны по содержанию и примерно равны по объёму. Первая часть, включающая 4 главы, посвящена высоким статистическим технологиям в контроллинге. В ней раскрываются следующие вопросы: что

такое контроллинг, контроллинг методов, общий взгляд на математические и инструментальные методы контроллинга, конкретные области математических и инструментальных методов контроллинга, экономико-математическая поддержка контроллинга. Вторая часть включает 8 глав и содержит краткое описание нового перспективного инструмента контроллинга: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и раскрывает возможности его применения в ряде предметных областей: в контроллинге научной и образовательной деятельности, knowledge management и информационной безопасности самообучающейся организации, бенчмаркинге торговой фирмы, управлении технологическими знаниями в производственной фирме, управлении персоналом фирмы путем решения обобщенной задачи о назначениях, прогнозировании рисков автострахования (андеррайтинг), количественном автоматизированном SWOT- и PEST-анализе средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++».

Отличительной особенностью монографии является большое количество подробных численных примеров применения предлагаемых инструментов контроллинга в различных предметных областях.

Главное предложение, по сути обоснованное в монографии, состоит в том, что целесообразно ввести в перечень специальностей научных работников специальность: 08.00.15 – «Математические и инструментальные методы контроллинга», разработать паспорт специальности, включающий три раздела: экономический, технический и математический, и начать подготовку аспирантов и защиту кандидатских и докторских диссертаций по этой специальности с присвоением степеней по экономическим, техническим и физико-математическим наукам в зависимости от того, в какой предметной области больше пунктов, выносимых на защиту, и пунктов научной новизны: в экономической, технической (инструментальные методы, т.е. программное обеспечение) или математической (математическое моделирование).

Монография написана известными российскими учеными, внесшими большой вклад в развитие контроллинга и экономико-математических методов, и имеет высокую степень научной новизны. Поэтому естественно, что некоторые мысли, излагаемые в монографии, носят спорный и дискуссионный характер и высказаны в порядке научного обсуждения.

*Научный редактор монографии:  
Исполнительный директор Объединения контроллеров,  
д.э.н., профессор С.Г.Фалько*

# **ЧАСТЬ 1-Я. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В КОНТРОЛЛИНГЕ**

## **ГЛАВА 1. ВВЕДЕНИЕ. ЧТО ТАКОЕ КОНТРОЛЛИНГ. КОНТРОЛЛИНГ МЕТОДОВ**

В обстановке замедления экономического роста нашей страны, а также современных внешнеполитических и внешнеэкономических реалий очевидна актуальность необходимости совершенствования систем и процедур управления промышленными предприятиями и организациями в других отраслях народного хозяйства. Обеспечить технологическую и политическую независимость наша страна может лишь путем перехода на инновационный путь развития. Перспективное направление управленческих инноваций связано с широким использованием контроллинга.

Система контроллинга – это система информационно-аналитической поддержки процесса принятия управленческих решений в организации [1]. Приведем недавнюю формулировку исполнительного директора «Объединения контроллеров» проф., д.э.н. С.Г. Фалько: “Сегодня контроллинг в практике управления российских предприятий понимается как «система информационно-аналитической и методической поддержки по достижению поставленных целей»” [2]. Контроллер разрабатывает правила принятия решений, руководитель принимает решения, опираясь на эти правила.

Инновации в сфере управления в промышленности и других отраслях народного хозяйства основаны, в частности, на использовании новых адекватных организационно-экономических методов. Контроллинг в этой области – это разработка процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов поставленным задачам. В деятельности управленческих структур выделяем интересующую нас сторону – используемые ими организационно-экономические методы. Такие методы рассматриваем с точки зрения их влияния на эффективность (в широком смысле) процессов управления промышленными предприятиями и организациями других отраслей народного хозяйства. Если речь идет о новых методах (для данного предприятия), то их

разработка и внедрение – организационная инновация, соответственно контроллинг организационно-экономических методов можно рассматривать как часть контроллинга инноваций [3].

В статье [4] обосновано выделение в контроллинге новой области – контроллинг организационно-экономических методов. Обсудим содержание этой области, опираясь на предлагаемую нами базовую организационно-экономическую модель промышленного предприятия, в рамках которой описаны основные проблемы разработки современных организационно-экономических методов. В качестве примеров рассмотрим применение статистических методов на различных этапах жизненного цикла продукции, оценки и управления внутренних рисков на промышленном предприятии и учета инфляции при анализе хозяйственной деятельности организации.

### 1.1. Определения терминов и взаимосвязь понятий

Практика показывает, что основная доля бесплодных дискуссий связана с различным пониманием терминов спорящими сторонами. Например, специально проведенный опрос показал, что границы дохода, определяющие понятие «богатый», различаются на 2 порядка [5]. Поэтому приведем принятые нами определения.

Исходным пунктом обсуждения экономических проблем являются потребности физических или юридических лиц. Для их удовлетворения необходимо решить те или иные задачи. Основа нашего рассмотрения – практическая **задача**. Она может состоять в том, чтобы достичь определенной цели.

Согласно энциклопедическим источникам **метод** – систематизированная совокупность шагов, которые необходимо предпринять, чтобы выполнить определенную задачу или достичь определенной цели. Сужение этого понятия на область экономики и управления вслед за сложившейся практикой словоупотребления мы называем организационно-экономическим методом. Другими словами, **организационно-экономический метод** – это метод в рамках научно-практической специальности «экономика и управление в народном хозяйстве». (Более естественно было бы употреблять термин «экономико-управленческий метод», но массы специалистов говорят и пи-

шут иначе.) Систематизированная совокупность шагов обычно оформляется в виде нормативно-методического документа (методических указаний, инструкции и т.п.) или алгоритма, включенного в корпоративную информационную систему (программный продукт).

Метод всегда основан на том или ином представлении о свойствах окружающего мира. Другими словами, в рассматриваемой области метод разрабатывают на основе той или иной организационно-экономической модели (хотя для формального применения метода знание модели не всегда необходимо).

Термин **модель** (фр. *Modèle*) происходит от латинского слова *modulus* – мера, образец. В общем случае, модель – это объект, в достаточной степени повторяющий свойства моделируемого объекта (прототипа)), существенные для целей конкретного моделирования, и опускающий несущественные свойства, в которых он может отличаться от прототипа. Модель – любой образ, аналог (мысленный или условный: изображение, описание, схема, чертеж, график, карта и т. п.) какого-либо объекта, процесса или явления («оригинала» данной модели).

Как пишет философ, **модель** – создаваемый с целью получения и (или) хранения информации специфический объект (в форме мысленного образа, описания знаковыми средствами либо материальной системы), отражающий свойства, характеристики и связи объекта-оригинала произвольной природы, существенные для задачи, решаемой субъектом [6]. Модель может быть словесной, графической (чертежи, диаграммы, блок-схемы), математической (формулы, алгоритмы) и т.п. Соответственно **организационно-экономическая модель** – это модель в рамках научно-практической специальности «экономика и управление в народном хозяйстве».

В организационно-экономической модели выражены знания и представления о конкретном процессе управления, предназначенные для выработки метода решения той или иной задачи в рамках экономики и управления в народном хозяйстве. Зачастую такая модель формулируется в математических терминах. Однако нельзя относить ее к математике, поскольку цели ее разработки, изучения и применения лежат вне математики. Математика – это лишь инструмент, язык, на котором выражаются интересующие исследователя свойства.

Итак, промежуточным звеном на пути от практической задачи к методу ее решения является модель ситуации. Поэтому вполне естественно, что широко используется составной термин «организационно-экономические модели и методы» (или «... методы и модели»). С точки зрения контроллинга возникает ряд вопросов:

Соответствует ли модель реальности?

Соответствует ли метод модели?

Какой метод является наилучшим в рамках данной модели?

Какой модели соответствует используемый метод?

Позволяет ли определенный метод решить поставленную задачу?

И т.д.

После того, как определенный метод разработан, необходимо выяснить его *условия применимости*. Дело в том, что практически полезный метод может быть разработан на основе неадекватной модели. Установить его применимость может как анализ практического опыта применения, так и рассмотрение в рамках другой модели, адекватной реальности.

Соотношение основных понятий в области организационно-экономического моделирования представлено на рисунке 1:

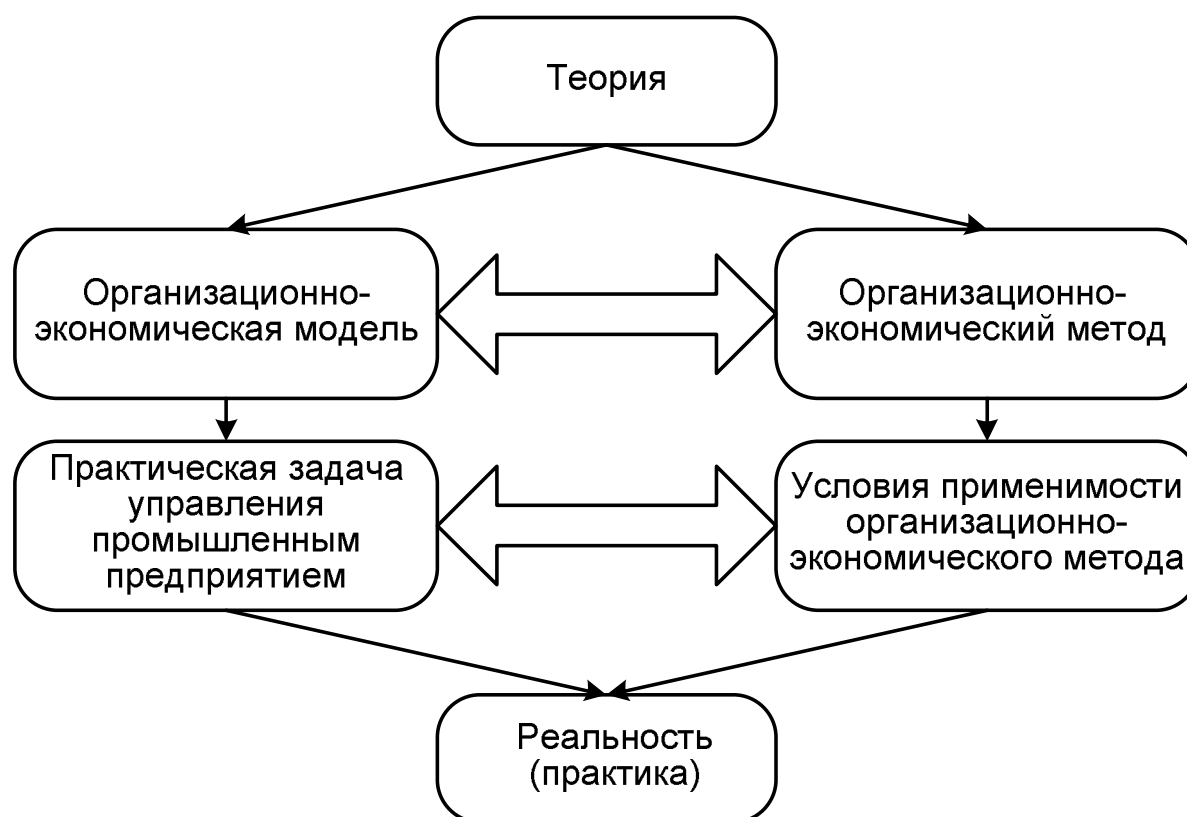


Рисунок 1. Соотношение основных понятий в области организационно-экономического моделирования.

Отметим, что два нижних прямоугольника относятся к реальному миру и должны обсуждаться в терминах практики, в то время как два верхних – к миру идей, теоретических представлений. В предисловии к своей книге 1979 г. [7] один из авторов привел следующую цитату, которую уместно повторить здесь: «Познание есть отражение человеком природы. Но это не простое, не непосредственно, не цельное отражение, а процесс ряда абстракций, формирования, образования понятий, законов etc, (мышление, наука = «логическая идея») и *охватывают* условно, приблизительно универсальную закономерность вечно движущейся и развивающейся природы» [8]. Применительно к нашей тематике надо сузить «природу» до практики управления промышленными предприятиями.

## **1.2. Базовая организационно-экономическая модель промышленного предприятия**

Для успешного использования организационно-экономических методов с целью совершенствования (повышения эффективности) процессов управления промышленными предприятиями, казалось бы, необходимо рассмотреть промышленное предприятие как систему, выделить составляющие систему элементы и связи между ними. Т.е. исходить из организационной структуры предприятия. На практике используют различные управленческие структуры (см., например, [9, гл.1]). Однако отсутствуют типовые структуры. В одни и те же термины вкладывают разное содержание. Например, на одном предприятии главный инженер руководит всей технической стороной деятельности завода, в том числе всеми цехами. На другом цехами занимается начальник производства, а главный инженер отвечает лишь за вспомогательные службы. В одном случае лаборатория (например, центральная заводская лаборатория на крупном металлургическом предприятии численностью в 2 тыс. сотрудников) делится на отделы, а отделы – на отделения. В другом, наоборот, лаборатории объединяются в отделы, а отделы – в отделения. Вполне естественно, что управленческие структуры носят на себе отпечатки создавших их менеджеров и событий истории предприятия.

Поэтому исходим не из элементов организационной структуры, а из реализуемых на предприятии процессов управления, видов деятельности, в том числе процессов реализации тех или иных функций. Процессы управления с учетом трудоемкости их осуществления группируются по элементам организационной структуры, которая

может иметь матричный вид. Другими словами, процессы управления первичны, организационная структура вторична.

Выявим базовую организационно-экономическую модель промышленного предприятия, на основе которой рассмотрим конкретные модели процессов управления предприятиями и их объединениями и организационно-экономические методы, предназначенные для повышения эффективности процессов управления промышленными предприятиями.

Для рациональной работы предприятия необходима организация основного процесса производства, средств производства, труда, инструментального производства, ремонтного хозяйства, технической подготовки производства, транспортного, энергетического и складского хозяйства, службы программно-математического и компьютерно-информационного обеспечения [10, с.6]. На машиностроительных предприятиях целесообразно выделить три существенно отличных вида процессов - производственные процессы, инновационные процессы и процессы функционального обслуживания производственных и инновационных процессов. При этом производственные процессы разделяют на основные (технологические), вспомогательные и обслуживающие. В инновационных процессах выделяют процессы исследования и изобретательства и процессы подготовки производства. К процессам функционального обслуживания относят материально-техническое снабжение, сбыт, планирование, учет, нормирование, финансовое обеспечение, подготовку кадров и др. [11, с.9-10].

Около 100 лет назад в качестве основных функций менеджмента А. Файоль выделял прогнозирование и планирование, проектирование организационных структур, руководство командой (распорядительство), координацию, контроль [12, 13]. Тогда основное внимание уделялось научной организации производства. Позже в связи с ускоряющимися темпами научно-технического прогресса возникла необходимость управления инновационным развитием и инвестициями. Возросшее внимание к предпочтениям потребителей выразилось в развитии маркетинговых исследований. Логистико-ориентированное проектирование бизнеса предполагает разработку организационно-экономических методов и моделей управления материальными ресурсами предприятия. Требованием времени является сертификация предприятий на соответствие стандартам ИСО 9000 по менеджменту качества и ИСО 14000 по экологическому менеджменту. Бурно развиваются системы информационно-аналитической и методической поддержки менеджмента – службы контроллинга [14]. В последние годы



в промышленно развитых странах всё большее внимание уделяется управлению рисками, появляются соответствующие национальные стандарты. Можно ожидать, что в недалеком будущем среди топ-менеджеров в массовом порядке появятся директора по рискам, возглавляющие соответствующие интегрированные службы.

Все сказанное выше определяет спектр процессов управления на промышленном предприятии. Такие виды деятельности, как:

- прогнозирование,
- планирование,
- управление рисками,

пронизывают практически все управленческие процессы. Перспективна разработка организационно-экономических методов и моделей в таких функциональных областях управленческой деятельности промышленного предприятия, как:

- контроллинг;
- управление инновациями;
- управление инвестициями;
- менеджмент качества;
- экологический менеджмент;
- маркетинговые исследования;
- управление материальными ресурсами, и др.

Организационно-экономические методы и модели, относящиеся к перечисленным процессам управления, обладают определенным единством, в частности, общим инструментарием. При этом некоторые весьма важные виды деятельности, такие, как управление персоналом или налоговый учет, обладают выраженной спецификой, которую необходимо учитывать при разработке соответствующих организационно-экономических методов и моделей.

### **1.3. Актуальность разработки теории и методологии организационно-экономического моделирования**

Анализ опыта применения организационно-экономических методов при решении конкретных задач управления промышленными предприятиями показал, что накопленный в рассматриваемой научно-практической области потенциал используется хотя и широко, но явно недостаточно и часто неадекватно. Поясним на примерах.

Распространена словесная модель: управленческие решения следует принимать на основе экономических соображений. Предлагаем ее заменить на современную: необходим учет всего комплекса соци-

альных, технологических, экологических, экономических, технологических факторов (СТЭЭП-факторов). Неумение или нежелание учитывать те или иные из этих факторов зачастую приводит к заметным экономическим потерям для конкретного предприятия.

Использование номинальных стоимостных характеристик, таких, как данные бухгалтерского учета, в условиях роста цен и, следовательно, падения покупательной способности денежных единиц может привести, например, к неадекватной оценке финансово-хозяйственного положения предприятия и необоснованным управленческим решениям.

Многие экономические величины не могут принимать произвольные числовые значения. Например, цена или объем выпуска неотрицательны. Следовательно, моделирование таких величин с помощью нормального распределения неадекватно их природе (нормально распределенные случайные величины принимают значения из определенного интервала всегда с положительной вероятностью). Между тем зачастую применяют методы анализа данных, в частности, временных рядов, с использованием распределений Стьюдента, Фишера, хи-квадрат, т.е. опирающиеся на модель нормального распределения. Как неадекватность модели порождения данных влияет на управленческие решения? Известно, что иногда влияние весьма велико (например, при отбраковке выбросов), иногда заметно, иногда мало. В первых двух случаях необходим переход на другие методы [5].

Оценки экспертов или мнения потребителей обычно следует считать измеренными в порядковой шкале. Это значит, что опрашиваемые могут сказать, какой из двух вариантов они предпочитают, но не могут ответить, во сколько раз один из них лучше другого или на сколько лучше. Методы обработки данных должны соответствовать шкалам измерения, и в рассматриваемом случае для получения итогового мнения экспертов надо находить медиану их ответов, а не среднее арифметическое.

Важна проблема выбора адекватных моделей. Например, установлено, что устойчивость хозяйственных решений во времени эквивалентна использованию моделей с дисконтированием. Следовательно, проводить анализ эффективности инвестиционных проектов на предприятии с использованием таких характеристик, как *NPV*, *IRR* и т.п., можно лишь в предположении отсутствия резких изменений, например, вследствие научно-технического прогресса. Если же изменения прогнозируются, то целесообразно применять экспертные технологии разработки управленческих решений с учетом всей совокупно-

сти СТЭЭП-факторов). Важна также проблема зависимости оптимального решения в той или иной модели от горизонта планирования. Предлагаем использовать асимптотически оптимальные планы.

Обобщая, можно констатировать, что многообразие используемых на практике организационно-экономических методов должно быть упорядочено, проанализировано и доработано в соответствии с современными требованиями. Объем необходимого развития многообразия методов оказывается неожиданно большим. Отметим необходимость анализа устойчивости социально-экономических моделей к отклонениям значений исходных данных и предпосылок моделей [7], значимость рекомендаций, вытекающих из такого анализа. Например, установлено [15], что несмотря на отклонения от предпосылок модели Вильсона управления материальными ресурсами предприятия и неточность определения параметров модели ее использования позволяет добиться сокращения издержек не менее чем на 51,5%.

Для решения ряда практических задач в выделенных выше видах деятельности и функциональных областях управления на промышленном предприятии необходимо разрабатывать новые организационно-экономические методы, например, для оценки функции ожидаемого спроса, организации технико-экономического взаимодействия поставщика и потребителя в условиях нецелесообразности выходного контроля, экологического мониторинга в соответствии с требованиями стандартов ИСО серии 14000, создания корпоративной сети экспертов и т.п.

Таким образом, работы в области теории и методологии организационно-экономического моделирования направлены на:

- систематизацию используемых в практической работе организационно-экономических методов;
- развитие многообразия методов с целью обеспечения их адекватности решаемым задачам;
- разработку новых моделей и методов, необходимых для обеспечения адекватного управления промышленными предприятиями в современных условиях.

Перейдем к примерам. Рассмотрим три сюжета – многообразие одного основных классов организационно-экономических методов – статистических – в соотнесении с этапами жизненного цикла, варианты постановок задач оценки, анализа и управления внутренними рисками на промышленном предприятии и необходимость учета динамики цен (инфляции) при анализе хозяйственной деятельности организации.

#### 1.4. Применение конкретных организационно-экономических методов на различных этапах жизненного цикла продукции

Чтобы продемонстрировать специфику практического применения различных видов организационно-экономических методов, рассмотрим их применение на различных этапах жизненного цикла промышленной продукции (ЖЦПП). Выделим 11 этапов, перечисленных в табл.1.

**Таблица 1 – Статистические методы на различных этапах ЖЦПП**

| №  | Этапы жизненного цикла продукции (согласно ИСО 9004)  | Вид методов |   |   |   |   | Спец. модели |
|----|---|-------------|---|---|---|---|--------------|
|    |   | а           | б | в | г | д |              |
| 1  | Маркетинг, поиски и изучение рынка  | +           | - | - | + | - | +            |
| 2  | Проектирование и/или разработка технических требований, разработка продукции (опытного образца) | +           | - | - | + | + | +            |
| 3  | Поиски поставщиков и оптовых покупателей, организация материально-технического снабжения        | +           | - | - | - | - | +            |
| 4  | Подготовка и разработка производственных (технологических) процессов                            | +           | + | + | + | + | +            |
| 5  | Производство продукции  | +           | + | + | + | - | +            |
| 6  | Контроль качества продукции, проведение испытаний и обследований                                | +           | + | + | + | + | +            |
| 7  | Упаковка и хранение продукции   | +           | + | + | + | + | +            |
| 8  | Реализация (сбыт) и распределение (доставка) продукции  | +           | + | - | - | - | +            |
| 9  | Монтаж и эксплуатация продукции у потребителей  | +           | + | + | + | + | +            |
| 10 | Техническая помощь и обслуживание   | +           | - | - | - | - | +            |
| 11 | Утилизация после использования  | +           | + | + | + | - | +            |

На каждом из этих этапов успешно применяются статистические методы, основанные на вероятностных моделях (т.е. моделях, описанных в терминах теории вероятностей и математической статистики). Если же выделить конкретные виды статистических методов, то проявляется специфика – на одних этапах жизненного цикла одни методы, на других – другие. В соответствии с практикой работы Центра статистических методов и информатики по созданию и внедрению программных продуктов в рассматриваемой области [16, гл.13] рассмотрим 5 видов статистических методов:

а) прикладная статистика (статистические методы оценки точности и стабильности технологических процессов);

б) статистический приемочный контроль (партий продукции);

в) статистическое регулирование технологических процессов (обнаружение разладки, статистический контроль процессов);

г) планирование эксперимента (с целью построения модели технологического процесса и нахождения оптимальных значений контролируемых факторов);

д) надежность и испытания (оценка и контроль надежности по результатам испытаний и эксплуатации промышленной продукции).

В табл.1 знак «+» показывает, что методы соответствующего вида активно применяются на соответствующем этапе ЖЦПП, знак «-» означает противоположное. Последний столбец посвящен специально разработанным специалистами организационно-экономическим моделям и методам, непосредственно учитывающим особенности конкретного производства. Практический опыт показывает, что все клетки в этом столбце должны быть отмечены знаком «+».

Сводка, приведенная в табл.1, показывает, что организационно-экономические (в данном случае – статистические) методы широко применяются на всех этапах жизненного цикла продукции.

### **1.5. СТЭЭП-факторы и моделирование рисков предприятия**

Важность теоретико-методологического анализа выпукло проявляется при рассмотрении второго примера – внутренних рисков промышленного предприятия. К ним естественно отнести:

- риски, связанные с выпуском дефектной продукции;
- риски аварий;
- экологические риски;
- инновационные риски;
- социальные риски (риски конфликтов).

Для предприятия важны и внешние риски, прежде всего коммерческие (связанные с деятельностью поставщиков, потребителей, конкурентов, партнеров) и финансовые (порожденные событиями на уровне государства). Каждый из этих видов рисков обычно рассматривается отдельно, специалистами в соответствующей области. Однако для нужд управления предприятием в соответствии с концепцией необходимости учета всей совокупности СТЭЭП-факторов [17] перечисленные виды рисков необходимо рассматривать совместно.

Термин «риск» использован для описания явления в реальном мире, связанного с неопределенностью, возможностями различного развития ситуации. Можно сказать, что *риск – это нежелательная возможность*. Для описания неопределенностей чаще всего используют вероятностно-статистические методы (прежде всего методы статистики нечисловых данных, в том числе интервальной статистики и интервальной математики). Полезны методы теории нечеткости и методы теории конфликтов (теории игр). Математический инструментарий применяется в имитационных, эконометрических, экономико-математических моделях, реализованных обычно в виде программных продуктов.

Некоторые виды неопределенностей связаны с безразличными к организации силами - природными (погодные условия) или общественными (смена правительства). Если явление достаточно часто повторяется, то его естественно описывать в вероятностных терминах. Так, прогноз дефектности при массовом производстве вполне естественно вести в вероятностных терминах. Если же событие единично, то вероятностное описание вызывает внутренний протест, поскольку частотная интерпретация вероятности невозможна. Так, для описания неопределенности, связанной с исходами выборов Совета директоров, лучше использовать методы теории нечеткости и интервальной математики (интервал – удобный частный случай описания нечеткого множества). Наконец, если неопределенность связана с активными действиями соперников или партнеров, целесообразно применять методы анализа конфликтных ситуаций, т.е. методы теории игр, прежде всего антагонистических игр, но иногда полезны и более новые методы кооперативных игр, нацеленных на получение устойчивого компромисса.

При вероятностно-статистическом моделировании риска применяют различные характеристики риска – математическое ожидание потерь, их дисперсия, медиана, другие квантили. В [4, 15] разработаны непараметрические оценки характеристик риска.

Цель управления риском формулируют по-разному. Так, она может состоять в минимизации:

- 1) математического ожидания (ожидаемых потерь),
- 2) квантиля распределения (например, медианы);
- 3) дисперсии (с целью обеспечения предсказуемости),
- 4) линейной комбинации математического ожидания и среднего квадратического отклонения;
- 5) математического ожидания функции ущерба, и т.д.

Естественной является двухкритериальная постановка, например, минимизация, как среднего ущерба, так и дисперсии (чем меньше дисперсия, тем точнее прогнозирование). От двухкритериальной постановки необходимо тем или иным образом перейти к однокритериальной. Обычно один из критериев переводят в ограничение. При таком подходе страхование рисков – это способ уменьшения неопределенности будущего развития ситуации при заданном ограничении на рост расходов предприятия.

Подчеркнем, что понятные на интуитивном уровне понятия риска и неопределенности могут анализироваться с помощью различных моделей, использующих тот или иной математический аппарат, многообразные постановки целей управления в рамках одной и той же модели. Многообразие организационно-экономических моделей управления риском нецелесообразно искусственно сужать.

### 1.6. Необходимость учета инфляции при анализе хозяйственной деятельности организации

Организационно-экономические методы и модели полезны при решении различных задач информационно-аналитической поддержки процессов принятия решений при управлении предприятиями. В качестве примера обсудим использование индексов инфляции при анализе хозяйственной деятельности [16, гл.7]. Основные понятия здесь – потребительская корзина, т.е. перечень товаров и услуг и фиксированные объемы их потребления,  $S(t)$  – ее стоимость как функция времени  $t$ , индекс инфляции  $I(t_1, t_2) = S(t_2)/S(t_1)$ .

**Таблица 2 – Анализ динамики прибыли предприятия, млн. руб.**

| Год  | Прибыль, млн. руб. | Индекс инфляции | Накопленная инфляция | Прибыль в сопоставимых ценах (на начало 2001 г.) |
|------|--------------------|-----------------|----------------------|--|
| (1)  | (2)                | (3)             | (4)                  | (5)  |
| 2000 | 1,0                |                 |                      | 1,0  |
| 2001 | 1,1                | 1,186           | 1,186                | $1,1/1,186 = 0,927$                              |
| 2002 | 1,3                | 1,151           | 1,365                | $1,3/1,365 = 0,952$                              |
| 2003 | 1,4                | 1,12            | 1,529                | $1,4/1,529 = 0,912$                              |
| 2004 | 1,5                | 1,117           | 1,708                | $1,5/1,708 = 0,878$                              |
| 2005 | 1,7                | 1,109           | 1,894                | $1,7/1,894 = 0,896$                              |
| 2006 | 1,8                | 1,09            | 2,064                | $1,8/2,064 = 0,872$                              |
| 2007 | 2,0                | 1,119           | 2,310                | $2,0/2,310 = 0,866$                              |

В табл.2 в столбце (2) приведены значения (по годам) одного из естественных показателей хозяйственной деятельности предприятия – прибыли (для определенности – фактической прибыли, т.е. полученной как разность (сальдо) фактических доходов и издержек за период, ср. обсуждение в [18, с. 185-186]). Наблюдаем рост прибыли на 100% за 7 лет (дальнейшие годы кризиса не рассматриваем). Казалось бы, предприятие успешно развивается. Однако происходил рост цен. Официальные данные (Росстата) об инфляции приведены в столбце (3) – годовые, и в столбце (4) – накопленные с начала века. В столбце (5) приведены пересчитанные значения прибыли - в сопоставимых ценах на начало 2001 г. Видим, что реальное значение прибыли не растет, а наоборот, имеет тенденцию к снижению и к концу периода упала на 13,4% (а не выросла на 100%, как в номинальных ценах). Ясно, что это меняет оценку хозяйственной деятельности предприятия – с выраженной положительной на умеренно-отрицательную

Разработаны методы оценки динамики цен по независимо собранной информации, результаты анализа реальных данных приведены в [15, 19, 20].

\* \* \*

Многие вопросы, затронутые во введении, с тех или иных позиций и с различной степенью подробности рассматривались в публикациях в журнале «Контроллинг» [21-25].

Контроллинг имеет ряд аспектов. Выделяют стратегический контроллинг [26], сущность которого: «Делать правильное дело», и оперативный контроллинг [27], посвященный тому, как следовать правилу: «Делать дело правильно» ([1], с.20). В статье [28] нами впервые выдвинута и обоснована концепция «контроллинга методов», которая может быть применена в любой из ранее выделенных областей контроллинга – в стратегическом и оперативном контроллинге, в контроллинге некоммерческих организаций, вузов, малых и средних предприятий и т.д. Инновации в сфере управления основаны, в частности, на использовании новых адекватных организационно-экономических (а также математических и статистических) методов, в



частности, таких, как системно-когнитивный анализ [29, 30] Контроллинг в этой области – это разработка процедур управления соответствием используемых и вновь создаваемых (внедряемых) организационно-экономических методов поставленным задачам. В деятельности управленческих структур выделяем интересующую нас сторону – используемые ими организационно-экономические методы. Такие методы рассматриваем с точки зрения их влияния на эффективность (в широком смысле) процессов управления предприятиями и организациями. Если речь идет о новых методах (для данной организации), то их разработка и внедрение – управленческая инновация, соответственно контроллинг организационно-экономических методов можно рассматривать как часть контроллинга инноваций [3].

Современные организационно-экономические методы в значительной мере опираются на перспективное направление теоретической и вычислительной математики - системную нечеткую интервальную математику [32, 33].

## ГЛАВА 2. ОБЩИЙ ВЗГЛЯД НА МАТЕМАТИЧЕСКИЕ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЛИНГА

### 2.1. Новая парадигма математических методов экономики

Математические и инструментальные методы экономики – одна из специальностей научных работников, относящаяся к экономическим наукам. Она посвящена разработке интеллектуальных инструментов для решения задач теории и практики экономического анализа.

Конкретные модели и методы экономики предприятия и организации производства основаны, в частности, на научных результатах таких научных областей, как организационно-экономическое и экономико-математическое моделирование, эконометрика и статистика. Эти научные области относятся к математическим методам экономики. Они предоставляют интеллектуальные инструменты для решения различных задач стратегического планирования и развития предприятий, организации производства и управления хозяйствующими субъектами, конструкторской и технологической подготовки производства. В монографии [34] на с.395-424 выделено 195 групп задач управления промышленными предприятиями и для них указаны базовые группы экономико-математических методов и моделей.

Развитие математических методов экономики привело к формированию новой парадигмы в этой области, существенно отличающейся от послевоенной парадигмы, созданной в 1950-1970 гг. и используемой многими преподавателями и научными работниками и в настоящее время. Настоящая статья посвящена основным идеям новой парадигмы математических методов экономики.

#### 2.1.1. Основные понятия

Целесообразно начать с определений используемых понятий.

Термин *«парадигма»* происходит от греческого *«paradeigma»* – пример, образец и означает совокупность явных и неявных (и часто не осознаваемых) предпосылок, определяющих научные исследования и признанных на определенном этапе развития науки [35].

*Организационно-экономическое моделирование* – научная, практическая и учебная дисциплина, посвященная разработке, изучению и применению математических и статистических методов и мо-

делей в экономике и управлении народным хозяйством, прежде всего промышленными предприятиями и их объединениями [36].

**Экономико-математическое моделирование** – описание экономических процессов и явлений в виде экономико-математических моделей. При этом экономико-математическая модель – математическое описание экономического процесса или объекта, произведенное в целях их исследования и управления ими: математическая запись решаемой экономической задачи (поэтому часто термины «модель» и «задача» употребляются как синонимы). В самой общей форме модель – условный образ объекта исследования, сконструированный для упрощения этого исследования. При построении модели предполагается, что ее непосредственное изучение дает новые знания о моделируемом объекте [37].

**Эконометрика** – это наука, изучающая конкретные количественные и качественные взаимосвязи экономических объектов и процессов с помощью математических и статистических методов и моделей [38]. Обычно используют несколько более узкое определение: **эконометрика** – это статистические методы в экономике [39].

**Статистика** исходит прежде всего из опыта; недаром ее зачастую определяют как науку об общих способах обработки результатов эксперимента [40]. **Прикладная статистика** – это наука о том, как обрабатывать данные [5].

Очевидна близость, переплетение, зачастую совпадение всех научных, практических и учебных дисциплин, рассмотренных выше. К ним можно прибавить еще несколько: теорию принятия решений, системный анализ, кибернетику, исследование операций... Исходя из нашего профессионального опыта, попытки искусственно ввести границы между этими дисциплинами не являются плодотворными.

На Вторых Чарновских чтениях [41] работала секция «Организационно-экономическое и экономико-математическое моделирование, эконометрика и статистика». Это название было получено путем объединения названий учебных дисциплин «Организационно-экономическое моделирование», «Эконометрика», «Прикладная статистика», «Статистика», которые изучаются студентами Научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент», а также названия Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге Научно-образовательного центра «Контроллинг и управленческие инновации» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. На заседании секции была проведена дискуссия по выбору наиболее адекватного названия научной облас-

ти, к которой относились представленные работы. Приведенное выше название признано слишком длинным. Название «Организационно-математическое моделирование» отклонено как малоизвестное и сужающее рассматриваемую тематику. Одобрено название «Математическое моделирование в организации производства», а при проведении конференций по более широкой тематике – «Математическое моделирование экономики и управления». Заметная доля исследований в этой области относятся к научной специальности «Математические и инструментальные методы экономики», практически все используют те или иные математические методы экономики.

### **2.1.2. Разработка новой парадигмы**

Организационно-экономическое и экономико-математическое моделирование, эконометрика и статистика предоставляют интеллектуальные инструменты для решения различных задач организации производства и управления предприятиями и организациями. Например, в учебнике по организации и планированию машиностроительного производства (производственному менеджменту) [11] более 20 раз используются эконометрические (если угодно, математические и статистические) методы и модели [23].

Рассматриваемые методы широко используются для решения различных задач теории и практики экономического анализа. В частности, проводится когнитивное моделирование [42] развития наукоемкой промышленности (на примере оборонно-промышленного комплекса), модельное обоснование инновационного развития наукоемкого сектора российской экономики [43]. Моделируют организационные изменения [44], применяют информационные технологии [45]. Все шире используются экспертные оценки [46], в том числе для построения обобщенных показателей (рейтингов) [47].

Во второй половине 1980-х гг. в нашей стране развернулось общественное движение по созданию профессионального объединения специалистов в области организационно-экономического и экономико-математического моделирования, эконометрики и статистики (кратко – статистиков). Аналоги такого объединения - британское Королевское статистическое общество (основано в 1834 г.) и Американская статистическая ассоциация (создана в 1839 г.). К сожалению, деятельность учрежденной в 1990 г. Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА) [48] оказалась парализованной в результате развала СССР.

В ходе организации ВСА проанализировано состояние и перспективы развития рассматриваемой области научно-прикладных исследований и осознаны основы уже сложившейся к концу 1980-х гг. *новой парадигмы организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики*.

В течение следующих лет новая парадигма развивалась и к настоящему времени оформлена в виде серии монографий и учебников для вузов, состоящей более чем из 10 книг (см. ниже).

### **2.1.3. Сравнение старой и новой парадигм**

Типовые исходные данные в новой парадигме – объекты нечисловой природы (элементы нелинейных пространств, которые нельзя складывать и умножать на число, например, множества, бинарные отношения), а в старой – числа, конечномерные векторы, функции. Ранее (в старой парадигме) для расчетов использовались разнообразные суммы, однако объекты нечисловой природы нельзя складывать, поэтому в новой парадигме применяется другой математический аппарат, основанный на расстояниях между объектами нечисловой природы и решении задач оптимизации.

Изменились постановки задач анализа данных и экономико-математического моделирования. Старая парадигма математической статистики исходит из идей начала XX в., когда К. Пирсон предложил четырехпараметрическое семейство распределений для описания распределений реальных данных. В это семейство как частные случаи входят, в частности, подсемейства нормальных, экспоненциальных, Вейбулла-Гнеденко, гамма-распределений. Сразу было ясно, что распределения реальных данных, как правило, не входят в семейство распределений Пирсона (об этом говорил, например, академик С.Н. Бернштейн в 1927 г. в докладе на Всероссийском съезде математиков [49]). Однако математическая теория параметрических семейств распределений (методы оценивания параметров и проверки гипотез) оказалась достаточно интересной, и именно на ней до сих пор основано преподавание во многих вузах. Итак, в старой парадигме основной подход к описанию данных - распределения из параметрических семейств, а оцениваемые величины – их параметры, в новой парадигме рассматривают произвольные распределения, а оценивают - характеристики и плотности распределений, зависимости, правила диагностики и др. Центральная часть теории – уже не статистика числовых случайных величин, а статистика в пространствах произвольной при-

роды, т.е. нечисловая статистика (см. основную монографию [36] по этой тематике).

В старой парадигме источники постановок новых задач - традиции, сформировавшиеся к середине XX века, а в новой - современные потребности математического моделирования и анализа данных (XXI век), т.е. запросы практики. Конкретизируем это общее различие. В старой парадигме типовые результаты - предельные теоремы, в новой - рекомендации для конкретных значений параметров, в частности, объемов выборок. Изменилась роль информационных технологий – ранее они использовались в основном для расчета таблиц (в частности, информатика находилась вне математической статистики), теперь же они - инструменты получения выводов (имитационное моделирование, датчики псевдослучайных чисел, методы размножения выборок, в т.ч. бутстреп, и др.). Вид постановок задач приблизился к потребностям практики – при анализе данных от отдельных задач оценивания и проверки гипотез перешли к статистическим технологиям (технологическим процессам анализа данных). Выявилась важность проблемы «стыковки алгоритмов» - влияния выполнения предыдущих алгоритмов в технологической цепочке на условия применимости последующих алгоритмов. В старой парадигме эта проблема не рассматривалась, для новой – весьма важна.

Если в старой парадигме вопросы методологии моделирования практически не обсуждались, достаточными признавались схемы начала XX в., то в новой парадигме роль методологии (учения об организации деятельности) [50] является основополагающей. Резко повысилась роль моделирования – от отдельных систем аксиом произошел переход к системам моделей. Сама возможность применения вероятностного подхода теперь – не «наличие повторяющегося комплекса условий» (реликт физического определения вероятности, использовавшегося до аксиоматизации теории вероятностей А.Н. Колмогоровым в 1930-х гг.), а наличие обоснованной вероятностно-статистической модели. Если раньше данные считались полностью известными, то для новой парадигмы характерен учет свойств данных, в частности, интервальных и нечетких. Изменилось отношение к вопросам устойчивости выводов – в старой парадигме практически отсутствовал интерес к этой тематике, в новой разработана развитая теория устойчивости (робастности) выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок моделей.

Результаты сравнения парадигм удобно представить в виде табл. 1. Сопоставление будет продолжено в дальнейших разделах настоя-

щей монографии. В частности, будет выявлена роль современных высоких статистических технологий, заменяющих неупорядоченную массу отдельных методов оценивания и проверки гипотез. Будут достаточно подробно рассмотрены основные "точки роста" современной прикладной математической статистики.

**Таблица 3 – Сравнение основных характеристик старой и новой парадигм**

| <i>№</i> | <i>Характеристика</i>                     | <i>Старая парадигма</i>  | <i>Новая парадигма</i>   |
|----------|---|--|--|
| 1        | Типовые исходные данные                   | Числа, конечномерные вектора, функции                            | Объекты нечисловой природы [36]  |
| 2        | Основной подход к моделированию данных    | Распределения из параметрических семейств                        | Произвольные функции распределения   |
| 3        | Основной математический аппарат           | Суммы и функции от сумм  | Расстояния и алгоритмы оптимизации [36]  |
| 4        | Источники постановок новых задач          | Традиции, сформировавшиеся к середине XX века                    | Современные прикладные потребности анализа данных (XXI век)  |
| 5        | Отношение к вопросам устойчивости выводов | Практически отсутствует интерес к устойчивости выводов           | Развитая теория устойчивости (робастности) выводов [34]  |
| 6        | Оцениваемые величины                      | Параметры распределений  | Характеристики, функции и плотности распределений, зависимости, правила диагностики и др.                  |
| 7        | Возможность применения                    | Наличие повторяющегося комплекса условий                         | Наличие обоснованной вероятностно-статистической модели  |
| 8        | Центральная часть теории                  | Статистика числовых случайных величин                            | Нечисловая статистика [36]   |
| 9        | Роль информационных технологий            | Только для расчета таблиц (информатика находится вне статистики) | Инструменты получения выводов (датчики псевдослучайных чисел, размножение выборок, в т.ч. бутстреп, и др.) |
| 10       | Точность данных                           | Данные полностью известны  | Учет неопределенности данных, в частности, интервальности и нечеткости [33]                                |
| 11       | Типовые результаты                        | Предельные теоремы (при росте объемов выборок)                   | Рекомендации для конкретных объемов выборок  |
| 12       | Вид постановок задач                      | Отдельные задачи оценивания параметров и                         | Высокие статистические технологии (технологиче-  |

|    |                          |                                 |  |
|----|--------------------------|---------------------------------|--|
|    |                          | проверки гипотез                | ские процессы анализа данных) [51]                   |
| 13 | Стыковка алгоритмов      | Не рассматривается              | Весьма важна при разработке процессов анализа данных |
| 14 | Роль моделирования       | Мала (отдельные системы аксиом) | Системы моделей – основа анализа данных              |
| 15 | Анализ экспертных оценок | Отдельные алгоритмы             | Прикладное «зеркало» общей теории [52]               |
| 16 | Роль методологии         | Практически отсутствует         | Основополагающая [34, 53]                            |

## **2.2. Учебная литература, подготовленная в соответствии с новой парадигмой**

В 1992 г. на базе секции статистических методов Всесоюзной статистической ассоциации была организована Российская ассоциация статистических методов, а в 1996 г. – Российская академия статистических методов. В соответствии с новой парадигмой проводились научные исследования, публиковались статьи, по этой тематике были организованы семинары и конференции. Однако размах работ сокращался по сравнению с концом 1980-х годов, как и число участвующих в них исследователей. Поэтому на рубеже тысячелетий нами было принято решение сосредоточить усилия на подготовке учебной литературы, соответствующей новой парадигме.

Первым был учебник по эконометрике [39], переизданный в 2003 г. и в 2004 г. Четвертое издание «Эконометрики» [16] существенно переработано. Оно соответствует первому семестру курса, в отличие от первых трех изданий, содержащих материалы для годового курса. В учебник [16] включены новые разделы, в частности, полностью обновлена глава про индекс инфляции, добавлено методическое обеспечение.

В фундаментальном курсе по прикладной статистике [5], выпущенном в 2006 г., в рамках новой парадигмы рассмотрены как нечисловая статистика, так и классические разделы прикладной статистики, посвященные методам обработки элементов линейных пространств - чисел, векторов и функций (временных рядов).

В том же 2006 г. в рамках новой парадигмы был выпущен курс теории принятия решений [54]. Его сокращенный (в 1,5 раза) вариант вышел годом раньше [55].



В соответствии с потребностями практики в России в 2005 г. введена новая учебная специальность 220701 «Менеджмент высоких технологий», относящаяся к тогда же введенному направлению подготовки 220700 «Организация и управление наукоемкими производствами», предназначенному для обеспечения инженерами-менеджерами высокотехнологичных предприятий. Большинство студентов научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана обучаются по этой специальности. Общий взгляд на нее представлен в учебнике [56].

Государственным образовательным стандартом по специальности «Менеджмент высоких технологий» предусмотрено изучение дисциплины «Организационно-экономическое моделирование». Одноименный учебник выпущен в трех частях (томах). Первая из них [36] посвящена сердцевине новой парадигмы – нечисловой статистике. Ее прикладное «зеркало» - вторая часть [52], современный учебник по экспертным оценкам. В третьей части [57] наряду с основными постановками задач анализа данных (чисел, векторов, временных рядов) и конкретными статистическими методами анализа данных классических видов (чисел, векторов, временных рядов) рассмотрены вероятностно-статистические модели в технических и экономических исследованиях, медицине, социологии, истории, демографии, а также метод когнитивных карт (статистические модели динамики).

В названиях еще двух учебников есть термин «организационно-экономическое моделирование». Это книги по менеджменту [58] и по теории принятия решений [59], в которых содержание соответствует новой парадигме, в частности, подходам организационно-экономического моделирования. Отметим, что, в учебнике [59] значительно большее внимание по сравнению с более ранним учебником [54] уделено теории и практике экспертных оценок, в то время как проблемы менеджмента, составлявшие основное содержание первой части учебника [54], выделены для обсуждения в отдельное издание [58].

К рассмотренному выше корпусу учебников примыкают справочник по минимально необходимым (для использования наших учебников) понятиям теории вероятностей и прикладной математической статистики [60] и книги по промышленной и экологической безопасности [61] и [62], в которых большое место занимает изложение научных результатов в соответствии с новой парадигмой, в частности, активно используются современные статистические и экспертные методы, математическое моделирование. Опубликовано еще не-

сколько изданий (в частности, пособие [15] и монография [34]), но от их рассмотрения воздержимся, чтобы не загромождать изложение излишними подробностями.

Публикация учебной литературы на основе новой парадигмы шла непросто. Зачастую издание удавалось с третьего-четвертого раза. Неоценима поддержка Научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» и МГТУ им. Н.Э. Баумана в целом, Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию.

Все перечисленные монографии, учебники, учебные пособия имеются в Интернете в свободном доступе. Соответствующие ссылки приведены на персональной странице одного из авторов настоящей монографии на сайте МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/> и в аналогичной теме нашего форума <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=1370>, однако целесообразно иметь в виду, что из-за растянутого по времени процесса издания иногда различны названия книг в бумажном и электронном вариантах.

Информация о новой парадигме появилась в печати недавно – в 2012 г. (см. ссылки на соответствующие публикации в [63]). Мы не без оснований опасались, что обладающие административной властью и связями сторонники старой парадигмы, отстаивая свое спокойствие и положение, могут помешать нам довести работу до конца. В своей издательской тактике мы следовали примеру Гаусса, который воздерживался от публикации работ по неевклидовой геометрии, опасаясь «криков беотийцев» [64, с.91].

На основе сказанного выше полагаем, что к настоящему моменту рекомендация Учредительного съезда ВСА по созданию комплекта учебной литературы на основе новой парадигмы выполнена. Предстоит большая работа по внедрению новой парадигмы организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики в научные исследования и преподавание.

### **2.3. Высокие статистические технологии**

Новая парадигма математических методов экономики реализуется с помощью соответствующих моделей и методов. В области статистического анализа данных - с помощью высоких статистических технологий.

При практическом использовании методов прикладной статистики применяются, как известно всем реально работающим со статистическими данными исследователям, не отдельные методы описания данных, оценивания, проверки гипотез, а развернутые цельные процедуры - так называемые «статистические технологии». Понятие «статистическая технология» в анализе данных аналогично понятию «технологический процесс» в теории и практике организации производства.

Вполне естественно, что одни статистические технологии лучше соответствуют потребностям исследователя (пользователя, статистика), другие хуже, одни – современные, а другие – устаревшие, свойства одних изучены, а других – нет.

В различных областях человеческой деятельности применяют высокие технологии, под которыми понимают технологии, наиболее новые и прогрессивные на текущий момент времени. В начале XXI в. нами был введен термин «высокие статистические технологии». Первоначально он появился в печати в 2002 г. в первом издании нашего учебнике «Эконометрика» [39], а в следующем году вышла программная статья [51] (поступила в редакцию 16 марта 2001 г., т.е. ранее, чем мы приступили к подготовке учебника [39]). Наш основной сайт <http://orlovs.pp.ru/> с книгами и статьями в открытом доступе получил название «Высокие статистические технологии». Сайт был введен в эксплуатацию в октябре 2004 г., к настоящему времени его посетили более 1 млн. раз. Многие учебники и справочники, размещенные (2008) на сайте Лаборатории экономико-математических методов Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html>, имеют названия из двух частей. Первая часть – серийное название «Высокие статистические технологии», вторая – название конкретной монографии. (В выпущенных позже печатных изданиях серийное название другое – «Организационно-экономическое моделирование»; оно было изменено в соответствии с названием учебной дисциплины по специальности «Менеджмент высоких технологий».)

Таким образом, термин «высокие статистические технологии» стал широко использоваться. Представляется целесообразным обсудить его содержание, подвести первые итоги применения понятия, обозначенного этим термином, в научных исследованиях и преподавании.

### 2.3.1. Статистические технологии

Статистический анализ конкретных данных, как правило, включает в себя целый ряд процедур и алгоритмов, выполняемых последовательно, параллельно или по более сложной схеме. В частности, с точки зрения организатора (а также контроллера) прикладного статистического исследования можно выделить следующие этапы:

- планирование статистического исследования (включая разработку анкет, бланков наблюдения и учета и других форм сбора данных; их апробацию; подготовку сценариев интервью и анализа данных и т.п.);

- организация сбора необходимых статистических данных по оптимальной или рациональной программе (планирование выборки, создание организационной структуры и подбор команды статистиков, подготовка кадров, которые будут заниматься сбором данных, а также контролеров данных и т.п.);

- непосредственный сбор данных и их фиксация на тех или иных носителях (с контролем качества сбора и отбраковкой ошибочных данных по соображениям предметной области);

- первичное описание данных (расчет различных выборочных характеристик, функций распределения, непараметрических оценок плотности, построение гистограмм, корреляционных полей, различных таблиц и диаграмм и т.д.),

- оценивание тех или иных числовых или нечисловых характеристик и параметров распределений (например, непараметрическое интервальное оценивание коэффициента вариации или восстановление зависимости между откликом и факторами, т.е. оценивание функции),

- проверка статистических гипотез (иногда их цепочек - после проверки предыдущей гипотезы принимается решение о проверке той или иной последующей гипотезы; например, после проверки адекватности линейной регрессионной модели и отклонения этой гипотезы может проверяться адекватность квадратичной модели),

- более углубленное изучение, т.е. одновременное применение различных алгоритмов многомерного статистического анализа, алгоритмов диагностики и построения классификации, статистики нечисловых и интервальных данных, анализа временных рядов и др.;

- проверка устойчивости полученных оценок и выводов относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок используемых вероятностно-статистических моделей, в частности, изу-

чение свойств оценок методом размножения выборок и другими численными методами;

- применение полученных статистических результатов в прикладных целях, т.е. для формулировки выводов в терминах содержательной области (например, для диагностики конкретных материалов, построения прогнозов, выбора инвестиционного проекта из предложенных вариантов, нахождения оптимальных режима осуществления технологического процесса, подведения итогов испытаний образцов технических устройств и др.),

- составление итоговых отчетов, в частности, предназначенных для тех, кто не является специалистами в статистических методах анализа данных, в том числе для руководства - «лиц, принимающих решения», с учетом возможности и использования - при необходимости - в суде и в арбитражном суде.

Возможны и иные структуризации различных статистических технологий, предназначенных для решения конкретных прикладных задач. Важно подчеркнуть, что квалифицированное и результативное применение статистических методов - это отнюдь не проверка одной отдельно взятой статистической гипотезы или оценка характеристик или параметров одного заданного распределения из фиксированного семейства. Подобного рода операции - только отдельные кирпичики, из которых складывается статистическая технология.

Итак, процедура статистического анализа данных – это информационный технологический процесс, другими словами, та или иная информационная технология. Статистическая информация подвергается разнообразным операциям (последовательно, параллельно или по более сложным схемам). В настоящее время об автоматизации всего процесса статистического анализа данных говорить было бы несерьезно, поскольку имеется слишком много нерешенных проблем, вызывающих дискуссии среди исследователей-статистиков. Наличие разногласий – причина того, что так называемые «экспертные системы в области статистического анализа данных» пока не стали рабочим инструментом статистиков. И вряд ли станут в обозримом будущем, поскольку для создания научно обоснованных экспертных систем в этой области необходимо провести развернутые научные исследования.

### **2.3.2. Проблема «стыковки» алгоритмов**

В современной научной и особенно учебной литературе статистические технологии рассматриваются явно недостаточно. В частно-

сти, обычно все внимание сосредотачивается на том или ином элементе технологической цепочки, а переход от одного элемента к другому остается в тени. Между тем проблема «стыковки» статистических алгоритмов, как известно, требует специального рассмотрения (см., например, [65, 66]), поскольку в результате использования предыдущего алгоритма зачастую нарушаются условия применимости последующего. В частности, результаты наблюдений могут перестать быть независимыми, может измениться их распределение и т.п.

Так, вполне резонной выглядит рекомендация: сначала разбейте данные на однородные группы, а потом в каждой из групп проводите статистическую обработку, например, регрессионный анализ. Однако эта рекомендация под кажущейся прозрачностью содержит подводные камни. Действительно, как поставить задачу в вероятностно-статистических терминах? Если, как обычно, примем, что исходные данные - это выборка, т.е. совокупность независимых одинаково распределенных случайных элементов, то классификация приведет к разбиению этих элементов на группы. В каждой группе элементы будут зависимы между собой, а их распределение будет зависеть от группы, куда они попали. Отметим, что в типовых ситуациях границы классов стабилизируются, а это значит, что асимптотически элементы кластеров становятся независимыми. Однако их распределение не может быть нормальным. Например, если исходное распределение было нормальным, то распределения в классах будет усеченным нормальным. Это означает, что необходимо пользоваться непараметрическими методами.

Разберем другой пример. При проверке статистических гипотез большое значение имеют такие хорошо известные характеристики статистических критериев, как уровень значимости и мощность. Методы их расчета и использования при проверке одной гипотезы обычно хорошо известны. Если же сначала проверяется одна гипотеза, а потом с учетом результатов ее проверки (конкретнее, если первая гипотеза принята) - вторая, то итоговую процедуру также можно рассматривать как проверку некоторой (более сложной) статистической гипотезы. Она имеет характеристики (уровень значимости и мощность), которые, как правило, нельзя простыми формулами выразить через характеристики двух составляющих гипотез, а потому они обычно неизвестны. Лишь в некоторых простых случаях характеристики итоговой процедуры можно рассчитать. В результате итоговую процедуру нельзя рассматривать как научно обоснованную, она относится к эвристическим алгоритмам. Конечно, после соответствующе-

го изучения, например, методом Монте-Карло, она может войти в число научно обоснованных процедур прикладной статистики.

### **2.3.3. Термин «высокие статистические технологии»**

Термин «высокие технологии» популярен в современной научно-технической литературе. Он используется для обозначения наиболее передовых технологий, опирающихся на последние достижения научно-технического прогресса. Есть такие технологии и среди технологий статистического анализа данных - как в любой интенсивно развивающейся научно-практической области.

Примеры высоких статистических технологий и входящих в них алгоритмов анализа данных, подробный анализ современного состояния и перспектив развития даны при обсуждении «точек роста» прикладной статистики и других статистических методов [67], подробнее обсуждаются в следующем разделе. В качестве «высоких статистических технологий» были выделены технологии непараметрического анализа данных; устойчивые (робастные) технологии; технологии, основанные на размножении выборок, на использовании достижений статистики нечисловых данных и статистики интервальных данных.

Обсудим пока не вполне привычный термин «высокие статистические технологии». Каждое из трех слов несет свою смысловую нагрузку.

«Высокие», как и в других областях, означает, что статистическая технология опирается на современные достижения статистической теории и практики, в частности, на достижения теории вероятностей и прикладной математической статистики. При этом «опирается на современные научные достижения» означает, во-первых, что математическая основа технологии получена сравнительно недавно в рамках соответствующей научной дисциплины, во-вторых, что алгоритмы расчетов разработаны и обоснованы в соответствии с ней (а не являются т.н. «эвристическими»). Со временем новые подходы и результаты могут заставить пересмотреть оценку применимости и возможностей технологии, привести к замене ее более современной. В противном случае «высокие статистические технологии» переходят в «классические статистические технологии», такие, как метод наименьших квадратов. Итак, высокие статистические технологии - плоды недавних серьезных научных исследований. Здесь два ключевых понятия - «молодость» технологии (во всяком случае, не старше 50 лет, а лучше - не старше 10 или 30 лет) и опора на «высокую науку».

Термин «статистические» привычен, но коротко разъяснить его нелегко. Проще сослаться на введение и все содержание учебника [57], на фундаментальную энциклопедию в этой области [68], на справочник [69] - высшее достижение отечественной статистической мысли XX в., и др. В частности, отметим, что статистические данные – это результаты измерений, наблюдений, испытаний, анализов, опытов, замеров, исследований. А «статистические технологии» - это технологии анализа статистических данных.

Наконец, редко используемый применительно к статистике термин «технологии». Статистический анализ данных, как правило, включает в себя целый ряд процедур и алгоритмов, выполняемых последовательно, параллельно или по более сложной схеме. Структура типовой статистической технологии описана выше. Обработка статистических данных - это информационный технологический процесс, который относится к приоритетному направлению развития "Информационно-коммуникационные технологии".

#### **2.3.4. Всегда ли нужны «высокие статистические технологии»?**

«Высоким статистическим технологиям» противостоят, естественно, «низкие статистические технологии» (а между ними помещаем «классические статистические технологии»). «Низкие статистические технологии» - это те технологии, которые не соответствуют современному уровню науки и практики. Обычно они одновременно и устарели, и не вполне адекватны сути решаемых статистических задач.

Примеры таких технологий неоднократно критически рассматривались нами. Достаточно вспомнить критику использования критерия Стьюдента для проверки однородности при отсутствии нормальности и равенства дисперсий [70, 71]. Или применение критерия Вилконсона для проверки совпадения теоретических медиан или функций распределения двух выборок [72, 73]. Или использование классических процентных точек критериев Колмогорова и омега-квадрат в ситуациях, когда параметры оцениваются по выборке и эти оценки подставляются в «теоретическую» функцию распределения [74, 75]. На первый взгляд вызывает удивление устойчивость «низких статистических технологий», их постоянное возрождение во все новых статьях, монографиях, учебниках. Поэтому, как ни странно, наиболее «долгоживущими» оказываются не работы, посвященные новым научным результатам, а публикации, разоблачающие ошибки, типа ста-



ты [74]. Прошло уже 30 лет с момента ее публикации, но она по-прежнему актуальна, поскольку ошибочное применение критериев Колмогорова и омега-квадрат по-прежнему распространено, в том числе в разнообразных учебниках (см. многочисленные примеры в теме <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=548> ).

Целесообразно отметить по крайней мере четыре обстоятельства, которые определяют эту устойчивость ошибок.

Во-первых, прочно закрепившаяся традиция. Так, многие учебники по курсам типа «Общая теория статистики», если беспристрастно проанализировать их содержание, состоят в основном из введения в прикладную статистику (в понимании нашего учебника [5]). Иногда изложение идет в стиле «низких статистических технологий», т.е. на уровне 1950-х годов, а во многом и на уровне начала XX в., причем обычно с ошибками. К «низкой» прикладной статистике добавлена некоторая информация о деятельности органов Госкомстата РФ. Новое поколение специалистов, обучившись «низким» подходам, идеям, алгоритмам, их использует, а с течением времени и достижением должностей, ученых званий и степеней – пишет новые учебники со старыми ошибками.

Второе обстоятельство связано с большими трудностями при оценке экономической эффективности применения статистических методов вообще и при оценке вреда от применения ошибочных методов в частности. (А без такой оценки как докажешь некоторым зацикленным на своих ошибках оппонентам, что «высокие статистические технологии» лучше «низких»?) При оценке вреда от применения ошибочных методов приходится учитывать, что общий успех в конкретной инженерной или научной работе вполне мог быть достигнут вопреки применению ошибочных методов, за счет «запаса прочности» других составляющих общей работы. Например, преимущество одного технологического приема (станка, оснастки, организации работы) над другим можно продемонстрировать как с помощью критерия Крамера-Уэлча [70, 71] проверки равенства математических ожиданий (что правильно), так и с помощью двухвыборочного критерия Стьюдента (что, вообще говоря, неверно, т.к. обычно не выполняются условия применимости этого критерия - нет ни нормальности распределения, ни равенства дисперсий).

Третье существенное обстоятельство – трудности со знакомством с высокими статистическими технологиями. В нашей стране в силу ряда исторических обстоятельств развития статистических методов в течение последних десятилетий только журнал «Заводская лаборато-

рия. Диагностика материалов» предоставлял такие возможности (в последние годы активно присоединился «Научный журнал КубГАУ»; надо добавить также периодический (раз в год – два) межвузовский сборник научных трудов «Статистические методы оценивания и проверки гипотез»). К сожалению, поток современных отечественных и переводных статистических книг, выпускавшихся ранее, в частности, издательствами «Наука», «Мир», «Финансы и статистика», практически превратился в узкий ручеек...

Возможно, более существенным является влияние естественной задержки во времени между созданием «новых статистических технологий» и написанием полноценной и объемной учебной и методической литературы. Она должна позволять знакомиться с новой методологией, новыми методами, теоремами, алгоритмами, методами расчетов и интерпретации их результатов, статистическими технологиями в целом не по кратким оригинальным статьям, а при обычном вузовском и последипломном обучении. О выпущенных в XXI в. монографической, учебной и методической литературе, которая посвящена высоким статистическим технологиям и соответствуют новой парадигме математических методов экономики, рассказано в предыдущем разделе 2.1.

И, наконец, четвертое - наиболее важное. Всегда ли нужны высокие статистические технологии? Приведем аналогию - нужна ли современная сельскохозяйственная техника для обработки приусадебного участка? Нужны ли трактора и комбайны? Может быть, достаточно старинных технологий, основанных на использовании лопаты и граблей? Вернемся к данным государственной статистики. Применяются статистические технологии первичной обработки (описания) данных, основанные на построении разнообразных таблиц, диаграмм, графиков. Эти технологии соответствуют научному уровню XIX в. (и лишь незначительно развивают технологии времен Моисея, описанные в книге "Числа" Ветхого Завета - см. [5]). Подобное представление данных и их первичный анализ удовлетворяет большинство потребителей статистической информации.

Итак, чтобы высокие статистические технологии успешно использовались, необходимы два условия:

- чтобы они были *объективно* нужны для решения практической задачи;

- чтобы потенциальный пользователь технологий *субъективно* понимал это.

Таким образом, весь арсенал реально используемых в настоящее время эконометрических и статистических технологий можно распределить по трем потокам:

- высокие статистические технологии;
- классические статистические технологии,
- низкие статистические технологии.

Под классическими статистическими технологиями, как уже отмечалось, понимаем технологии почтенного возраста, сохранившие свое значение для современной статистической практики. Таковы технологии на основе метода наименьших квадратов (включая методы точечного оценивания параметров прогностической функции, непараметрические методы доверительного оценивания параметров и прогностической функции в целом, проверок различных гипотез о них), статистик типа Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат, непараметрических коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла (относить их только к методам анализа ранжировок - значит делать уступку «низким статистическим технологиям») и многих других статистических процедур.

### **2.3.5. Основная проблема в области статистических технологий**

В настоящее время она состоит в том, чтобы в конкретных эконометрических исследованиях использовались только технологии первых двух типов.

Каковы возможные пути решения этой проблемы? Бороться с конкретными невеждами - дело почти безнадежное. Конечно, необходима демонстрация квалифицированного применения высоких статистических технологий. В 1960-70-х годах этим активно занималась Лаборатория статистических методов акад. А.Н. Колмогорова в МГУ им. М.В. Ломоносова. В разделе «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория» за последние 50 лет опубликовано более 1000 статей, выполненных на уровне «высоких статистических технологий». В настоящее время действует Институт высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э. Баумана и целый ряд других научных коллективов, работающих на уровне «высоких статистических технологий».

Очевидно, самое основное - это обучение. Какие бы новые научные результаты ни были получены, если они остаются неизвестными студентам, то новое поколение исследователей и инженеров, эконо-

мистов и менеджеров, специалистов других областей будет вынуждено осваивать их поодиночке, в порядке самообразования, а то и перерисовывать заново. Т.е. зачастую новые научные результаты практически исчезают из оборота научной и практической информации, едва появившись. Как ни странно это может показаться, избыток научных публикаций превратился в тормоз развития науки. По нашим оценкам (опубликованы в наших отчетах о Первом Всемирном конгрессе Общества математической статистики и теории вероятностей им. Бернулли [76 – 79]), уже к середине 1980-х годов по статистическим технологиям опубликовано не менее миллиона статей и книг, в основном во второй половине XX в. Из них не менее 100 тысяч являются актуальными для современного специалиста. При этом реальное число публикаций, которые способен освоить исследователь за свою профессиональную жизнь, по нашей оценке, не превышает 2 - 3 тысяч (именно таково число литературных ссылок в наиболее развернутом издании на русском языке по статистическим методам – трехтомнике [79 – 81]). Сейчас, через 30 лет, сделанные тогда оценки только усугубились.

Итак, каждый специалист в области прикладной статистики знаком не более чем с 2 - 3% актуальных для него литературных источников. Поскольку существенная часть публикаций заражена «низкими статистическими технологиями», то исследователь-самоучка, увы, имеет мало шансов выйти на уровень «высоких статистических технологий». С подтверждениями этого печального вывода постоянно приходится сталкиваться. Одновременно приходится констатировать, что масса полезных результатов погребена в изданиях прошлых десятилетий и имеет мало шансов пробиться в ряды используемых в настоящее время «высоких статистических технологий» без специально организованных усилий современных специалистов.

Итак, основное - обучение. Несколько огрубляя, можно сказать так: что попало в учебные курсы и соответствующие учебные издания - то сохраняется, что не попало - то пропадает.

### **2.3.6. Необходимость высоких статистических технологий**

У профанов может возникнуть естественный вопрос: зачем нужны высокие статистические технологии, разве недостаточно обычных статистических методов? Специалисты по прикладной статистике справедливо считают и доказывают своими теоретическими и при-

кладными работами, что совершенно недостаточно. Так, совершенно очевидно, что многие данные в информационных системах имеют нечисловой характер, например, являются словами или принимают значения из конечных множеств. Нечисловой характер имеют и упорядочения, которые дают эксперты или менеджеры, например, выбирая главную цель, следующую по важности и т.д. Значит, нужна статистика нечисловых данных. Мы ее построили [36, 82]. Далее, многие величины известны не абсолютно точно, а с некоторой погрешностью - от и до. Другими словами, исходные данные - не числа, а интервалы. Нужна статистика интервальных данных. Мы ее развиваем [32, 33, 83]. В широко известной монографии по контроллингу [84] на с.138 хорошо сказано: «Нечеткая логика - мощный элегантный инструмент современной науки, который на Западе (и на Востоке - в Японии, Китае - А.О.) можно встретить в десятках изделий - от бытовых видеокамер до систем управления вооружениями, - у нас до самого последнего времени был практически неизвестен». Напомним, первая монография российского автора по теории нечеткости [85] содержит основы высоких статистических технологий, связанные с анализом выборок нечетких множеств (см. также [33]). Ни статистики нечисловых данных, ни статистики интервальных данных, ни статистики нечетких данных не было и не могло быть в классической статистике. Все эти области статистического анализа данных относятся к высоким статистическим технологиям. Они разработаны за последние десятилетия. К сожалению, многие распространенные в настоящее время вузовские курсы по общей теории статистики и по математической статистике разбирают только научные результаты, полученные в первой половине XX века, а потому далеко отстают от современного уровня развития математических методов экономики и, в частности, от уровня современной прикладной математической статистики.

Важная и весьма перспективная часть прикладной статистики - применение высоких статистических технологий к анализу конкретных данных, что зачастую требует дополнительных теоретических исследований по доработке статистических технологий применительно к конкретной ситуации. Большое значение имеют конкретные статистические модели, например, модели экспертных оценок или эконометрики качества. И конечно, такие конкретные применения, как расчет и прогнозирование индекса инфляции. Сейчас уже многим экономистам и менеджерам ясно, что годовой бухгалтерский баланс предприятия может быть использован для оценки его финансово-

хозяйственной деятельности только с привлечением данных об инфляции.

### **2.3.7. Институт высоких статистических технологий и эконометрики**

Опишем опыт внедрения «высоких статистических технологий». Организованный нами в 1989 г. Институт высоких статистических технологий и эконометрики (ИВСТЭ) в настоящее время действует на базе кафедры ИБМ-2 «Экономика и организация производства» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Институт на хоздоговорных и госбюджетных началах занимается развитием, изучением и внедрением эконометрики и «высоких статистических технологий», т.е. наиболее современных технологий анализа экономических, технических, социологических, медицинских данных, ориентированных на использование в условиях современного производства и экономики. Основным интересом представляют применения «высоких статистических технологий» для анализа конкретных экономических данных, т.е. в эконометрике. Наиболее перспективным представляется применение «высоких статистических технологий» для поддержки принятия управленческих решений, прежде всего в таком новом (для России) современном направлении экономической науки и практики, как контроллинг (см., например, [1 - 3, 18, 84, 86]).

Термин «высокие статистические технологии» активно используется на Интернет-ресурсах научной школы кафедры ИБМ-2 по эконометрике – на сайтах с книгами и статьями в открытом доступе <http://orlovs.pp.ru/> (сайт «Высокие статистические технологии», за 10 лет работы - более 1 млн. посетителей) и <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html> (сайт Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге), в том числе в названиях учебников, а также на общем для этих сайтов форуме <http://forum.orlovs.pp.ru/>. При публикации научных статей представителей научной школы в журнале «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» в качестве места работы часто указан ИВСТЭ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Поэтому целесообразно рассмотреть историю ИВСТЭ.

Вначале ИВСТЭ действовал как Центр статистических методов и информатики в 1989 г., затем - как Всесоюзный центр статистических методов и информатики (1989-1992), затем - снова как Центр статистических методов и информатики (1992-1993). В 1993 г. он был пре-

образован в Лабораторию эконометрических исследований Московского государственного института электроники и математики (технического университета), а с 1997 г. действует под своим нынешним именем - Институт высоких статистических технологий и эконометрики МГТУ им. Н.Э.Баумана.

У Института высоких статистических технологий и эконометрики есть и предыстория. В 1978-1985 гг. активно действовала комиссия «Статистика объектов нечисловой природы и экспертные оценки» Научного Совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика». Зримым результатом ее работы является сборник научных статей [87], в котором были подведены итоги выполненных к тому времени исследований по созданию новой области прикладной статистики – статистики объектов нечисловой природы (статистики нечисловых данных, нечисловой статистики).

ИВСТЭ был создан как инструмент реализации инновационного проекта в области эконометрики. Опишем соответствующий инновационный процесс.

***Рабочая группа по упорядочению системы стандартов по прикладной статистике и другим статистическим методам.*** С начала 1970-х годов стали разрабатываться государственные стандарты по статистическим методам управления качеством продукции. В связи с обнаружением в них грубых ошибок (с точки зрения эконометрики) в 1985 г. была организована «Рабочая группа по упорядочению системы стандартов по прикладной статистике и другим статистическим методам». В ее работе приняли участие 66 специалистов, в том числе 15 докторов и 36 кандидатов наук. В соответствии с рекомендациями Рабочей группы 24 из 31 государственного стандарта по статистическим методам были отменены в 1986-87 гг.

В 1988-89 гг. наиболее активная часть Рабочей группы (10 докторов и 15 кандидатов наук) составила «Аванпроект комплекса методических документов и пакетов программ по статистическим методам стандартизации и управления качеством» (около 1600 стр.)

***Центр статистических методов и информатики.*** К сожалению, Госстандарт не пожелал финансировать реализацию заказанного им «Аванпроекта». Тогда решено было действовать самостоятельно. На собрании в Политехническом музее 20 февраля 1989 г. был организован (на общественных началах) Центр статистических методов и информатики (ЦСМИ; в настоящее время - Институт высоких статистических технологий и эконометрики).

Организационное оформление последовало в конце того же года. Всесоюзный центр статистических методов и информатики (ВЦСМИ) Центрального правления Всесоюзного экономического общества создан на базе ЦСМИ Постановлением Президиума Центрального Правления Всесоюзного экономического общества № 5-7 от 25 декабря 1989 г.

К середине 1990 г. в ЦСМИ - ВЦСМИ были разработаны 7 диалоговых систем по современным статистическим методам управления качеством, а именно, СПК и АТСТАТ-ПРП (по статистическому приемочному контролю), СТАТКОН и АВРОРА-РС (по контролю процессов и обнаружению разладки, прежде всего с помощью контрольных карт Шухарта и кумулятивных сумм), ЭКСПЛАН и ПАСЭК (по планированию экспериментов), НАДИС (по надежности и испытаниям). В работе участвовали 128 специалистов. В дальнейшем к ЦСМИ присоединялись новые группы научно-технических работников, уже к концу 1991 г. нас было более 300. Информация о программных продуктах и другой деятельности ЦСМИ постоянно помещалась в журналах «Заводская лаборатория» и «Надежность и контроль качества». Программные продукты, разработанные Центром статистических методов и информатики, использовались более чем в 100 организациях и предприятиях. Среди них - производственные объединения «Уралмаш», «АвтоВАЗ», «Пластик», ЦНИИ черной металлургии им. Бардина, НИИ стали, ВНИИ эластомерных материалов и изделий, НИИ прикладной химии, ЦНИИ химии и механики, НПО «Орион», НИЦентр по безопасности атомной энергетики, ВНИИ экономических проблем развития науки и техники, ВНИИ нефтепереработки, МИИТ, Казахский политехнический институт, Ульяновский политехнический институт, Донецкий государственный университет, Институт питания (Алма-Ата) и многие другие организации и предприятия.

**Всесоюзная статистическая ассоциация.** Параллельно с выполнением работ по договорам с организациями и предприятиями ЦСМИ вел работу по объединению статистиков. В апреле 1990 г. в Большом Актовом Зале Московского Энергетического института прошла Учредительная конференция Всесоюзной организации по статистическим методам и их применениям. Через полгода на Учредительном съезде Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА) в октябре 1990 г. в Московском экономико-статистическом институте эта организация вошла в состав ВСА в качестве секции статистических



методов. В соответствии со своим Уставом эта организация (ВСА) продолжает существовать, хотя и номинально.

В соответствии с реальной структурой статистики ВСА делится на 4 секции: 1) практической статистики, 2) статистических методов и их применений, 3) статистики надежности, 4) социально-экономической статистики. Названия секций, зафиксированные в документах ВСА, не вполне соответствуют действительности. Первая секция состоит из работников государственной статистики (ЦСУ - Госкомстата - Росстата), большинство членов второй и третьей занимаются прикладными научными исследованиями, в том числе в социально-экономической области и оборонно-промышленном комплексе, а четвертая состоит из преподавателей статистических дисциплин. В 1992 г. после развала СССР и фактического прекращения работы ВСА на основе секции статистических методов ВСА в 1992 г. была организована Российская ассоциация по статистическим методам (РАСМ), а затем – в 1996 г. - и Российская академия статистических методов, существующие и в настоящее время.

**Бизнес-идея.** Задачи ЦСМИ и ВСА (и РАСМ) были взаимосвязаны. Роль ЦСМИ - производить товары и услуги, а именно, разрабатывать новые статистические методы, а прежде всего - программные и методические продукты в области эконометрики. Общественные объединения специалистов в области эконометрики (ВСА и РАСМ) занимаются их распространением и внедрением. К сожалению, бурный всплеск активности (1989-1991 гг.) сменился к 1993 г. полным развалом, поскольку в условиях либерализации цен спрос предприятий организаций на высокотехнологичную наукоемкую продукцию ЦСМИ весьма сократился.

**Создание новой парадигмы статистических методов.** В мероприятиях секции статистических методов ВСА и РАСМ активно участвовали несколько сот исследователей. Основной тематикой работ многих из этих специалистов являются статистические методы в сертификации (управлении качеством).

В 1989-90 гг. была проведена большая работа по анализу положения дел в области теории и практики статистики в нашей стране. В ЦСМИ и РАСМ, объединивших большинство ведущих российских специалистов, коллективными усилиями разработан единый подход к проблемам применения статистических методов в сертификации и управлении качеством, т.е. новая парадигма статистических методов.

Был сформулирован «социальный заказ» - разработать серию учебников согласно новой парадигме. К настоящему времени выпол-

нен (см. раздел 2.1 выше). Перечень выпущенных учебников и их Интернет-версий приведен, например, на персональной странице А.И. Орлова на сайте МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/>.

**Научные исследования ИВСТЭ.** В условиях либерализации цен и резкого сокращения спроса предприятий и организаций на высокотехнологичную наукоемкую продукцию Институт от организации широкого внедрения высоких статистических технологий перешел к выполнению конкретных заказов. Он разрабатывал эконометрические методы анализа нечисловых данных, а также процедуры расчета и прогнозирования индекса инфляции (для Министерства обороны РФ) и валового внутреннего продукта. ИВСТЭ развивал методологию построения и использования математических моделей процессов налогообложения (для Министерства налогов и сборов РФ), методологию оценки рисков реализации инновационных проектов высшей школы (для Министерства промышленности, науки и технологий РФ). Институт оценивал влияние различных факторов на формирование налогооблагаемой базы ряда налогов (для Минфина РФ), прорабатывал перспективы применения современных статистических и экспертных методов для анализа данных о научном потенциале (для Министерства промышленности, науки и технологий РФ). Важное направление связано с эколого-экономической тематикой - разработка методологического, программного и информационного обеспечения анализа рисков химико-технологических объектов (для Международного научно-технического центра), методов использования экспертных оценок в задачах экологического страхования (совместно с Институтом проблем рынка РАН). Институт проводил маркетинговые исследования (в частности, для *Institute for Market Research GfK MR*, Промрадтехбанка, фирм, торгующих растворимым кофе, программным обеспечением, оказывающих образовательные услуги). Интерес вызывали работы Института по прогнозированию социально-экономического развития России методом сценариев [88 - 91], по экономико-математическому моделированию развития малых предприятий [92, 93] и созданию современных систем информационной поддержки принятия решений для таких организаций [94, 95], и др.

С 2010 г. Институт занимался проблемами прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий, обеспечения безопасности полетов (см., например, [96 – 101]), с 2013 г. – организационно-экономическим обеспечением управления проектами создания изделий ракетно-космической техники (см., например, [102 - 107]).

Институт ведет фундаментальные исследования в области высоких статистических технологий и эконометрики, в частности, в рамках МГТУ им. Н.Э. Баумана и Российского фонда фундаментальных исследований. Информация об Институте представлена на сайтах в Интернете (<http://orlovs.pp.ru>, прежний вариант - <http://antorlov.nm.ru>, зеркала <http://antorlov.euro.ru>, <http://www.newtech.ru/~orlov> ), которые в 2000 – 2003 гг. ежегодно посещали более 10000 пользователей, а в 2006 г. – уже более 100000. Его деятельности посвящены страницы <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=5&t=1760>, <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=5&t=1360>. С 2000 г. Институтом издается электронный еженедельник «Эконометрика» (более 1,5 тыс. подписчиков, более 700 выпусков). Архив выпусков еженедельника «Эконометрика» можно рассматривать как хрестоматию по различным разделам эконометрики, а также по высоким статистическим технологиям (см. <http://subscribe.ru/catalog/science.humanity.econometrika>).

### **2.3.7. Эконометрика при решении задач экономики, организации производства и контроллинга**

Вокруг Института высоких статистических технологий и эконометрики выросла отечественная научная школа в области эконометрики. Для ее формирования Институт и его работы послужили стержнем. На основе научных статей были написаны учебники, соответствующие новой парадигме математических методов экономики.

Уместно сказать несколько слов об эконометрике. Как мы уже отмечали, область научных и практических работ по развитию и применению статистических методов в экономике и управлении организациями и территориями называется эконометрикой [16]. Эконометрика – это прежде всего статистические методы в экономике. Прикладная статистика – наука о том, как обрабатывать данные. Данные – любой вид зарегистрированной информации. Отечественная научная школа в области эконометрики базируется на кафедре ИБМ-2 "Экономика и организация производства" МГТУ им. Н.Э. Баумана (первой кафедре по этой тематике в нашей стране, организованной в 1929 г.). Научная школа кафедры ИБМ-2 по эконометрике занимается сбором и анализом экономической и управленческой информации, в том числе экспертной, хранящейся в базах и банках данных, а потому относится к приоритетному

направлению развития - информационно-коммуникационным технологиям. Уже говорилось о том, что в предыстории ИВСТЭ - работа в рамках Научного Совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика». Само выделение прикладной статистики как самостоятельной научной области состоялось под эгидой кибернетики и информатики.

Эконометрика - один из наиболее эффективных инструментов контроллинга. Вначале наша научная школа занималась вопросами применения организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики при решении задач контроллинга (<http://orlovs.pp.ru/econ.php#e2>). Затем развернулись работы в конкретных областях контроллинга – в контроллинге методов, контроллинге рисков, контроллинге научной деятельности, контроллинге качества.

При решении задач организации производства используются разнообразные эконометрические методы и модели. Проанализируем учебник [11], подготовленный кафедрой ИБМ-2. В нем более 20 раз используются эконометрические методы и модели. Так, методы восстановления зависимости (регрессионного анализа) используются при изучении динамики производственных затрат в период освоения производства [11, с.95-97]. В частности, для выявления закономерностей изменения трудоемкости изготовления единицы продукции, снижения себестоимости и других показателей с течением времени или с ростом объемов изготовления и др. При нормировании труда косвенные методы основаны на регрессионном анализе [11, с.308-309]. Интегральный критерий эффективности проекта, применяемый при планировании инновационных процессов, строится с помощью многомерного статистического анализа [11, с.101]. Постоянно возникает необходимость строить те или иные интегральные показатели (критерии), объединяющие значения частных (единичных или групповых) показателей. Упомянем суммарный показатель качества продукции или проекта [11, с.244], коэффициент качества инженерного труда [11, с.269].

В организации производства часто используются задачи оптимизации. Так, с целью рационального расположения на территории завода складских помещений, заготовительных цехов, участков, оборудования решают задачу минимизации суммарных грузопотоков. Для максимально возможного совмещения отдельных производственных процессов во времени, что может существенно сократить время от запуска в производство до выпуска готовой

продукции, решают соответствующую оптимизационную задачу [11, с.121-122]. Методы сокращения производственного цикла, в том числе снижения затрат труда на основные технологические операции, сокращения затрат времени на транспортные, складские и контрольные операции, предполагают применение методов оптимизации, в том числе дискретной оптимизации [11, с.134-136].

Особенно заметна роль оптимизации в задачах планирования производственно-хозяйственной деятельности предприятия. Предполагается построение экономико-математической модели объекта планирования, включающей целевую функцию по принятому критерию оптимальности и систему ограничений [11, с.339]. Среди основных методов планирования указаны экономико-математические методы [11, с.342]. Подробно рассматривается математическая модель построения оптимального плана реализации продукции, сводящаяся к задаче линейного программирования [11, с.352-354]. При планировании рыночных цен на продукцию решается задача максимизации прибыли как функции цены [11, с.409]. Расчет оптимальных размеров партии деталей основан на минимизации суммарных затрат [11, с.428].

Отметим важную роль математической теории оптимального управления запасами как части логистики [11, с.223-236], в том числе для организации материально-технического снабжения и складирования [11, с.217], организации обеспечения основного производства технологической оснасткой [11, с.208]. Есть и устоявшиеся неточности - «экономичный объем заказа» [11, с.227] является оптимальным лишь при большом интервале планирования [59, разд.16.3].

В производственном менеджменте широко применяются разнообразные эконометрические методы. Например, хронометраж [11, с. 311-316] – это типовое статистическое исследование. Отметим использование медианы для вычисления нормы времени [11, с.312], что совпадает с рекомендациями эконометрики [16]. На основе теории выборочных исследований указывается количество наблюдений, позволяющее сделать обоснованные выводы о структуре затрат рабочего времени [11, с.315].

Большой раздел эконометрики – статистические методы управления качеством продукции. Согласно международному стандарту ИСО 9004 в системах качества должно быть предусмотрено использование статистических методов [11, с.253]. При рассмотрении видов контроля качества продукции выделяются «выборочный» и

«статистический» контроль [11, с.268]. Описываются методы статистического приемочного контроля и статистического контроля процессов (другими словами, статистического регулирования технологических процессов) [11, с.271-274]. В качестве одного из четырех основных методов определения показателей качества продукции указан экспертный метод [11, с.275]. Экспертные методы предлагается использовать и при построении причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы) для ранжирования факторов по их значимости и выделении наиболее важных [11, с.276]. Из методов обработки статистических данных разобрана методика анализа качества продукции машиностроения с помощью диаграмм Парето [11, с.277].

В производственном менеджменте большую роль играют методы принятия решений [11, с.25-28], различные специализированные эконометрические модели, например, модель минимизации сроков выполнения заказов на основе использования сетевого графика со случайными сроками выполнения отдельных работ [11, с.110-112].

Таким образом, эконометрические методы постоянно используются менеджерами, в том числе контроллерами. При решении задач организации производства необходимо применять эконометрические методы в соответствии с новой парадигмой в этой области (см. раздел 2.1 выше).

Термин «эконометрика» пока еще не всем известен в России. А между тем в мировой науке эконометрика занимает достойное место. Напомним, что Нобелевские премии по экономике получили эконометрики Ян Тильберген, Рагнар Фриш, Лоуренс Клейн, Трюгве Хаавельмо, Джеймс Хекман и Дэниель Мак-Фадден. В 2003 г. к ним добавились Энгл Грейнджер и Кеннет Риглз. Выпускается ряд научных журналов, полностью посвященных эконометрике, в том числе: *Journal of Econometrics* (Швеция), *Econometric Reviews* (США), *Econometrica* (США), *Sankhya (Indian Journal of Statistics. Ser.D. Quantitative Economics.* Индия), *Publications Econometriques* (Франция). Применение эконометрики дает заметный экономический эффект. Например, в США - не менее 20 миллиардов долларов ежегодно только в области статистического контроля качества [16].

Однако в нашей стране по ряду причин прикладная статистика и эконометрика до начала 1980-х годов не были сформированы как самостоятельные направления научной и практической деятельности, в отличие, например, от Польши, не говоря уже об англосаксонских странах. В результате специалистов в области прикладной статистики

и эконометрики у нас на порядок меньше, чем в США и Великобритании.

Поэтому весьма важно создание и развитие отечественной научной школы по эконометрике [104]. За развитие работ по эконометрике отвечает секция «Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика» кафедры ИБМ-2. Члены секции преподают и активно используют при решении практических задач дисциплины «Эконометрика», «Организационно-экономическое моделирование», «Прикладная статистика», «Статистика» (дневное обучение), «Статистика», «Методы принятия управленческих решений» (второе высшее образование на факультете ИБМ), «Количественные методы, статистика и информатика», «Эконометрика» (Бизнес-школа МГТУ им. Н.Э. Баумана).

Для описания работ членов секции в качестве базового будем использовать термин «эконометрика». Терминологические дискуссии не представляются плодотворными в данном разделе настоящей монографии.

Научная работа ведется в рамках Института высоких статистических технологий и эконометрики (ИВСТЭ) и Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге Научно-учебного центра «Контроллинг и управленческие инновации» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Научная школа по эконометрике представлена в редколлегиях научных журналов «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», «Контроллинг», «Социология: методология, методы, математическое моделирование», периодического сборника научных трудов «Управление большими системами» (все четыре издания входят в «список ВАК» - Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук), научного журнала «IDO science (Innovation, Development, Outsourcing)», редакционных советов журналов «BIOCOSMOLOGY – NEO-ARISTOTELISM», «Инженерный журнал: наука и инновации», «Инновации в менеджменте», в составе ряда диссертационных советов и Ученого совета Научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Партнерами научной школы по эконометрике в соответствии с заключенными договорами являются академические институты – Институт проблем управления, Центральный экономико-математический институт, а также Кубанский государственный аг-

рарный университет, в «Научном журнале КубГАУ» в 2013-2015 гг. опубликовано более 50 наших работ.

Ведутся прикладные научно-исследовательские работы, в частности, с Группой авиакомпаний «Волга-Днепр» (разработка Автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий АСППАП), с космическим научным центром ЦНИИМАШ.

Активно работает научный семинар Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге. В 2007 -2014 гг. проведено около 120 заседаний, на которых заслушано и обсуждено несколько сотен докладов.

В рамках научной школы защищено 9 кандидатских диссертаций, в том числе 6 – по экономическим наукам, 2 – по техническим, 1 – по физико-математическим

### **2.3.8. О подготовке специалистов по высоким статистическим технологиям**

Приходится с сожалением констатировать, что в России плохо налажена подготовка специалистов по высоким статистическим технологиям. В курсах по теории вероятностей и математической статистике обычно даются лишь классические основы этих дисциплин, разработанные в первой половине XX в., а преподаватели-математики свою научную деятельность предпочитают посвящать доказательству теорем, имеющих лишь внутриматематическое значение, а не развитию высоких статистических технологий. В настоящее время появилась надежда на эконометрику. В России разворачиваются эконометрические исследования и преподавание эконометрики. Экономисты, менеджеры и инженеры, прежде всего специалисты по контроллингу, должны быть вооружены современными средствами информационной поддержки, в том числе высокими статистическими технологиями и эконометрикой. Очевидно, преподавание должно идти впереди практического применения. Ведь как применять то, чего не знаешь?

Приведем два примера - отрицательный и положительный, - показывающие связь преподавания с внедрением передовых технологий.

Один раз - в 1990 – 1992 гг. мы уже обожглись на недооценке необходимости предварительной подготовки тех, для кого предназначены современные программные продукты. Наш коллектив (Всесоюзный центр статистических методов и информатики Центрального



Правления Всесоюзного экономического общества, в настоящее время – Институт высоких статистических технологий и эконометрики) разработал систему диалоговых программных систем обеспечения качества продукции. Их созданием руководили ведущие специалисты страны. Но распространение программных продуктов шло на 1 - 2 порядка медленнее, чем мы ожидали. Причина стала ясна не сразу. Как оказалось, работники предприятий просто не понимали возможностей разработанных систем, не знали, какие задачи можно решать с их помощью, какой экономический эффект они дадут. А не понимали и не знали потому, что в вузах никто их не учил статистическим методам управления качеством. Без такого систематического обучения нельзя обойтись - сложные концепции «на пальцах» за пять минут не объяснишь.

Есть и противоположный пример - положительный. В середине 1980-х годов в советской средней школе ввели новый предмет «Информатика». И сейчас молодое поколение превосходно владеет компьютерами, мгновенно осваивая быстро появляющиеся новинки, и этим заметно отличается от тех, кому за 50 – 60 лет.

Если бы удалось ввести в средней школе курс теории вероятностей и статистики, то ситуация с внедрением высоких статистических технологий могла бы быть резко улучшена. Такой курс есть в Японии и США, Швейцарии, Кении и Ботсване, почти во всех странах (и ЮНЕСКО проводит всемирные конференции по преподаванию статистики в средней школе – см. сборник докладов [109]). Надо, конечно, добиться того, чтобы этот курс был построен на высоких статистических технологиях, а не на низких. Другими словами, он должен отражать современные достижения, а не концепции пятидесятилетней или столетней давности.

## **2.4. Точки роста статистических методов**

Устаревшая научная и учебная литература, выполненная в соответствии с парадигмой середины XX в., создает впечатление, что математические методы экономики застыли на уровне пятидесятилетней давности, ничего существенно нового с тех пор не появлялось. Это впечатление полностью противоречит реальности. Новая парадигма породила массу новых идей, подходов, моделей, методов во всех разделах математических методов экономики - в прикладной статистике и других статистических методах (т.е. в эконометрике), теории принятия решений, экспертных технологиях, организационно-

экономическом моделировании, экономико-математических методах и моделях. (Перечисленные разделы в значительной степени перекрываются, и нет необходимости заниматься их искусственным разделением.) В настоящем разделе рассмотрим точки роста математических методов экономики на примере статистических методов. На основе новой парадигмы прикладной математической статистики, анализа данных и математических методов экономики выделим и рассмотрим пять актуальных направлений, в которых развивается современная прикладная статистика и другие статистические методы, т.е. пять «точек роста» – непараметрическая статистика, робастность, компьютерно-статистические методы, статистика интервальных данных, статистика нечисловых данных.

Отечественная литература по прикладной статистике и другим статистическим методам столь же необозрима, как и мировая. Только в разделе «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория» (с 1994 г.- "Заводская лаборатория. Диагностика материалов") с 1960-х годов опубликовано более 1000 статей.

Не будем даже пытаться перечислять здесь коллективы исследователей или основные монографии в этой области. История развития прикладной статистики и других статистических методов в нашей стране в основных чертах рассмотрена в работах [110 - 113].

Отметим только одно издание. По нашему мнению, наилучшей отечественной книгой XX века по прикладной статистике является сборник статистических таблиц Л.Н. Большева и Н.В. Смирнова [69] с подробными комментариями, играющими роль сжатого учебника и справочника.

В настоящем разделе на основе новой парадигмы прикладной математической статистики [63, 114], анализа данных [115] и математических методов экономики [116] (см. подробнее раздел 2.1) выделим и обсудим основные «точки роста» прикладной статистики и других статистических методов, те их направления, которые представляются наиболее перспективными в будущем, в следующие десятилетия XXI века, но пока в большинстве учебных, справочных и даже научных изданий отодвинуты на задний план традиционными постановками.

На основе опыта научной (теоретической и прикладной) и научно-организационной деятельности полагаем, что при описании современного этапа развития статистических методов целесообразно выделить пять актуальных направлений, в которых развивается современная прикладная статистика, т.е. пять «точек роста»: непараметрика (т.е. непараметрическая статистика), робастность (устойчивость),

компьютерно-статистические технологии (метод Монте-Карло, имитационное моделирование, автоматизированный системно-когнитивный анализ, бутстреп и др.), статистика интервальных данных, статистика нечисловых данных (в несколько иной терминологии - статистика объектов нечисловой природы). Дадим здесь краткую характеристику каждому из пяти перечисленных актуальных направлений исследований.

### 2.4.1. Непараметрическая статистика

В первой трети XX в., одновременно с параметрической статистикой Пирсона, Стьюдента и Фишера [110], в работах Спирмена и Кендалла появились первые непараметрические методы, основанные на коэффициентах ранговой корреляции, носящих ныне имена этих статистиков. Но непараметрика, не делающая нереалистических предположений о том, что функции распределения результатов наблюдений принадлежат тем или иным параметрическим семействам распределений, стала заметной частью статистики лишь со второй трети XX века. В 30-е годы появились работы А.Н. Колмогорова и Н.В. Смирнова, предложивших и изучивших статистические критерии, носящие в настоящее время их имена [111, 113]. Эти критерии основаны на использовании так называемого эмпирического процесса. (Как известно, эмпирический процесс – это разность между эмпирической и теоретической функциями распределения, умноженная на квадратный корень из объема выборки.) В работе А.Н. Колмогорова 1933 г. изучено предельное распределение супремума модуля эмпирического процесса, называемого сейчас критерием Колмогорова. Затем Н.В. Смирнов исследовал супремум и инфимум эмпирического процесса, а также интеграл (по теоретической функции распределения) квадрата эмпирического процесса.

Следует отметить, что встречающееся иногда в литературе словосочетание «критерий Колмогорова – Смирнова» некорректно, поскольку эти два статистика никогда не печатались вместе и не изучали один и тот же критерий схожими методами. Корректно сочетание «критерий типа Колмогорова – Смирнова», применяемое для обозначения критериев, основанных на использовании супремума функций от эмпирического процесса [75, 117].

После второй мировой войны развитие непараметрической статистики пошло быстрыми темпами. Большую роль сыграли работы американского статистика Ф. Вилкоксона и его научной школы. К на-

стоящему времени с помощью непараметрических методов можно решать практически тот же круг статистических задач, что и с помощью параметрических. Однако для обеспечения широкого внедрения непараметрических методов необходимо провести еще целый комплекс теоретических и пилотных (т.е. пробных) прикладных работ. Все большую роль играют непараметрические оценки плотности [118], непараметрические методы регрессии [119] и распознавания образов (дискриминантного анализа) [120]. В нашей стране непараметрические методы получили достаточно большую известность после выхода в 1965 г. первого издания упомянутого выше сборника статистических таблиц Л.Н. Большева и Н.В.Смирнова [69], содержащего подробные таблицы для основных непараметрических критериев.

Тем не менее параметрические методы всё еще популярнее непараметрических, особенно среди тех прикладников, кто слабо знаком со статистическими методами. Неоднократно публиковались экспериментальные данные, свидетельствующие о том, что распределения реально наблюдаемых случайных величин, в частности, ошибок измерения, в подавляющем большинстве случаев отличны от нормальных, т.е. гауссовских (см., например, [5, 121]). Тем не менее, математики-теоретики продолжают строить и изучать статистические модели, основанные на гауссовости, а практики – применять подобные методы и модели. Другими словами, «ищут под фонарем, а не там, где потеряли».

#### **2.4.2. Устойчивость (робастность) статистических процедур**

Если в параметрических постановках на вероятностные модели статистических данных накладываются слишком жесткие требования – их функции распределения должны принадлежать определенному параметрическому семейству, то в непараметрических, наоборот, излишне слабые – обычно требуется лишь, чтобы функции распределения были непрерывны. При этом игнорируется априорная информация о том, каков «примерный вид» распределения. Априори можно ожидать, что учет этого «примерного вида» улучшит показатели качества статистических процедур. Развитием этой идеи является теория устойчивости (робастности) статистических процедур, в которой предполагается, что распределение исходных данных мало отличается от некоторого параметрического семейства. За рубежом эту теорию

разрабатывали П. Хубер (другое написание фамилии - Хьюбер), Ф. Хампель и многие другие. Из монографий на русском языке, трактующих о робастности и устойчивости статистических процедур и математических моделей социально-экономических явлений и процессов, самой ранней и наиболее общей была книга [7], следующей - монография [122]. Частными, но весьма важными случаями реализации идеи робастности (устойчивости) статистических процедур являются статистика объектов нечисловой природы и статистика интервальных данных (см. ниже).

Имеется большое разнообразие моделей робастности в зависимости от того, какие именно отклонения от заданного параметрического семейства допускаются (подробнее см. [34, 123, 124]). Среди теоретиков наиболее популярной оказалась модель выбросов, в которой исходная выборка «засоряется» малым числом «выбросов», имеющих принципиально иное распределение. Однако эта модель представляется «тупиковой», поскольку в большинстве случаев большие выбросы либо невозможны из-за ограниченности шкалы прибора либо интервала изменения измеряемой величины, либо от них можно избавиться, применяя для расчетов только статистики, построенные по центральной части вариационного ряда. Кроме того, в подобных моделях обычно считается известной частота засорения (от которой зависят рекомендации по выбору методов), что в сочетании со сказанным выше делает их малоприменимыми для практического использования.

Более перспективным представляется, например, модель малых отклонений распределений, в которой расстояние между распределением каждого элемента выборки и базовым распределением не превосходит заданной малой величины, и модель статистики интервальных данных.

### **2.4.3. Компьютерно-статистические технологии**

Если еще в 70-е годы XX в. основным содержанием математической статистики считались предельные теоремы (см., например, [125, с.7 - 8]), то в настоящее время большую роль играют различные компьютерно-статистические технологии, основанные на методе статистических испытаний (Монте-Карло), имитационном моделировании, автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализе), бутстрепе и др. Компьютерно-статистические технологии будут рас-

смотрены ниже в отдельном разделе. Здесь скажем несколько слов об АСК-анализе и бутстрепе.

В предисловии к переводу на русский язык книги С. Кульбака «Теория информации и статистика» [126] А.Н. Колмогоров писал: «... навыки мысли и аналитический аппарат теории информации должны, по-видимому, привести к заметной *перестройке* здания математической статистики» [126, с. 5 - 6]. Однако этого не произошло, поскольку поток исследований, имеющих целью указанную перестройку, в СССР и мире по каким-то причинам не возник. Работы Е.В. Луценко по разработке и применению автоматизированного системно-когнитивного анализа (см., например [127 - 130]) можно рассматривать как развитие указанного А.Н. Колмогоровым направления прикладной математической статистики, не столько в чистоматематическом плане, сколько в прагматически-прикладном. Реализуется рекомендация А.Н. Колмогорова: «По-видимому, внедрение предлагаемых методов в практическую статистику будет облегчено, если тот же материал будет изложен более доступно и проиллюстрирован на подробно разобранных содержательных примерах». Отметим оригинальность подхода и результатов Е.В. Луценко (по сравнению с книгой С. Кульбака), так что речь выше идет об идейных связях, а не о развитии конкретных научных результатов. Математический метод автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) реализован в его программном инструментарии – универсальной когнитивной аналитической системе Эйдос-Х++. АСК-анализ основан на системной теории информации, которая создана в рамках реализации программной идеи обобщения всех понятий математики, в частности теории информации, базирующихся на теории множеств, путем тотальной замены понятия множества на более общее понятие системы и тщательного отслеживания всех последствий этой замены (см., например, [32, 33]). Благодаря математическим основам АСК-анализа этот метод является непараметрическим и позволяет сопоставимо обрабатывать десятки и сотни тысяч градаций факторов и будущих состояний объекта управления (классов) при неполных (фрагментированных), зашумленных данных числовой и нечисловой природы, измеряемых в различных единицах измерения.

Другая из упомянутых выше технологий - бутстреп (размножение выборок) - связана с интенсивным использованием возможностей компьютеров. Основная идея состоит в том, чтобы теоретическое исследование заменить вычислительным экспериментом. Например, вместо описания выборки распределением из параметрического се-

мейства строим большое число «похожих» выборок, т.е. «размножаем» выборку. Затем вместо оценивания характеристик (и параметров) и проверки гипотез на основе свойств теоретического распределения решаем эти задачи вычислительным методом, рассчитывая интересные нас статистики по каждой из «похожих» выборок и анализируя полученные при этом распределения. Например, вместо того, чтобы теоретическим путем находить распределение статистики, доверительные интервалы и другие характеристики, моделируют большое число выборок, похожих на исходную, затем рассчитывают соответствующие значения интересующей исследователя статистики и изучают их эмпирическое распределение. Квантили этого распределения задают доверительные интервалы, и т.д.

Термин «бутстреп» мгновенно получил широкую известность после первой же статьи Б. Эфрона 1979 г. по этой тематике. Он сразу же стал обсуждаться в массе публикаций, в том числе и научно-популярных. В «Заводской лаборатории» №10 за 1987 г. была помещена подборка статей по бутстрепу. На русском языке выпущен сборник статей Б. Эфрона [131]. Основная идея бутстрепа по Б. Эфрону состоит в том, что методом Монте-Карло (статистических испытаний) многократно извлекаются выборки из эмпирического распределения. Эти выборки, естественно, являются вариантами исходной, напоминают ее.

Сама по себе идея «размножения выборок» была известна гораздо раньше. Одна из статей Б. Эфрона в сборнике [131] называется так: «Бутстреп-методы: новый взгляд на метод складного ножа». Упомянутый «метод складного ножа» (*jackknife*) предложен М. Кенуем еще в 1949 г., за 30 лет до появления статьи Б.Эфрона. «Размножение выборок» при этом осуществляется путем исключения одного наблюдения. Таким путем для выборки объема  $n$  получаем  $n$  «похожих» на нее выборок объема  $(n - 1)$  каждая. Если же исключать по 2 наблюдения, то число «похожих» выборок возрастает до  $n(n - 1)/2$  объема  $(n - 2)$  каждая.

Преимущества и недостатки бутстрепа как статистического метода в сравнении с рядом аналогичных методов обсуждаются в [132]. Необходимо подчеркнуть, что бутстреп по Эфрону - лишь один из вариантов методов «размножения выборки» (*resampling*), и, на наш взгляд, не самый удачный. Метод «складного ножа» представляется более полезным. На его основе можно сформулировать следующую простую практическую рекомендацию.

Предположим, что Вы по выборке делаете какие-либо статистические выводы. Вы хотите узнать также, насколько эти выводы устойчивы. Если у Вас есть другие (контрольные) выборки, описывающие то же явление, то Вы можете применить к ним ту же статистическую процедуру и сравнить результаты. А если таких выборок нет? Тогда Вы можете их построить искусственно. Берете исходную выборку и исключаете один элемент. Получаете похожую выборку (она взята из того же распределения, только объем на единицу меньше). Затем возвращаете этот элемент выборки и исключаете другой. Получаете вторую похожую выборку. Поступая таким образом со всеми элементами исходной выборки, получаете столько выборок, похожих на исходную, каков ее объем. Остается обработать их тем же способом, что и исходную, и изучить устойчивость получаемых выводов - разброс оценок параметров, частоты принятия или отклонения гипотез и т.д.

Можно изменять не выборку, а сами данные. Поскольку всегда имеются погрешности измерения, то реальные данные - это не числа, а интервалы (результат измерения плюс-минус погрешность). Нужна статистическая теория анализа таких данных.

#### **2.4.4. Статистика интервальных данных**

Перспективное и быстро развивающееся направление последних десятилетий - статистика интервальных данных [83]. Речь идет о развитии методов прикладной математической статистики в ситуации, когда статистические данные - не числа, а интервалы, в частности, порожденные наложением ошибок измерения на значения случайных величин.

Статистика интервальных данных идейно связана с интервальной математикой, в которой в роли чисел выступают интервалы. Это направление математики является дальнейшим развитием известных правил приближенных вычислений, посвященных выражению погрешностей суммы, разности, произведения, частного через погрешности тех чисел, над которыми осуществляются перечисленные операции. К настоящему времени удалось решить, в частности, ряд задач теории интервальных дифференциальных уравнений, в которых коэффициенты, начальные условия и решения описываются с помощью интервалов.

Одна из ведущих научных школ в области статистики интервальных данных - это школа проф. А.П. Воцинина (1937 - 2008), активно



работающая с конца 70-х годов. В частности, ее представителями изучены проблемы регрессионного анализа, планирования эксперимента, сравнения альтернатив и принятия решений в условиях интервальной неопределенности.

Рассмотрим другое направление в статистике интервальных данных, которое также представляется перспективным. В нем развиваются асимптотические методы статистического анализа интервальных данных при больших объемах выборок и малых погрешностях измерений. Мы называем это направление асимптотической математической статистикой интервальных данных. В отличие от классической математической статистики, сначала устремляется к бесконечности объем выборки и только потом - уменьшаются до нуля погрешности. В частности, с помощью такой асимптотики в начале 1980-х годов были сформулированы правила выбора метода оценивания параметров гамма-распределения в ГОСТ 11.011-83 [133].

В рамках рассматриваемого научного направления разработана общая схема исследования, включающая введение и расчет нотны (максимально возможного отклонения статистики, вызванного интервальностью исходных данных) и рационального объема выборки (превышение которого не дает существенного повышения точности оценивания). Она применена к оцениванию математического ожидания, дисперсии, коэффициента вариации, параметров гамма-распределения и характеристик аддитивных статистик, при проверке гипотез о параметрах нормального распределения, в том числе с помощью критерия Стьюдента, а также гипотезы однородности с помощью критерия Смирнова. Разработаны подходы к рассмотрению интервальных данных в основных постановках регрессионного, дискриминантного и кластерного анализов. В частности, изучено влияние погрешностей измерений и наблюдений на свойства алгоритмов регрессионного анализа, разработаны способы расчета нотн и рациональных объемов выборок, введены и исследованы новые понятия многомерных и асимптотических нотн, доказаны соответствующие предельные теоремы. Начата разработка интервального дискриминантного анализа, в частности, рассмотрено влияние интервальности данных на введенный в статье [134] показатель качества классификации. Изучено асимптотическое поведение оценок метода моментов и оценок максимального правдоподобия (а также более общих оценок минимального контраста), проведено асимптотическое сравнение этих методов в случае интервальных данных. Найдены общие условия, при которых, в отличие от классической математической статисти-

стики, метод моментов дает более точные оценки, чем метод максимального правдоподобия. Подробное изложение дано в соответствующих главах монографий [5, 33, 36, 54].

В области асимптотической статистики интервальных данных российская наука имеет мировой приоритет. Во все виды статистического программного обеспечения необходимо включать алгоритмы интервальной статистики, «параллельные» обычно используемым алгоритмам прикладной математической статистики. Это позволяет в явном виде учесть наличие погрешностей у результатов наблюдений.

#### **2.4.5. Статистика объектов нечисловой природы как центральная часть прикладной статистики**

Напомним, что согласно общепринятой в настоящее время классификации статистических методов [5] прикладная статистика делится на следующие четыре области:

- статистика (числовых) случайных величин;
- многомерный статистический анализ;
- статистика временных рядов и случайных процессов;
- статистика объектов нечисловой природы.

Первые три из этих областей являются классическими. Они были хорошо известны еще в первой половине XX в. Остановимся на четвертой, сравнительно недавно вошедшей в массовое сознание специалистов. Ее именуют также статистикой нечисловых данных или попросту нечисловой статистикой. *Анализ динамики развития прикладной статистики приводит к выводу, что в XXI в. она станет центральной областью прикладной статистики, поскольку содержит наиболее общие подходы и результаты.*

Исходный объект в прикладной математической статистике - это выборка. В вероятностной теории статистики выборка - это совокупность независимых одинаково распределенных случайных элементов. Какова природа этих элементов? В классической математической статистике элементы выборки - это числа. В многомерном статистическом анализе - вектора. А в нечисловой статистике элементы выборки - это объекты нечисловой природы, которые нельзя складывать и умножать на числа. Другими словами, объекты нечисловой природы лежат в пространствах, не имеющих векторной структуры. Примерами объектов нечисловой природы являются:

значения качественных признаков, т.е. результаты кодировки объектов с помощью заданного перечня категорий (градаций);

упорядочения (ранжировки) образцов продукции (при оценке её технического уровня и конкурентоспособности)) или заявок на проведение научных работ (при проведении конкурсов на выделение грантов), описывающие мнения экспертов;

классификации, т.е. разбиения совокупности объектов на группы сходных между собой (кластеры);

толерантности, т.е. бинарные отношения, описывающие сходство объектов между собой, например, сходство тематики научных работ, которое оценивается экспертами с целью рационального формирования экспертных советов внутри определенной области науки;

результаты парных сравнений или контроля качества продукции по альтернативному признаку («годен» - «брак»), т.е. последовательности из 0 и 1;

множества (обычные или нечеткие), например, зоны, пораженные коррозией; топокарты, полученные при кинетокардиографии; перечни возможных причин аварии, составленные экспертами независимо друг от друга; нечеткие экспертные оценки качества газовых плит;

слова, предложения, тексты;

вектора, координаты которых - совокупность значений разнотипных признаков, например, результат составления статистического отчета о научно-технической деятельности (т.н. форма № 1-наука) или заполненная компьютеризированная история болезни, в которой часть признаков носит качественный характер, а часть - количественный;

ответы на вопросы экспертной, маркетинговой или социологической анкеты, часть из которых носит количественный характер (возможно, интервальный), часть сводится к выбору одной из нескольких подсказок, а часть представляет собой тексты;

графы, и т.д.

Интервальные данные также можно рассматривать как пример объектов нечисловой природы, а именно, как частный случай нечетких множеств.

С начала 1970-х годов под влиянием запросов прикладных исследований в социально-экономических, технических, медицинских науках в России активно развивается статистика объектов нечисловой природы, известная также как статистика нечисловых данных или нечисловая статистика. В создании этой сравнительно новой области эконометрики и прикладной математической статистики приоритет принадлежит российским ученым.

Большую роль сыграл основанный в 1973 г. научный семинар «Экспертные оценки и анализ данных». В 1960-е годы советское на-

учное сообщество стало интересоваться методами экспертных оценок (об их истории и современном состоянии см. ниже и [52, 135]). Как следствие, началось знакомство с конкретными математизированными теориями, связанными с этими методами. Речь идет о репрезентативной теории измерений, ставшей известной в нашей стране по статье П. Суппеса и Дж. Зинеса в сборнике [136] и книге И. Пфанцагля [137], о теории нечеткости, современный этап которой начался с работ Л.А. Заде [138], теории парных сравнений, описанной в монографии Г. Дэвида [139]. К этому кругу идей примыкают теория случайных множеств (см., например, книгу Ж. Матерона [140]) и методы многомерного шкалирования (описаны, в частности, в монографиях А.Ю. Терехиной [141] и В.Т. Перекреста [142]). Но наибольшее влияние оказали идеи американского исследователя проф. Дж. Кемени, который аксиоматически ввел расстояние между ранжировками (теперь оно именуется в литературе расстоянием Кемени) и предложил использовать в качестве средней величины решение оптимизационной задачи (теперь - медиана Кемени). Его скромная по объему книга [143], написанная в соавторстве с Дж. Снеллом, породила большой поток исследований.

В течение 1970-х годов на основе запросов теории экспертных оценок (а также социологии, экономики, техники и медицины) развивались конкретные направления статистики объектов нечисловой природы. Были установлены связи между конкретными видами таких объектов, разработаны для них вероятностные модели. Научные итоги этого периода подведены в монографиях [7, 144, 145].

Следующий этап - выделение статистики объектов нечисловой природы в качестве самостоятельного направления в прикладной статистике, ядром которого являются методы статистического анализа данных произвольной природы. Программа развития этого нового научного направления впервые была сформулирована в статье [146]. Реализация этой программы была осуществлена в основном в 1980-е годы. Для работ этого периода характерна сосредоточенность на внутренних проблемах нечисловой статистики. Ссылки на конкретные монографии, сборники, статьи и иные публикации нескольких сотен авторов приведены в [36, 82]. Отметим лишь сборник научных статей [87], первый сборник, полностью посвященный нечисловой статистике.

К началу 1990-х годов статистика объектов нечисловой природы с теоретической точки зрения была достаточно хорошо развита, основные идеи, подходы и методы были разработаны и изучены мате-

матически, в частности, доказано достаточно много теорем. Однако она оставалась недостаточно апробированной на практике. И в 1990-е годы наступило время от теоретических математико-статистических исследований перейти к применению полученных результатов при решении конкретных задач в различных областях науки и практики. В конце XX в. и начале XXI в. началось преподавание статистики объектов нечисловой природы, в частности, в учебных курсах «Прикладная статистика», «Эконометрика», «Организационно-экономическое моделирование», «Принятие решений» и др.

Важно отметить, что в статистике нечисловых данных, как и в других областях прикладной статистики и прикладной математики вообще, одна и та же математическая схема может с успехом применяться при решении различных задач анализа конкретных данных. В технических исследованиях, и в менеджменте, и в экономике, и в геологии, и в медицине, и в социологии, и для анализа экспертных оценок, и во многих иных областях. А потому ее лучше всего формулировать и изучать в наиболее общем виде, для объектов произвольной природы.

#### **2.4.6. Основные идеи статистики объектов нечисловой природы**

В чем принципиальная новизна нечисловой статистики? Для классической математической статистики характерна операция сложения. При расчете выборочных характеристик распределения (выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия и др.), в регрессионном анализе и других областях этой научной дисциплины постоянно используются суммы. Математический аппарат - законы больших чисел, Центральная предельная теорема и другие теоремы - нацелены на изучение сумм. В нечисловой же статистике нельзя использовать операцию сложения, поскольку элементы выборки лежат в пространствах, где нет операции сложения. Методы обработки нечисловых данных основаны на принципиально ином математическом аппарате - на применении различных расстояний в пространствах объектов нечисловой природы.

Кратко рассмотрим несколько идей, развиваемых в статистике объектов нечисловой природы для данных, лежащих в пространствах произвольного вида. Решаются классические задачи описания данных, оценивания, проверки гипотез - но для неклассических данных, а потому неклассическими методами.

Первой обсудим проблему определения средних величин. В рамках репрезентативной теории измерений удается указать вид средних величин, соответствующих тем или иным шкалам измерения. В классической математической статистике эмпирические и теоретические средние величины вводят с помощью операций сложения (выборочное среднее арифметическое, математическое ожидание) или упорядочения (выборочная и теоретическая медианы). В пространствах произвольной природы средние значения нельзя определить с помощью операций сложения или упорядочения. Теоретические и эмпирические средние приходится вводить как решения экстремальных задач. Для теоретического среднего это - задача минимизации математического ожидания (в классическом смысле) расстояния от случайного элемента со значениями в рассматриваемом пространстве до фиксированной точки этого пространства (минимизируется указанная функция от этой точки). Для эмпирического среднего математическое ожидание берется по эмпирическому распределению, т.е. берется сумма расстояний от некоторой точки до элементов выборки и затем минимизируется по этой точке. При этом как эмпирическое, так и теоретическое средние как решения экстремальных задач могут быть не единственными элементами пространства, а описываться множествами таких элементов, которые могут оказаться и пустыми. Несмотря на возможность неоднозначности или пустоты решений экстремальных задач, удалось сформулировать и доказать законы больших чисел для средних величин, определенных указанным образом, т.е. установить сходимость эмпирических средних к теоретическим.

Как обычно, хорошая общая теория дает больше того, что от нее вначале ожидалось. Так, удалось установить, что методы доказательства законов больших чисел допускают существенно более широкую область применения, чем та, для которой они были разработаны. А именно, с помощью этих методов удалось изучить асимптотику решений экстремальных статистических задач, к которым, как известно, сводится большинство постановок прикладной статистики. В частности, кроме законов больших чисел установлена и состоятельность оценок минимального контраста, в том числе оценок максимального правдоподобия и робастных оценок. К настоящему времени подобные оценки изучены также и в интервальной статистике.

В статистике в пространствах произвольной природы большую роль играют непараметрические оценки плотности, используемые, в частности, в различных алгоритмах регрессионного, дискриминантного, кластерного анализов. В нечисловой статистике предложен и изучен ряд типов непараметрических оценок плотности в пространствах произвольной природы, в частности, доказана их состоятельность, изучена скорость сходимости и установлен примечательный факт совпадения наилучшей скорости сходимости в произвольном случае с той, которая имеет быть в классической математико-статистической теории для числовых случайных величин.

Дискриминантный, кластерный, регрессионный анализы в пространствах произвольной природы основаны либо на параметрической теории - и тогда применяется подход, связанный с асимптотикой решения экстремальных статистических задач - либо на непараметрической теории - и тогда используются алгоритмы на основе непараметрических оценок плотности.

Для проверки гипотез могут быть использованы статистики интегрального типа, в частности, типа омега-квадрат. Любопытно, что предельная теория таких статистик, построенная первоначально в классической постановке [147] для конечномерного пространства, приобрела естественный (завершенный, изящный) вид именно для пространств произвольного вида [148, 148], поскольку при этом удалось провести рассуждения, опираясь на базовые математические соотношения, а не на те частные (с общей точки зрения), что были связаны с конечномерным пространством.

Представляют практический интерес результаты, связанные с конкретными областями статистики нечисловых данных. В частности, со статистикой нечетких и случайных множеств (напомним, что теория нечетких множеств в определенном смысле сводится к теории случайных множеств), с непараметрической теорией парных сравнений, с аксиоматическим введением метрик в конкретных пространствах объектов нечисловой природы, и с рядом других конкретных постановок.

Для анализа нечисловых, в частности, экспертных данных весьма важны методы классификации. С другой стороны, наиболее естественно ставить и решать задачи классификации, основанные на ис-

пользовании расстояний или показателей различия, в рамках статистики нечисловых данных. Это касается как распознавания образов с учителем (другими словами, дискриминантного анализа), так и распознавания образов без учителя (т.е. кластерного анализа).

Статистические методы анализа нечисловых данных особенно хорошо приспособлены для применения в экономике, социологии и экспертных оценках, поскольку в этих областях от 50% до 90% данных являются нечисловыми [36].

Итак, статистика нечисловых данных является центром прикладной статистики. А ее теоретическая основа – статистика в пространствах произвольной природы – является стержнем математической статистики.

#### **2.4.7. Другие точки роста**

Выше рассмотрены пять основных «точек роста» прикладной статистики и других статистических методов. Разумеется, они не исчерпывают все многообразие фронта научных исследований в рассматриваемых областях. Кроме того, мы почти не затронули разнообразные применения статистических методов в конкретных прикладных исследованиях и разработках. Много интересных проблем есть в планировании экспериментов, особенно кинетических (см., например, [150]), при анализе проблем надежности, в новых статистических методах управления качеством продукции [16, 39], при анализе рисков [151], в вопросах экологии и промышленной безопасности [62] и др.

Необходимо отметить, что в течение последних более чем 60 лет в России наблюдается огромный разрыв между государственной статистикой и научным сообществом специалистов по статистическим методам (подробнее об этом см. статью [152]). Так, в учебнике по истории статистики [153] даже не упоминаются имена членов-корреспондентов АН СССР Н.В.Смирнова и Л.Н. Большева! А ведь они – единственные представители именно математической статистики как таковой в Академии наук в XX в. (еще ряд членов отечественной Академии наук имели математическую статистику среди своих интересов, но Н.В. Смирнов и Л.Н. Большев занимались практически только ею).



## ГЛАВА 3. КОНКРЕТНЫЕ ОБЛАСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЛИНГА

Бросив общий взгляд на математические и инструментальные методы контроллинга, рассмотрев "с птичьего полета" эту обширную область теоретических и прикладных исследований, вполне естественно проанализировать ранее выделенные крупные научные направления. Двигаясь "сверху вниз", мы получим возможность обсуждать конкретные алгоритмы расчетов, однако за подробностями часто будем отсылать к соответствующим публикациям. По нашей оценке, современный этап развития науки характеризуется тем, что конкретные методы достаточно хорошо описаны в традиционных бумажных изданиях и в Интернет-ресурсах. Недостаточно проработан следующий иерархический этап - анализ совокупностей методов, предназначенных для решения задач в рамках конкретных научных направлений. Необходимо развитие методологии [50] математических и инструментальных методов контроллинга, т.е. организации деятельности в этой области исследований. Именно развитию методологии посвящена настоящая часть монографии. Начнем с анализа выделенных в предыдущей части точек роста.

### 3.1. Современное состояние непараметрической статистики

Непараметрическая статистика – одна из пяти точек роста прикладной математической статистики и математических методов экономики в целом (включая контроллинг). Специалистам хорошо известно большое число публикаций по конкретным вопросам непараметрической статистики - статей и книг, полностью или частично посвященных этой тематике. Однако приходится констатировать, что внутренняя структура научного направления "Непараметрическая статистика" остается до настоящего времени непроявленной. Цель настоящего раздела – на основе сложившегося в практике научной деятельности определения непараметрической статистики рассмотреть ее деление на области и систематизировать исследования по непараметрическим статистическим методам.

Непараметрическая статистика – одна из пяти точек роста прикладной математической статистики, выделенных в разделе 2.3 (см. также статьи [67, 154, 155]). Она занимает важное место среди математических методов исследования. Однако, несмотря на большое

число публикаций по конкретным вопросам непараметрической статистики, внутренняя структура этого научного направления оставалась до сих пор непроявленной. На основе сложившегося в практике научной деятельности определения непараметрической статистики проведем ее деление на области и сделаем первоначальную попытку систематизировать публикации по непараметрическим статистическим методам.

Как известно, непараметрика, или - подробнее - непараметрическая статистика, позволяет делать статистические выводы, в частности, оценивать характеристики распределения и проверять статистические гипотезы, без, как правило, слабо обоснованных предположений о том, что функция распределения элементов выборки входит в то или иное параметрическое семейство. Например, широко распространена вера в то, что статистические данные часто подчиняются нормальному распределению. Как говорят (частично в шутку, частично всерьез - распространенная фраза из научного фольклора), математики думают, что это - экспериментальный факт, установленный в прикладных исследованиях, в то время как прикладники уверены, что математики доказали нормальность результатов наблюдений. Между тем анализ конкретных результатов наблюдений, в частности, погрешностей измерений, приводит всегда к одному и тому же выводу - в подавляющем большинстве случаев реальные распределения существенно отличаются от нормальных [121]. Некритическое использование гипотезы нормальности часто приводит к значительным ошибкам, например, при отбраковке резко выделяющихся результатов наблюдений (выбросов) [156], при статистическом контроле качества и в других случаях. Поэтому целесообразно использовать непараметрические методы, в которых на функции распределения результатов наблюдений наложены лишь весьма слабые требования. Обычно предполагается лишь их непрерывность. На основе обобщения многочисленных исследований можно констатировать, что к настоящему времени с помощью непараметрических методов можно решать практически тот же круг задач, что ранее решался параметрическими методами. Являются несостоятельными встречающиеся в литературе заявления о том, что непараметрические методы имеют меньшую мощность или требуют большего объема выборки, чем параметрические. При этом в непараметрике, как и в математической статистике в целом, шире - во всей обширной области математических методов исследования, остается ряд нерешенных задач, некоторые из которых сформулированы в статье [157].

### 3.1.1. Параметрические и непараметрические гипотезы

Начнем обсуждение понятия «непараметрическая статистика» с постановок задач проверки статистических гипотез, следуя подходу, зафиксированному в справочнике [60]. Уточнение исходных понятий необходимо, поскольку в литературе распространены неполные или даже неверные формулировки.

*Статистическая гипотеза* – любое предположение, касающееся неизвестного распределения случайных величин (элементов). Приведем формулировки нескольких статистических гипотез:

1. Результаты наблюдений имеют нормальное распределение с нулевым математическим ожиданием.

2. Результаты наблюдений имеют функцию стандартного нормального распределения с нулевым математическим ожиданием и единичной дисперсией (обычно такое распределение обозначается  $N(0,1)$ ).

3. Результаты наблюдений имеют нормальное распределение.

4. Результаты наблюдений в двух независимых выборках имеют одно и то же нормальное распределение.

5. Результаты наблюдений в двух независимых выборках имеют одно и то же распределение.

Различают нулевую и альтернативную гипотезы. Нулевая гипотеза – гипотеза, подлежащая проверке. Альтернативная гипотеза – каждая допустимая гипотеза, отличная от нулевой. Нулевую гипотезу обозначают  $H_0$ , альтернативную –  $H_1$  (от *Hypothesis* – «гипотеза» (англ.)). Выбор тех или иных нулевых или альтернативных гипотез определяется стоящими перед менеджером, экономистом, инженером, исследователем прикладными задачами. Рассмотрим примеры.

*Пример 1.* Пусть нулевая гипотеза – гипотеза 2 из приведенного выше списка, а альтернативная – гипотеза 1. Сказанное означает, что реальная ситуация описывается вероятностной моделью, согласно которой результаты наблюдений рассматриваются как реализации независимых одинаково распределенных случайных величин с функцией распределения  $N(0,\sigma)$ , где параметр  $\sigma$  (среднее квадратичное отклонение) неизвестен статистику. В рамках этой модели нулевую гипотезу записывают так:

$$H_0: \sigma = 1,$$

а альтернативную так:

$$H_1: \sigma \neq 1.$$

*Пример 2.* Пусть нулевая гипотеза – по-прежнему гипотеза 2 из приведенного выше списка, а альтернативная – гипотеза 3 из того же списка. Тогда в вероятностной модели управленческой, экономической или производственной ситуации предполагается, что результаты наблюдений образуют выборку из нормального распределения  $N(m, \sigma)$  при некоторых значениях  $m$  и  $\sigma$ . Гипотезы записываются так:

$$H_0: m = 0, \sigma = 1$$

(оба параметра принимают фиксированные значения);

$$H_1: m \neq 0 \text{ и/или } \sigma \neq 1$$

(т.е. либо  $m \neq 0$ , либо  $\sigma \neq 1$ , либо и  $m \neq 0$ , и  $\sigma \neq 1$ ).

*Пример 3.* Пусть  $H_0$  – гипотеза 1 из приведенного выше списка, а  $H_1$  – гипотеза 3 из того же списка. Тогда вероятностная модель – та же, что в примере 2,

$$H_0: m = 0, \sigma \text{ произвольно};$$

$$H_1: m \neq 0, \sigma \text{ произвольно}.$$

*Пример 4.* Пусть  $H_0$  – гипотеза 2 из приведенного выше списка, а согласно  $H_1$  результаты наблюдений имеют функцию распределения  $F(x)$ , не совпадающую с функцией стандартного нормального распределения  $\Phi(x)$ . Тогда

$$H_0: F(x) = \Phi(x) \text{ при всех } x \text{ (записывается как тождество } F(x) \equiv \Phi(x));$$

$$H_1: F(x_0) \neq \Phi(x_0) \text{ при некотором } x_0 \text{ (т.е. неверно, что } F(x) \equiv \Phi(x)).$$

*Примечание.* Здесь символ " $\equiv$ " – знак тождественного совпадения функций (т.е. совпадения при всех возможных значениях аргумента  $x$ ).

*Пример 5.* Пусть  $H_0$  – гипотеза 3 из приведенного выше списка, а согласно  $H_1$  результаты наблюдений имеют функцию распределения  $F(x)$ , не являющуюся нормальной. Тогда

$$H_0: F(x) \equiv \Phi\left(\frac{x-m}{\sigma}\right)$$

при некоторых  $m, \sigma$ ;

$$H_1: \text{для любых } m, \sigma \text{ найдется } x_0 = x_0(m, \sigma) \text{ такое, что}$$

$$F(x_0) \neq \Phi\left(\frac{x_0-m}{\sigma}\right).$$

*Пример 6.* Пусть  $H_0$  – гипотеза 4 из приведенного выше списка, согласно вероятностной модели две выборки извлечены из совокупностей с функциями распределения  $F(x)$  и  $G(x)$ , являющихся нормальными с параметрами  $m_1, \sigma_1$  и  $m_2, \sigma_2$  соответственно, а  $H_1$  – отрицание  $H_0$ . Тогда

$$H_0: m_1 = m_2, \sigma_1 = \sigma_2, \text{ причем } m_1 \text{ и } \sigma_1 \text{ произвольны};$$

$H_1: m_1 \neq m_2$  и/или  $\sigma_1 \neq \sigma_2$ .

*Пример 7.* Пусть в условиях примера 6 дополнительно известно, что  $\sigma_1 = \sigma_2$ . Тогда

$H_0: m_1 = m_2, \sigma > 0$ , причем  $m_1$  и  $\sigma$  произвольны;

$H_1: m_1 \neq m_2, \sigma > 0$ .

*Пример 8.* Пусть  $H_0$  – гипотеза 5 из приведенного выше списка, согласно вероятностной модели две выборки извлечены из совокупностей с функциями распределения  $F(x)$  и  $G(x)$  соответственно, а  $H_1$  – отрицание  $H_0$ . Тогда

$H_0: F(x) \equiv G(x)$ , где  $F(x)$  – произвольная функция распределения;

$H_1: F(x)$  и  $G(x)$  – произвольные функции распределения, причем  $F(x) \neq G(x)$  при некоторых  $x$ .

*Пример 9.* Пусть в условиях примера 7 дополнительно предполагается, что функции распределения  $F(x)$  и  $G(x)$  отличаются только сдвигом, т.е.  $G(x) = F(x - a)$  при некотором  $a$ . Тогда

$H_0: F(x) \equiv G(x)$ , где  $F(x)$  – произвольная функция распределения;

$H_1: G(x) = F(x - a), a \neq 0$ , где  $F(x)$  – произвольная функция распределения.

*Пример 10.* Пусть в условиях примера 4 дополнительно известно, что согласно вероятностной модели ситуации  $F(x)$  – функция нормального распределения с единичной дисперсией, т.е. имеет вид  $N(m, 1)$ . Тогда

$H_0: m = 0$  (т.е.  $F(x) = \Phi(x)$  при всех  $x, F(x) \equiv \Phi(x)$ );

$H_1: m \neq 0$  (т.е. неверно, что  $F(x) \equiv \Phi(x)$ ).

*Пример 11.* При статистическом регулировании технологических, экономических, управленческих или иных процессов [97, 158] рассматривают выборку, извлеченную из совокупности с нормальным распределением и известной дисперсией, и гипотезы

$H_0: m = m_0$ ,

$H_1: m = m_1$ ,

где значение параметра  $m = m_0$  соответствует налаженному ходу процесса, а переход к  $m = m_1$  свидетельствует о разладке.

*Пример 12.* При статистическом приемочном контроле [16, 159, 160] число дефектных единиц продукции в выборке подчиняется гипергеометрическому распределению, неизвестным параметром является  $p = D/N$  – уровень дефектности, где  $N$  – объем партии продукции,  $D$  – общее число дефектных единиц продукции в партии. Используемые в нормативно-технической и коммерческой документации (стандартах, договорах на поставку и др.) планы контроля часто нацелены на проверку гипотезы

$$H_0: p \leq AQL$$

против альтернативной гипотезы

$$H_1: p \geq LQ,$$

где  $AQL$  – приемочный уровень дефектности,  $LQ$  – браковочный уровень дефектности (очевидно, что  $AQL < LQ$ ).

*Пример 13.* В качестве показателей стабильности технологического, экономического, управленческого или иного процесса используют ряд характеристик распределений контролируемых показателей, в частности, коэффициент вариации  $v = \sigma/M(X)$ . Требуется проверить нулевую гипотезу

$$H_0: v \leq v_0$$

при альтернативной гипотезе

$$H_1: v > v_0,$$

где  $v_0$  – некоторое заранее заданное граничное значение.

*Пример 14.* Пусть вероятностная модель двух выборок – та же, что в примере 8, математические ожидания результатов наблюдений в первой и второй выборках обозначим  $M(X)$  и  $M(Y)$  соответственно. В ряде ситуаций проверяют нулевую гипотезу

$$H_0: M(X) = M(Y)$$

против альтернативной гипотезы

$$H_1: M(X) \neq M(Y).$$

*Пример 15.* В статье [161] отмечалось большое значение в математической статистике функций распределения, симметричных относительно 0. При проверке симметричности

$$H_0: F(-x) = 1 - F(x) \text{ при всех } x, \text{ в остальном } F \text{ произвольна};$$

$H_1: F(-x_0) \neq 1 - F(x_0)$  при некотором  $x_0$ , в остальном  $F$  произвольна.

В вероятностно-статистических методах принятия решений используются и многие другие постановки задач проверки статистических гипотез.

Конкретная задача проверки статистической гипотезы полностью описана, если заданы нулевая и альтернативная гипотезы. Выбор метода проверки статистической гипотезы, свойства и характеристики методов определяются как нулевой, так и альтернативной гипотезами. Для проверки одной и той же нулевой гипотезы при различных альтернативных гипотезах следует использовать, вообще говоря, различные методы. Так, в примерах 4 и 10 нулевая гипотеза одна и та же, а альтернативные – различны. Поэтому в условиях примера 4 следует применять методы проверки согласия с фиксированным распределением (например, критерии Колмогорова или омега-квадрат), а в усло-

виях примера 10 - критерий Стьюдента. Если в условиях примера 4 использовать критерий Стьюдента, то он не будет решать поставленных задач (не сможет обнаружить все варианты альтернативных гипотез). Если в условиях примера 10 использовать критерий согласия Колмогорова, то он, напротив, будет решать поставленные задачи, хотя, возможно, и хуже, чем специально приспособленный для этого случая критерий Стьюдента.

При обработке реальных данных большое значение имеет правильный выбор гипотез  $H_0$  и  $H_1$ . Принимаемые предположения, например, нормальность распределения, должны быть тщательно обоснованы, в частности, статистическими методами. Отметим, что в подавляющем большинстве конкретных прикладных постановок распределение результатов наблюдений отлично от нормального [121].

Часто возникает ситуация, когда вид нулевой гипотезы вытекает из постановки прикладной задачи, а вид альтернативной гипотезы не ясен. В таких случаях следует рассматривать альтернативную гипотезу наиболее общего вида и использовать методы, решающие поставленную задачу при всех возможных  $H_1$ . В частности, при проверке гипотезы 2 (из приведенного выше списка) как нулевой следует в качестве альтернативной гипотезы использовать  $H_1$  из примера 4, а не из примера 10, если нет специальных обоснований нормальности распределения результатов наблюдений при альтернативной гипотезе.

Статистические гипотезы разделяют на два класса - параметрические и непараметрические. Дадим определения этим терминам. Предположение, которое касается неизвестного значения параметра распределения, входящего в некоторое параметрическое семейство распределений, называется *параметрической гипотезой* (отметим, что параметр может быть и многомерным). Предположение, при котором вид распределения неизвестен (т.е. не предполагается, что оно входит в некоторое априори заданное параметрическое семейство распределений), называется *непараметрической гипотезой*. Таким образом, если распределение  $F(x)$  результатов наблюдений в выборке согласно принятой вероятностной модели входит в некоторое параметрическое семейство  $\{F(x;\theta), \theta \in \Theta\}$ , т.е.  $F(x) = F(x;\theta_0)$  при некотором  $\theta_0 \in \Theta$ , то рассматриваемая гипотеза - параметрическая, в противном случае - непараметрическая.

Если и  $H_0$  и  $H_1$  - параметрические гипотезы, то задача проверки статистической гипотезы - *параметрическая*. Если хотя бы одна из гипотез  $H_0$  и  $H_1$  - непараметрическая, то задача проверки статистической гипотезы - *непараметрическая*. Другими словами, если вероят-

ностная модель ситуации – параметрическая, т.е. полностью описывается в терминах того или иного параметрического семейства распределений вероятностей, то и задача проверки статистической гипотезы – параметрическая. Если же вероятностная модель ситуации – непараметрическая, т.е. ее нельзя полностью описать в терминах какого-либо параметрического семейства распределений вероятностей, то и задача проверки статистической гипотезы – непараметрическая. В примерах 1 - 3, 6, 7, 10 - 12 даны постановки параметрических задач проверки гипотез, а в примерах 4, 5, 8, 9, 13 - 15 – непараметрических. Непараметрические задачи проверки гипотез делятся на два класса: в одном из них речь идет о проверке утверждений, касающихся функций распределения (примеры 4, 5, 8, 9, 15), во втором – о проверке утверждений, касающихся характеристик распределений (примеры 13, 14).

Статистическая гипотеза называется простой, если она однозначно задает распределение результатов наблюдений, вошедших в выборку. В противном случае статистическая гипотеза называется сложной. Гипотеза 2 из приведенного выше списка, нулевые гипотезы в примерах 1, 2, 4, 10, нулевая и альтернативная гипотезы в примере 11 – простые, все остальные упомянутые выше гипотезы – сложные.

Однозначно определенный способ проверки статистических гипотез называется *статистическим критерием*. Статистический критерий строится с помощью статистики  $U(x_1, x_2, \dots, x_n)$  – функции от результатов наблюдений  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . В пространстве значений статистики  $U$  выделяют *критическую область*  $\Psi$ , т.е. область со следующим свойством: если значения применяемой статистики принадлежат данной области, то отклоняют (иногда говорят - отвергают) нулевую гипотезу, в противном случае – не отвергают (т.е. принимают).

*Статистику  $U$ , используемую при построении определенного статистического критерия, называют статистикой этого критерия.* Например, в задаче проверки статистической гипотезы, приведенной в примере 4, применяют критерий Колмогорова, основанный на статистике

$$D_n = \sqrt{n} \sup_x |F_n(x) - F_0(x)|$$

При этом  $D_n$  называют статистикой критерия Колмогорова.

Частным случаем статистики  $U$  является векторзначная функция результатов наблюдений  $U_0(x_1, x_2, \dots, x_n) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , значения которой – набор результатов наблюдений. Если  $x_i$  – числа, то  $U_0$  – набор  $n$  чисел, т.е. точка  $n$ -мерного пространства. Ясно, что статистика кри-



терия  $U$  является функцией от  $U_0$ , т.е.  $U = f(U_0)$ . Поэтому можно считать, что  $\Psi$  – область в том же  $n$ -мерном пространстве, нулевая гипотеза отвергается, если  $(x_1, x_2, \dots, x_n) \in \Psi$ , и принимается в противном случае.

В вероятностно-статистических методах обработки данных и принятия решений статистические критерии, как правило, основаны на статистиках  $U$ , принимающих числовые значения, и критические области имеют вид

$$\Psi = \{U(x_1, x_2, \dots, x_n) > C\}, \quad (1)$$

где  $C$  – некоторые числа.

*Статистические критерии делятся на параметрические и непараметрические: параметрические критерии используются в параметрических задачах проверки статистических гипотез, а непараметрические – в непараметрических задачах.*

При проверке статистической гипотезы возможны ошибки. Есть два рода ошибок. Ошибка первого рода заключается в том, что отвергают нулевую гипотезу, в то время как в действительности эта гипотеза верна. Ошибка второго рода состоит в том, что принимают нулевую гипотезу, в то время как в действительности эта гипотеза неверна.

Вероятность ошибки первого рода называется *уровнем значимости* и обозначается  $\alpha$ . Таким образом,  $\alpha = P\{U \in \Psi \mid H_0\}$ , т.е. уровень значимости  $\alpha$  – это вероятность события  $\{U \in \Psi\}$ , вычисленная в предположении, что верна нулевая гипотеза  $H_0$ .

Уровень значимости однозначно определен, если  $H_0$  – простая гипотеза. Если же  $H_0$  – сложная гипотеза, то уровень значимости, вообще говоря, зависит от функции распределения результатов наблюдений, удовлетворяющей  $H_0$ . Статистику критерия  $U$  обычно строят так, чтобы вероятность события  $\{U \in \Psi\}$  не зависела от того, какое именно распределение (из удовлетворяющих нулевой гипотезе  $H_0$ ) имеют результаты наблюдений. Для статистик критерия  $U$  общего вида под уровнем значимости понимают максимально возможную ошибку первого рода. Максимум (точнее, супремум) берется по всем возможным распределениям, удовлетворяющим нулевой гипотезе  $H_0$ , т.е.  $\alpha = \sup P\{U \in \Psi \mid H_0\}$ .

Если критическая область имеет вид, указанный в формуле (1), то

$$P\{U > C \mid H_0\} = \alpha. \quad (2)$$

Если  $C$  задано, то из последнего соотношения определяют  $\alpha$ . Часто поступают по иному – задавая  $\alpha$  (обычно  $\alpha = 0,05$ , иногда  $\alpha = 0,01$  или  $\alpha = 0,1$ , другие значения  $\alpha$  используются гораздо реже), определяют  $C$

из уравнения (2), обозначая его  $C_\alpha$ , и используют критическую область  $\Psi = \{U > C_\alpha\}$  с заданным уровнем значимости  $\alpha$ .

Вероятность ошибки второго рода есть  $P\{U \notin \Psi \mid H_1\}$ . Обычно используют не эту вероятность, а ее дополнение до 1, т.е.  $P\{U \in \Psi \mid H_1\} = 1 - P\{U \notin \Psi \mid H_1\}$ . Эта величина носит название *мощности критерия*. Итак, мощность критерия – это вероятность того, что нулевая гипотеза будет отвергнута, когда альтернативная гипотеза верна.

Понятия уровня значимости и мощности критерия объединяются в понятие функции мощности критерия – функции, определяющей вероятность того, что нулевая гипотеза будет отвергнута. Функция мощности зависит от критической области  $\Psi$  и действительного распределения результатов наблюдений. В параметрической задаче проверки гипотез распределение результатов наблюдений задается параметром  $\theta$ . В этом случае функция мощности обозначается  $M(\Psi, \theta)$  и зависит от критической области  $\Psi$  и действительного значения исследуемого параметра  $\theta$ . Если

$$H_0: \theta = \theta_0,$$

$$H_1: \theta = \theta_1,$$

то

$$M(\Psi, \theta_0) = \alpha,$$

$$M(\Psi, \theta_1) = 1 - \beta,$$

где  $\alpha$  – вероятность ошибки первого рода,  $\beta$  – вероятность ошибки второго рода. В статистическом приемочном контроле  $\alpha$  – риск изготовителя,  $\beta$  – риск потребителя. При статистическом регулировании технологического процесса  $\alpha$  – риск излишней наладки,  $\beta$  – риск незамеченной разладки.

Функция мощности  $M(\Psi, \theta)$  в случае одномерного параметра  $\theta$  обычно достигает минимума, равного  $\alpha$ , при  $\theta = \theta_0$ , монотонно возрастает при удалении от  $\theta_0$  и приближается к 1 при  $|\theta - \theta_0| \rightarrow \infty$ .

В ряде вероятностно-статистических методов принятия решений используется оперативная характеристика  $L(\Psi, \theta)$  – вероятность принятия нулевой гипотезы в зависимости от критической области  $\Psi$  и действительного значения исследуемого параметра  $\theta$ . Ясно, что

$$L(\Psi, \theta) = 1 - M(\Psi, \theta).$$

Основной характеристикой статистического критерия является функция мощности. Для многих задач проверки статистических гипотез разработан не один статистический критерий, а целый ряд. Чтобы выбрать из них определенный критерий для использования в конкретной практической ситуации, проводят сравнение критериев по различным показателям качества [16, приложение 3], прежде всего с

помощью их функций мощности. В качестве примера рассмотрим лишь два показателя качества критерия проверки статистической гипотезы – состоятельность и несмещенность.

Пусть объем выборки  $n$  растет, а  $U_n$  и  $\Psi_n$  – статистики критерия и критические области соответственно. Критерий называется *состоятельным*, если

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\{U_n \in \Psi_n \mid H_1\} = 1,$$

т.е. вероятность отвергнуть нулевую гипотезу стремится к 1, если верна альтернативная гипотеза.

Статистический критерий называется *несмещенным*, если для любого  $\theta_0$ , удовлетворяющего  $H_0$ , и любого  $\theta_1$ , удовлетворяющего  $H_1$ , справедливо неравенство

$$P\{U \in \Psi \mid \theta_0\} < P\{U \in \Psi \mid \theta_1\},$$

т.е. при справедливости  $H_0$  вероятность отвергнуть  $H_0$  меньше, чем при справедливости  $H_1$ .

При наличии нескольких статистических критериев в одной и той же задаче проверки статистических гипотез следует использовать состоятельные и несмещенные критерии. Предлагаемый из каких-либо соображений критерий, предназначенный для определенной задачи проверки статистических гипотез, подлежит проверке – является ли он состоятельным и несмещенным. Можно поставить вопрос иначе: для какой задачи проверки статистических гипотез предназначен определенный критерий, т.е. для какой задачи он является состоятельным?

### 3.1.2. Место непараметрической статистики в истории прикладной статистики

Типовые примеры раннего этапа применения статистических методов описаны в Ветхом Завете (см., например, Книгу Чисел). Там, в частности, описана перепись военнообязанных – подсчет числа воинов в различных племенах. С математической точки зрения дело сводилось к подсчету числа попаданий значений наблюдаемых признаков в определенные градации [110].

В дальнейшем результаты обработки статистических данных стали представлять в виде таблиц и диаграмм, как это и сейчас делают органы государственной статистики. Надо признать, что по сравнению с Ветхим Заветом есть прогресс – в Библии не было таблиц и диаграмм. Однако нет продвижения по сравнению с работами российских статистиков конца XIX – начала XX вв.

Сразу после возникновения теории вероятностей (Паскаль, Ферма, XVII в.) вероятностные модели стали использоваться при обработке статистических данных. Например, изучалась частота рождения мальчиков и девочек, было установлено отличие вероятности рождения мальчика от вероятности рождения девочки (и от 0,5), анализировались причины того, что в парижских приютах эта вероятность не та, что в самом Париже, и т.д. Имеется достаточно много публикаций по истории теории вероятностей с описанием раннего этапа развития статистических методов исследований; к лучшим из них относится очерк [162].

В 1794 г. К. Гаусс разработал метод наименьших квадратов, один из наиболее популярных ныне статистических методов, и применил его при расчете орбиты малой планеты (астероида) Церера – для борьбы с ошибками астрономических наблюдений [64]. В XIX веке заметный вклад в развитие практической статистики внес бельгиец А. Кетле, показавший на основе анализа большого числа реальных данных устойчивость относительных статистических показателей, таких, как доля самоубийств среди всех смертей [153]. Интересно, что основные идеи статистического приемочного контроля и сертификации продукции обсуждались академиком Петербургской Академии наук М.В. Остроградским (1801–1862) и применялись в российской армии ещё в середине XIX в. [16]. Статистические методы управления качеством и сертификации продукции сейчас весьма актуальны [16].

Отсчет современного этапа развития статистических методов можно начать с 1900 г., когда англичанин К. Пирсон основал журнал «*Biometrika*». Первая треть XX в. прошла под знаком параметрической статистики. Изучались методы, основанные на анализе данных из параметрических семейств распределений, описываемых кривыми семейства Пирсона. Наиболее популярным было нормальное (гауссово) распределение. Использовались экспоненциальные и логарифмически нормальные распределения, распределения Вейбулла – Гнеденко, гамма-распределения, биномиальное и гипергеометрическое распределения, распределение Пуассона и др. Для проверки гипотез применялись критерии Пирсона, Стьюдента, Фишера. Были предложены метод максимального правдоподобия, дисперсионный анализ, сформулированы основные идеи планирования эксперимента.

Разработанную в первой трети XX в. теорию статистического анализа данных называют параметрической статистикой, поскольку ее основной объект изучения – это выборки из распределений, описываемых одним или небольшим числом параметров. Наиболее общим

является семейство кривых Пирсона, задаваемых четырьмя параметрами. Как правило, нельзя указать каких-либо веских причин, по которым распределение результатов конкретных наблюдений должно входить в то или иное параметрическое семейство. Исключения хорошо известны: если вероятностная модель предусматривает суммирование независимых случайных величин, то сумму естественно описывать нормальным распределением; если же в модели рассматривается произведение таких величин, то итог, видимо, приближается логарифмически нормальным распределением, и т.д. Однако подобных моделей нет в подавляющем большинстве реальных ситуаций, и приближение реального распределения с помощью кривых из семейства Пирсона или его подсемейств – чисто формальная операция. Именно из таких соображений критиковал параметрическую статистику академик АН СССР С.Н. Бернштейн в 1927 г. в своем докладе на Всероссийском съезде математиков [49].

В первой трети XX в., одновременно с параметрической статистикой, в работах Спирмена и Кендалла появились первые непараметрические методы, основанные на коэффициентах ранговой корреляции, носящих ныне имена этих статистиков. Но непараметрика, не делающая нереалистических предположений о том, что функции распределения результатов наблюдений принадлежат тем или иным параметрическим семействам распределений, стала заметной частью статистики лишь со второй трети XX века. В 1930-е годы появились работы А.Н. Колмогорова и Н.В. Смирнова, предложивших и изучивших статистические критерии, носящие в настоящее время их имена. Эти критерии основаны на использовании так называемого эмпирического процесса. (Как известно, эмпирический процесс – это разность между эмпирической и теоретической функциями распределения, умноженная на квадратный корень из объема выборки.) В работе А.Н. Колмогорова 1933 г. изучено предельное распределение супремума модуля эмпирического процесса, называемого сейчас критерием Колмогорова. Затем Н.В. Смирнов исследовал супремум и инфимум эмпирического процесса, а также интеграл (по теоретической функции распределения) квадрата эмпирического процесса. Следует отметить, что встречающееся иногда в литературе словосочетание «критерий Колмогорова-Смирнова» некорректно, поскольку эти два статистика никогда не печатались вместе и не изучали один и тот же критерий схожими методами. Корректно сочетание «критерий типа Колмогорова-Смирнова», применяемое для обозначения критериев,

основанных на использовании супремума функций от эмпирических процессов [75, 117].

После Второй мировой войны развитие непараметрической статистики пошло быстрыми темпами. Большую роль сыграли работы американского статистика Ф. Вилкоксона и его школы (см., в частности, [72, 73]). Итог таков: по мнению ведущих специалистов по математической статистике к настоящему времени с помощью непараметрических методов можно решать практически тот же круг статистических задач, что и с помощью параметрических. В нашей стране непараметрические методы получили достаточно большую известность после выхода в 1965 г. первого издания сборника статистических таблиц Л.Н. Большева и Н.В. Смирнова [69], содержащего подробные таблицы для основных непараметрических критериев. Современному подходу к изучению предельного распределения непараметрических статистик посвящена работа [149].

Наше представление об основных этапах развития прикладной математической статистики представлено в табл.1. Названия этапов даны по впервые разработанным подходам. Вновь появляющиеся этапы не вытесняют полностью статистические методы, разработанные на предыдущих. В настоящее время активно используются методы всех четырех этапов.

**Таблица 4 – Основные этапы развития прикладной математической статистики**

| № | Этапы                        | Характерные черты   | Годы        |
|---|------------------------------|---|-------------|
| 1 | Описательная статистика      | Тексты, таблицы, графики. Отдельные расчетные приемы (МНК)  | До 1900     |
| 2 | Параметрическая статистика   | Модели параметрических семейств распределений – нормальных, гамма и др. Теория оценивания параметров и проверки гипотез | 1900 - 1933 |
| 3 | Непараметрическая статистика | Произвольные непрерывные распределения. Непараметрические методы оценивания и проверки гипотез                          | 1933 - 1979 |
| 4 | Нечисловая статистика        | Выборка – из элементов произвольных пространств. Использование показателей различия и расстояний                        | С 1979      |

В табл. 4 исходим из деления прикладной математической статистики на четыре области (табл.2). Статистику нечисловых данных (статистику объектов нечисловой природы, нечисловую статистику), ставшую знаменем современного четвертого этапа развития статистических методов (после непараметрической статистики), не рассматри-

ваем в настоящем разделе. Этой области прикладной математической статистики посвящен специальный раздел настоящей монографии, а также достаточно много публикаций, в том числе монографий [5, 36] и обзоров [82, 163].

**Таблица 5 – Области прикладной математической статистики**

| № | Вид статистических данных  | Область прикладной статистики                    |
|---|----------------------------|--|
| 1 | Числа                      | Статистика (случайных) величин                   |
| 2 | Конечномерные вектора      | Многомерный статистический анализ                |
| 3 | Функции                    | Статистика случайных процессов и временных рядов |
| 4 | Объекты нечисловой природы | Статистика нечисловых данных                     |

### **3.1.3. Три основные области непараметрической статистики**

Исходя из практики статистического анализа данных, опишем структуру непараметрической статистики, выделив основные ее области. Их, по нашему мнению, три:

- область на стыке параметрических и непараметрических методов;
- ранговые статистические методы;
- непараметрические оценки функций, прежде всего плотности распределения, регрессионной зависимости, а также статистик, используемых в теории классификации.

#### **3.1.3.1. Сопоставление параметрических и непараметрических методов анализа данных**

Рассмотрим эти области. Первая из них относится прежде всего к статистике (случайных) величин (см. табл. 2), поскольку обсуждаются различные семейства распределений случайных величин, в то время как для случайных векторов широко известно лишь одно параметрическое семейство - многомерных нормальных распределений.

Многие алгоритмы анализа данных рассматривают как в параметрической, так и в непараметрической статистике. Например, выборочное среднее арифметическое и выборочная дисперсия являются оценками максимального правдоподобия (т.е. в определенном смысле наилучшими) для математического ожидания и дисперсии соответственно, если результаты наблюдения - выборка из нормального рас-

пределения. В непараметрической постановке они являются состоятельными оценками математического ожидания и дисперсии. Однако не всегда наилучшими - для оценивания центра распределения в ряде ситуаций предпочтительнее медиана [164]. Непараметрические и параметрические оценки характеристик распределения сопоставлены в статье [165].

Метод моментов проверки согласия с параметрическим семейством распределений [166], например, с нормальным семейством с помощью критериев асимметрии и эксцесса, основан на асимптотической нормальности выборочных моментов для выборок из произвольных распределений. Разработано много критериев согласия [167]. Однако достаточно достоверно отличить нормальное распределение от распределения другого типа можно лишь по выборкам, объем которых - сотни [168] или даже тысячи [5]. Часто критерии согласия применяются с ошибками (см. примеры в [60, 74, 75]). Констатируем, что в наиболее распространенном случае, когда объем выборки - не более нескольких десятков результатов измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов), невозможно обосновать выбор определенного распределения из того или иного параметрического семейства.

Что происходит, если не выполнены предпосылки, при которых разработаны параметрические методы? Например, для проверки однородности двух независимых выборок в случае нормальности распределений и равенства дисперсий рекомендуют двухвыборочный критерий Стьюдента. Если же предпосылки нарушены, то для проверки равенства математических ожиданий следует использовать критерий Крамера-Уэлча [71]. Крайняя неустойчивость параметрических методов отбраковки резко выделяющихся наблюдений делает невозможным их практическое применение [156]. В то же время доверительные границы для математического ожидания в непараметрическом случае отличаются от таковых в случае нормального распределения только использованием квантилей нормального распределения вместо квантилей распределения Стьюдента, т.е. при росте объемов выборки различие исчезает (ср. с выводами в статье [165]).

Довольно часто предполагают, что погрешности (отклонения, ошибки, невязки) в методе наименьших квадратов имеют нормальное распределение. Однако это предположение не является обязательным. Так, непараметрическому оцениванию точки пересечения регрессионных прямых посвящены работы [169, 170], непараметрический метод наименьших квадратов для восстановления линейной зависимости с периодической составляющей разработан в статьях [119, 171].



### 3.1.3.2. Ранговые статистические методы

В этих методах используют не сами результаты измерений, а их ранги, т.е. места в упорядоченных рядах. Примерами являются критерии Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат, коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Кендалла [69, 75, 117]. Все ранговые статистики измерены в порядковой шкале [5, 36, 82, 163], т.е. их значения не меняются при любом строго возрастающем преобразовании шкалы измерения.

Разработка и изучение ранговых статистик продолжается. Так, в [72, 73] разобраны два мифа, связанные с критерием Вилкоксона (Манна - Уитни) - о том, что этот критерий является состоятельным для проверки тождественного совпадения двух функций распределения (т.н. абсолютной однородности) или хотя бы для проверки равенства их медиан. Несмотря на выявленные недостатки, этот непараметрический критерий полезен для построения карт контроля качества продукции [172]. Состоятельные критерии проверки абсолютной однородности независимых выборок описаны в [173]. Интересный (как теоретически, так и практически) факт существенного различия реальных и номинальных уровней значимости в задачах проверки статистических гипотез с помощью непараметрических критериев выявлен в статье [174].

### 3.1.3.3. Непараметрические оценки функций

Базовыми являются непараметрические оценки плотности распределения в пространствах произвольной природы [118, 175]. На их основе разработаны методы непараметрического оценивания регрессионных зависимостей, классификации (распознавания образов, дискриминантного и кластерного анализов) [120, 176]. Эти методы, входящие в статистику нечисловых данных [5, 36, 82, 163], имеют большое прикладное значение.

Непараметрический дискриминантный анализ (синонимы: непараметрические методы диагностики, непараметрические методы распознавания образов) используется в задачах управления качеством [177], диагностики электрорадиоизделий [178]. Цикл работ [179 - 182] посвящен непараметрическим методам классификации текстовых документов.

### 3.1.3.4. О развитии непараметрической статистики

Проведенный анализ показывает, что к настоящему времени с помощью непараметрических методов можно решать практически тот же круг задач, что ранее решался параметрическими методами. Все большую роль играют непараметрические оценки плотности, непараметрические методы регрессии и распознавания образов (дискриминантного анализа).

Непараметрические методы не используют априорных (и в большинстве практических ситуаций недоступных проверке) предположений о том, что распределения результатов измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов) входят в то или иное параметрическое семейство, а потому являются более обоснованными, чем параметрические.

В непараметрике, как и в математической статистике в целом, остается ряд нерешенных задач. Для обеспечения широкого внедрения непараметрических методов необходимо провести еще целый комплекс теоретических и пилотных (т.е. пробных) прикладных работ.

Методология современных статистических методов предполагает, что при решении конкретной прикладной задачи необходимо прежде всего построить (выбрать, описать) вероятностно-статистическую модель. А уже в рамках модели разрабатывается (подбирается, используется) соответствующий ей метод, согласно которому создаются алгоритмы и проводятся расчеты, делаются выводы и принимаются управленческие решения. Часто полезны иерархические системы моделей. Такая система на примере проверки однородности двух независимых выборок построена в статье [71], в которой, в частности, продемонстрирована польза несостоятельных критериев проверки статистических гипотез [166].

Непараметрическая статистика является лучше соответствует потребностям практики, представляет собой более передовой и более мощный (результативный, продуктивный) подход, чем параметрическая. Поэтому она должна применяться более широко, чем сейчас, вытеснять параметрическую из несвойственных последней областей использования. Преподавание математической статистики также должно быть приведено в соответствие с современными требованиями, место непараметрической статистики должно быть основным при рассмотрении задач статистики случайных величин, многомерного статистического анализа, статистики случайных процессов и временных рядов. Примером адекватного соотношения различных подходов,

по нашему мнению, является учебник [5], соответствующий современному уровню развития прикладной математической статистики.

### **3.2. Подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях экономики**

Раздел 3.2 основан на применении общей схемы изучения устойчивости выводов, полученных с помощью математических методов и моделей, относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок моделей. Рассмотрены конкретные постановки задач устойчивости: по отношению к изменению данных, их объема и распределений, к допустимым преобразованиям шкал измерения, к временным характеристикам (моменту начала реализации проекта, горизонту планирования). Уменьшение неопределенности может проводиться путем изменения вида данных, т.е. путем перехода к нечисловым данным. Обсуждаются модели конкретных процессов управления промышленными предприятиями на примерах устойчивости характеристик инвестиционных проектов к изменению коэффициентов дисконтирования и устойчивости к изменению коэффициентов модели и объемов партий продукции в моделях управления запасами.

Математические модели дают лишь приближенное представление о реальных явлениях и процессах. Исходные данные известны лишь с некоторой точностью, математические зависимости всегда несколько отличаются от реальных. Поэтому изучение устойчивости выводов относительно допустимых отклонений исходных данных и предпосылок модели – один из этапов построения математической модели (см. [50, с.288-303], [183] и др.). Представим разработанный нами подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях, используя примеры в основном из области математического моделирования процессов управления промышленными предприятиями. Рассмотрим общую схему устойчивости, выделим классы устойчивых моделей, приведем решения ряда конкретных задач.

Процессы управления промышленными предприятиями реализуются в реальных ситуациях с достаточно высоким уровнем неопределенности [9, 184]. Велика роль нечисловой информации как на «входе», так и на «выходе» процесса принятия управленческого решения. Неопределенность и нечисловая природа управленческой информации должны быть отражены при анализе устойчивости экономико-математических методов и моделей.

### 3.2.1. Основные понятия и базовые положения подхода к изучению устойчивости выводов в математических моделях социально-экономических явлений и процессов

Применение экономико-математических методов и моделей при разработке инструментария повышения эффективности управления промышленными предприятиями обычно предполагает последовательное осуществление трех этапов исследования. Первый - от исходной практической проблемы до теоретической чисто математической задачи. Второй – внутриматематическое изучение и решение этой задачи. Третий – переход от математических выводов обратно к практической проблеме.

Целесообразно выделять четверки проблем:

**ЗАДАЧА – МОДЕЛЬ - МЕТОД - УСЛОВИЯ ПРИМЕНИМОСТИ.**

Обсудим каждую из только что выделенных составляющих.

*Задача*, как правило, порождена потребностями той или иной прикладной области. Разрабатывается одна из возможных математических формализаций реальной ситуации. Например, при изучении предпочтений потребителей возникает вопрос: различаются ли мнения двух групп потребителей. При математической формализации мнения потребителей в каждой группе обычно *моделируются* как независимые случайные выборки, т.е. как совокупности независимых одинаково распределенных случайных величин, а вопрос маркетологов переформулируется в рамках этой *модели* как вопрос о проверке той или иной статистической гипотезы однородности. Речь может идти об однородности характеристик, например, о проверке равенства математических ожиданий, или о полной (абсолютной однородности), т.е. о совпадении функций распределения, соответствующих двух совокупностям.

*Модель* может быть порождена также обобщением потребностей (задач) ряда прикладных областей. Приведенный выше пример иллюстрирует эту ситуацию: к необходимости проверки гипотезы однородности приходят и медики при сравнении двух групп пациентов, и инженеры при сопоставлении результатов обработки деталей двумя способами, и т.д. Таким образом, одна и та же *математическая модель* может применяться для решения самых разных по своей прикладной сущности задач. Важно подчеркнуть, что выделение перечня задач находится вне математики.

*Метод*, используемый в рамках определенной математической модели - это уже во многом, если не в основном, дело математиков. В вероятностно-статистических моделях речь идет, например, о методе оценивания, о методе проверки гипотезы, о методе доказательства той или иной теоремы, и т.д. В первых двух случаях алгоритмы разрабатываются и исследуются математиками, но используются прикладниками, в то время как метод доказательства касается лишь самих математиков.

Отнюдь не все модели и методы непосредственно связаны с математикой. В организационно-экономических исследованиях широко используются графические модели описания спроса и предложения, равновесных цен. Предпочтения потребителей могут быть выявлены различными методами – выборочным опросом потребителей, путем наблюдения за их поведением, с помощью различных экспертных процедур. Ясно, что для решения той или иной *задачи* в рамках одной и той же принятой исследователем *модели* может быть предложено много *методов*.

Наконец, рассмотрим последний элемент четверки - условия применимости. При использовании математической модели он - полностью внутриматематический. С точки зрения математика замена условия (кусочной) дифференцируемости некоторой функции на условие ее непрерывности может представляться существенным научным достижением, в то время как экономист или менеджер оценить это достижение не смогут. Для них, как и во времена Ньютона и Лейбница, непрерывные функции мало отличаются от (кусочно) дифференцируемых. Точнее, они одинаково хорошо (или одинаково плохо) могут быть использованы для описания и решения реальных проблем.

Взаимоотношения моделей и методов заслуживают обсуждения. В процессе познания не всегда метод следует за математической моделью. Метод может быть разработан на основе эвристических соображений, словесной модели. Свойства метода можно изучать лишь в рамках той или иной модели. В рамках одной математической модели метод может быть оптимальным, в рамках другой – несостоятельным. Проблема состоит в создании или выборе модели, адекватной изучаемому явлению или процессу.

С точки зрения практической деятельности модели и методы нужны не сами по себе, а как инструменты разработки управленческих решений, которые могут описываться как выводы, заключения, планы мероприятий. Рассмотрим цепочку:

### **ДАННЫЕ – МЕТОД (их обработки) – ВЫВОДЫ.**

Как обосновать адекватность выводов? Один из критериев – устойчивость метода обработки данных. Устойчивость можно изучать лишь в рамках определенной модели.

Для обоснованного практического применения математических моделей процессов управления промышленными предприятиями и основанных на них экономико-математических методов должна быть изучена устойчивость получаемых с их помощью выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок моделей. Возможные применения результатов подобного исследования:

- заказчик научно-исследовательской работы получает представление о точности предлагаемого решения;
- удается выбрать из многих моделей наиболее адекватную;
- по известной точности определения отдельных параметров модели удастся указать необходимую точность нахождения остальных параметров;
- переход к случаю «общего положения» позволяет получать более сильные с математической точки зрения результаты.

Можно рекомендовать обрабатывать данные несколькими способами (методами). Выводы, общие для всех способов, скорее всего отражают реальность (являются объективными). Выводы, меняющиеся от метода к методу, субъективны, зависят от исследователя, выбравшего тот или иной метод анализа данных. Здесь речь идет об устойчивости выводов по отношению к выбору метода.

### **3.2.2. Общая схема устойчивости**

Проблемы устойчивости обсуждались многими авторами и с разных точек зрения. Так, случай «общего положения» соответствует переходу к «мягкой модели» в терминологии В.И. Арнольда [185]. В настоящем разделе рассматривается только система научных результатов, к которым авторы настоящей монографии имеют отношение, следовательно, она не претендует на обзор различных постановок задач изучения устойчивости.

Необходим математический аппарат для описания проблем устойчивости выводов, получаемых на основе математических моделей социально-экономических явлений и процессов. Предлагаем использовать следующие базовые понятия, впервые введенные в монографии [7].

**Определение 1.** Общей схемой устойчивости называется кортеж  $\{A, B, f, d, E\}$ , где:

$A$  – множество, интерпретируемое как пространство исходных данных;

$B$  – множество, называемое пространством решений;

$f$  – способ получения выводов, т.е. однозначное отображение  $f: A \rightarrow B$ ;

$d$  – показатель устойчивости, т.е. неотрицательная функция, определенная на подмножествах  $Y$  множества  $B$  и такая, что из  $Y_1 \subseteq Y_2$  вытекает  $d(Y_1) \leq d(Y_2)$ ;

$E = \{E(x, \theta), x \in A, \theta \in \Theta\}$  – совокупность допустимых отклонений, т.е. система подмножеств множества  $A$  такая, что каждому элементу множества исходных данных  $x \in A$  и каждому значению параметра  $\theta$  из некоторого множества параметров  $\Theta$  соответствует подмножество  $E(x, \theta)$  множества исходных данных. Оно называется множеством допустимых отклонений в точке  $x$  при значении параметра, равном  $\theta$ .

Способ получения выводов иногда будем для краткости называть *моделью*. Во многих конкретных постановках устойчивости выводы получают с помощью определенного метода, основанного на некоторой модели. С прикладной точки зрения модель первична, метод – вторичен, поскольку результаты его применения определяются свойствами модели. Это соображение оправдывает принятую нами в [7] терминологию общей схемы устойчивости.

Часто показатель устойчивости  $d(Y)$  определяется с помощью метрики, псевдометрики или показателя различия (меры близости)  $\rho$  как диаметр множества  $Y$ , т.е.  $d(Y) = \sup\{\rho(y_1, y_2), y_1 \in Y, y_2 \in Y\}$ . Т.е. в пространстве решений с помощью показателя устойчивости вокруг образа исходных данных сформирована система окрестностей. В пространстве исходных данных подобная система – это  $E$ , т.е. совокупность допустимых отклонений,  $E(x, \theta)$  – окрестность радиуса  $\theta$  вокруг точки  $x$ .

**Определение 2.** Показателем устойчивости в точке  $x$  при значении параметра, равном  $\theta$ , называется число

$$\beta(x, E(x, \theta)) = d(f(E(x, \theta))),$$

т.е. диаметр образа множества допустимых отклонений при отображении, рассматриваемом в качестве модели (способа получения выводов).

**Определение 3.** Абсолютным показателем устойчивости в точке  $x$  называется число

$$\beta(x, E) = \inf\{\beta(x, E(x, \theta), \theta \in \Theta)\}.$$

Рассмотрим два конкретных типа математических моделей. В теории измерений (см., например, [7]) окрестностью исходных данных являются все те вектора, что получаются из исходного путем преобразования координат с помощью допустимого преобразования шкалы, которое берется из соответствующей группы допустимых преобразований. В статистике интервальных данных [5, 83] под окрестностью исходных данных естественно понимать – при описании выборки – куб с ребрами  $2\Delta$  и центром в исходном векторе. В обоих случаях максимальное сужение не означает сужение к точке.

**Определение 4.** Абсолютным показателем устойчивости на пространстве исходных данных  $A$  по мере  $\mu$  называется число

$$\gamma(\mu) = \int_A \beta(x, E) d\mu.$$

**Определение 5.** Максимальным абсолютным показателем устойчивости называется

$$\gamma = \sup\{\beta(x, E), x \in A\} = \sup \gamma(\mu).$$

**Определение 6.** Модель  $f$  называется абсолютно  $\varepsilon$ -устойчивой, если  $\gamma \leq \varepsilon$ , где  $\gamma$  – максимальный абсолютный показатель устойчивости.

*Пример.* Если показатель устойчивости формируется с помощью метрики  $\rho$ , а совокупность допустимых отклонений  $E$  – это совокупность всех окрестностей всех точек пространства исходных данных  $A$ , то 0-устойчивость модели  $f$  эквивалентна непрерывности модели  $f$  на множестве  $A$ .

*Типовая проблема в общей схеме устойчивости* – проверка  $\varepsilon$ -устойчивости данной модели  $f$  относительно данной системы допустимых отклонений  $E$ .

*Проблема А (проблема характеристики устойчивых моделей).* Даны пространство исходных данных  $A$ , пространство решений  $B$ , показатель устойчивости  $d$ , совокупность допустимых отклонений  $E$  и неотрицательное число  $\varepsilon$ . Описать достаточно широкий класс  $\varepsilon$ -устойчивых моделей  $f$ . Или: найти все  $\varepsilon$ -устойчивые модели среди моделей, обладающих данными свойствами, т.е. входящих в данное множество моделей.

*Проблема Б (проблема характеристики систем допустимых отклонений).* Даны пространство исходных данных  $A$ , пространство решений  $B$ , показатель устойчивости  $d$ , модель  $f$  и неотрицательное число  $\varepsilon$ . Описать достаточно широкий класс систем допустимых отклонений  $E$ , относительно которых модель  $f$  является  $\varepsilon$ -устойчивой.



Или: найти все такие системы допустимых отклонений  $E$  среди совокупностей допустимых отклонений, обладающих данными свойствами, т.е. входящих в данное множество совокупностей допустимых отклонений.

*Пример.* Определение устойчивости по Ляпунову решения  $\varphi(t, x)$  нормальной автономной системы дифференциальных уравнений  $\dot{y} = g(y)$  с начальными условиями  $\varphi(0, x) = x$  выразим в терминах общей схемы устойчивости.

Здесь пространство исходных данных  $A$  – конечномерное евклидово пространство, множество допустимых отклонений  $E(x, \theta)$  – окрестность радиуса  $\theta$  точки  $x \in A$ , пространство решений  $B$  – множество функций на луче  $[0, +\infty)$  с метрикой

$$\rho(y_1, y_2) = \sup_{t \geq 0} |y_1(t) - y_2(t)|$$

Модель  $f$  – отображение, переводящее начальные условия  $x$  в решение системы дифференциальных уравнений с этими начальными условиями  $\varphi(t, x)$ .

В терминах общей схемы устойчивости положение равновесия  $a$  называется *устойчивым по Ляпунову*, если  $\beta(a, E) = 0$ .

Для формулировки определения асимптотической устойчивости по Ляпунову надо ввести в пространстве решений  $B$  псевдометрику

$$\rho_1(y_1, y_2) = \overline{\lim}_{t \rightarrow \infty} |y_1(t) - y_2(t)|$$

Положение равновесия  $a$  называется асимптотически устойчивым, если  $\beta_1(a, E(a, \varepsilon)) = 0$  для некоторого  $\varepsilon > 0$ , где показатель устойчивости  $\beta_1$  рассчитан с использованием псевдометрики  $\rho_1$ .

Таким образом, общая схема устойчивости является обобщением классических постановок задач устойчивости по Ляпунову в теории дифференциальных уравнений. Соотношение общей схемы устойчивости с подходами других авторов обсуждается в [184, гл.8], [7, гл.1] и др. Отметим только структурную устойчивость (грубость динамических систем), введенную А. А. Андроновым и Л. С. Понтрягиным в 1937 г., работы Д.А. Молодцова по устойчивости принципов оптимальности [186] и теории мягких множеств [187].

Непосредственно из общей схемы устойчивости вытекает ряд практически полезных рекомендаций [7, гл.1], в частности, **принцип уравнивания погрешностей**, согласно которому целесообразно уравнять вклад погрешностей различной природы в общую погрешность. Принцип уравнивания погрешностей позволяет установить:

- рациональный объем выборки в статистике интервальных данных (см., например, [5, 83]);
- число градаций в анкетах, предназначенных для опроса потребителей [7, 57];
- необходимую точность оценивания параметров (платы за доставку и платы за дефицит) в моделях управления запасами (см., например, [54, 57]).

Перечислим ряд конкретных постановок проблем устойчивости в математических методах и моделях, в частности, используемых службами контроллинга при информационно-аналитической поддержке процессов управления деятельностью промышленных предприятий и организаций других отраслей народного хозяйства.

### **3.2.3. Устойчивость по отношению к неопределенностям исходных данных**

Исходные данные могут быть известны лишь с некоторыми неопределенностями (погрешностями, ошибками, невязками), присутствующими результатам измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов). Для учета влияния неопределенностей на свойства процедур анализа данных используют модель сгруппированных данных [188, 189], статистику интервальных ([5, гл.12], [36, гл.4], [83] и др.) и нечетких [85, 190] данных.

Развернутый анализ различных подходов к учету неопределенностей исходных данных проведен в работах по системной нечеткой интервальной математике [32, 33], поэтому в настоящей книге мы ограничимся приведенными выше замечаниями и литературными ссылками.

### **3.2.4. Устойчивость к изменению объема данных (объема выборки)**

Асимптотические методы математической статистики нацелены на получение выводов, не меняющихся при изменении объемов данных, лишь бы эти объемы были достаточно велики. Отметим, что выводы, устойчивые к изменению объема выборки, т.е. полученные в результате предельного перехода, зачастую являются более общими, чем те, которые можно получить при рассмотрении конкретного объема выборки. Так, согласно Центральной предельной теореме теории вероятностей распределение централизованного и нормированного

среднего арифметического независимых одинаково распределенных случайных величин приближается к вполне определенному распределению (нормальному распределению с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1), каким бы ни было распределение слагаемых (в предположении, что дисперсия этого распределения конечна и отлична от 0).

Как писали Б.В. Гнеденко и А.Н. Колмогоров, «познавательная ценность теории вероятностей раскрывается только предельными теоремами» [191]. В этом полемически заостренном утверждении подчеркивается принципиальная важность получения выводов, устойчивых к изменению объема выборки.

Многообразие работ по асимптотическим методам математической статистики необозримо, включает в себя сотни тысяч статей и книг на различных языках. Полученные нами решения ряда задач асимптотической статистики рассмотрены, в частности, в монографиях [5, 7]. Проблемы изучения устойчивости к изменению объема данных (объема выборки) рассмотрены также в следующем разделе настоящей монографии, посвященном компьютерно-статистическим технологиям.

### **3.2.5. Устойчивость (робастность) к изменению распределений данных**

До сих пор в книгах и статьях, выполненных в рамках старой парадигмы математических методов экономики, часто рассматривают различные параметрические семейства распределений числовых случайных величин. А именно – изучают семейства нормальных распределений, логарифмически нормальных, экспоненциальных, гамма-распределений, распределений Вейбулла – Гнеденко и др. Все они зависят от одного, двух или трех параметров. Поэтому для полного описания распределения достаточно знать или оценить одно, два или три числа. Широко развита и представлена в литературе параметрическая теория математической статистики, в которой предполагается, что распределения результатов наблюдений принадлежат тем или иным параметрическим семействам.

К сожалению, параметрические семейства существуют лишь виртуально, в теории, а именно, в моделях, созданных исследователями. Анализ конкретных данных показывает, что погрешности наблюдений (измерений, испытаний, анализов, опытов) в большинстве случаев имеют распределения, отличные от нормальных и от распределе-

ний из других параметрических семейств. Так, в научной школе метролога проф. П. В. Новицкого проведены исследования законов распределения различного рода погрешностей измерения. Изучены распределения погрешностей электромеханических приборов на кернах, электронных приборов для измерения температур и усилий, цифровых приборов с ручным уравниванием. Объем выборок экспериментальных данных для каждого экземпляра составлял 100–400 отсчетов. Оказалось, что 46 из 47 распределений значительно отличались от нормального. Исследована форма распределения погрешностей у 25 экземпляров цифровых вольтметров Щ-1411 в 10 точках диапазона. Результаты аналогичны. Дальнейшие сведения содержатся в монографии [192].

В лаборатории прикладной математики Тартуского государственного университета проанализировано 2500 выборок из архива реальных статистических данных. В 92% случаев гипотезу нормальности пришлось отвергнуть [16].

Анализ, проведенный в [5, 16], показал, что распределения реальных данных почти всегда отличаются от тех, которые включены в параметрические семейства. Отличия могут быть большими или меньшими, но они всегда есть. Каково влияние этих отличий на свойства процедур анализа данных? Иногда оно исчезает при росте объемов данных, как для доверительного оценивания математического ожидания, иногда является заметным (как при оценивании высших моментов), иногда делает процедуру полностью необоснованной (как для отбраковки выбросов) [5]. Следовательно, надо либо использовать непараметрические процедуры (в которых на функции распределения наложены лишь внутриматематические условия регулярности, например, условие непрерывности), в частности, при решении задач прогнозирования [193], либо изучать устойчивость основанных на параметрических моделях процедур по отношению к отклонениям распределений результатов наблюдений от предпосылок модели. Как говорят, изучать робастность статистических процедур (от *robust* (англ.) – крепкий, грубый) с использованием моделей и методов, приведенных в [7, 122, 194 – 197] и др. Статистику интервальных данных ([5, гл.12], [83], [36, гл.4]) также можно отнести к робастной статистике.

### 3.2.6. Устойчивость по отношению к допустимым преобразованиям шкал измерения

Борьба с неопределенностью может проводиться путем изменения вида данных, т.е. путем перехода к нечисловым данным, например, к более слабым шкалам измерения.

**Таблица 6 – Основные шкалы измерения**

| Тип шкалы   | Определение шкалы                                    | Примеры   | Группа допустимых преобразований $\Phi = \{\varphi\}$                              |
|---|--|---|--|
| <b>Шкалы качественных признаков</b>   |  |   |  |
| Наименований  | Числа используют для различения объектов             | Номера телефонов, паспортов, пол, ИНН, штрих-коды, УДК  | Все взаимно-однозначные преобразования   |
| Порядковая  | Числа используют для упорядочения объектов           | Оценки экспертов, баллы ветров, отметки в школе, полезность, номера домов                       | Все строго возрастающие преобразования   |
| <b>Шкалы количественных признаков</b><br>(описываются началом отсчета и единицей измерения) |  |   |  |
| Интервалов  | Начало отсчета и единица измерения произвольны       | Потенциальная энергия, положение точки, температура по шкалам Цельсия и Фаренгейта <sup>1</sup> | Все линейные преобразования $\varphi(x) = ax + b$ , $a$ и $b$ произвольны, $a > 0$ |
| Отношений   | Начало отсчета задано, единица измерения произвольна | Масса, длина, мощность, напряжение, сопротивление, температура по Кельвину, цены                | Все подобные преобразования $\varphi(x) = ax$ , $a$ произвольно, $a > 0$           |
| Разностей   | Начало произвольно, единица измерения задана         | Время <sup>2**</sup>  | Все преобразования сдвига $\varphi(x) = x + b$ , $b$ произвольно                   |
| Абсолютная  | Начало отсчета и единица измерения заданы            | Число людей в данном помещении  | Только тождественное преобразование $\varphi(x) = x$                               |

<sup>1</sup> Если  $^{\circ}C$  - температура (в градусах) по шкале Цельсия, а  $^{\circ}F$  - температура по шкале Фаренгейта, то

$$^{\circ}C = \frac{5}{9}(^{\circ}F - 32)$$

<sup>2</sup> Согласно новой статистической хронологии (раздел нечисловой статистики), разработанной группой известного историка акад. РАН А.Т. Фоменко, Иисус Христос родился в 1152 г. [199].

Примером нечисловых данных являются результаты измерений в шкалах, отличных от абсолютной. Теория измерений [198] – один из разделов нечисловой статистики [36, 82, 163]. Типы основных шкал измерения, их определения, примеры величин, измеренных в этих шкалах, группы допустимых преобразований приведены в табл.1.

Основное требование к статистическим алгоритмам: **выводы, сделанные на основе данных, измеренных в шкале определенного типа, не должны меняться при допустимом преобразовании шкалы измерения этих данных.** В частности, выводы могут быть адекватны реальности только тогда, когда они не зависят от того, какую единицу измерения предпочтет исследователь.

Это требование позволяет, например, указать вид допустимой средней величины в зависимости от шкалы, в которой измерены данные (табл.2). Определим термины.

Общее понятие средней величины введено Огюстеном Луи Коши: средней величиной (средним по Коши) является любая функция  $f(X_1, X_2, \dots, X_n)$  такая, что при всех возможных значениях аргументов значение этой функции не меньше, чем минимальное из чисел  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , и не больше, чем максимальное из этих чисел.

Для чисел  $X_1, X_2, \dots, X_n$  **средним по Колмогорову** является

$$G\{(F(X_1) + F(X_2) + \dots + F(X_n))/n\},$$

где  $F$  - строго монотонная функция (т.е. строго возрастающая или строго убывающая),  $G$  - функция, обратная к  $F$ .

Конкретизацией основного требования к алгоритмам анализа данных является условие устойчивости результата сравнения средних (УУРСС): неравенства

$$f(Y_1, Y_2, \dots, Y_n) < f(Z_1, Z_2, \dots, Z_n).$$

$f(\varphi(Y_1), \varphi(Y_2), \dots, \varphi(Y_n)) < f(\varphi(Z_1), \varphi(Z_2), \dots, \varphi(Z_n))$ , должны быть равносильны для любых чисел  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n, Z_1, Z_2, \dots, Z_n$  и любого допустимого преобразования  $\varphi$  из группы допустимых преобразований  $\Phi$ , задающей шкалу.

На основе математической теории, развитой в [7, 198, 200], получен цикл теорем, кратко описанный в табл.2. Правила выбора алгоритмов анализа данных в зависимости от шкал, в которых эти данные измерены, заслуживают дальнейшего изучения.

**Таблица 7 – Выбор средних в зависимости  
от шкалы измерения**

| Тип шкалы    | Вид средних    | Средние, удовлетворяющие УУРСС   |
|--------------|----------------|--|
| Порядковая   | По Коши        | Члены вариационного ряда. Медианы                                      |
| Интервальная | По Колмогорову | Среднее арифметическое   |
| Отношений    | По Колмогорову | Степенные средние с $F(X)=X^C$ , $C \neq 0$ , и среднее геометрическое |

### 3.2.7. Нечисловая статистика как часть теории устойчивости

В многообразии моделей и методов анализа данных нами выделена и развита как самостоятельная область нечисловая статистика [36] (синонимы: статистика объектов нечисловой природы [7, 163], статистика нечисловых данных [5]). Примерами объектов нечисловой природы (напомним здесь, чтобы не обращаться к другим разделам настоящей монографии), являются значения качественных признаков, т.е. результаты кодировки объектов с помощью заданного перечня категорий (градаций); упорядочения (ранжировки) экспертами образцов продукции (при оценке её технического уровня и конкурентоспособности) или заявок на проведение научных работ (при проведении конкурсов на выделение грантов); классификации (отношения эквивалентности), т.е. разбиения объектов на группы сходных между собой (кластеры); толерантности, т.е. бинарные отношения, описывающие сходство объектов между собой, например, сходство организационных структур промышленных предприятий; результаты парных сравнений или контроля качества продукции по альтернативному признаку («годен» - «брак»), т.е. последовательности из 0 и 1; множества (обычные или нечеткие), например, перечни рекомендуемых к осуществлению инновационных проектов, составленные экспертами независимо друг от друга; слова, предложения, тексты; вектора, координаты которых - совокупность значений разнотипных признаков, например, результат составления отчета о деятельности промышленного предприятия или анкета эксперта, в которой ответы на часть вопросов носят качественный характер, а на часть - количественный; ответы на вопросы экспертной, маркетинговой или социологической анкеты, часть из которых носит количественный характер (возможно, интервальный), часть сводится к выбору одной из нескольких подсказок, а часть представляет собой тексты; графы [201] и т.д. Интервальные данные также можно рассматривать как пример объектов нечисловой природы, а именно, как частный случай нечетких множеств.

Отметим, что теория нечетких множеств тесно связана с теорией случайных множеств, а именно, нечеткие множества естественно рассматривать как «проекции» случайных множеств, за каждой системой нечетких множеств видеть систему случайных множеств [5, 7, 16, 36, 85, 190].

В чем принципиальная новизна нечисловой статистики? Для классической статистики характерна операция сложения. При расчете выборочных характеристик распределения (выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия и др.), в регрессионном анализе и других областях этой научной дисциплины постоянно используются суммы. Математический аппарат - законы больших чисел, Центральная предельная теорема и другие теоремы - нацелены на изучение сумм. В нечисловой же статистике нельзя использовать операцию сложения, поскольку элементы выборки лежат в пространствах, где нет операции сложения. Методы обработки нечисловых данных основаны на принципиально ином математическом аппарате - на применении различных расстояний в пространствах объектов нечисловой природы.

Как показали многочисленные опыты, человек более правильно (и с меньшими затруднениями) отвечает на вопросы качественного, например, - сравнительного, характера, чем количественного. Так, ему легче сказать, какая из двух гирь тяжелее, чем указать их примерный вес в граммах [144]. Поэтому нечисловая статистика отражает потребности экспертных оценок [52, 135, 202] и технологий управления (менеджмента), в частности, контроллинга [21, 28].

### **3.2.8. Устойчивость по отношению к временным характеристикам (моменту начала реализации проекта, горизонту планирования)**

Перейдем к применению математических методов исследования для модернизации управления предприятиями и организациями. Для решения задач управления используют экономико-математические методы и модели. В качестве первого примера рассмотрим математические задачи, решенные для обоснования стратегического планирования.

При разработке стратегии развития промышленного предприятия одна из основных проблем – целеполагание. Поскольку естественных целей обычно несколько, то при построении формализованных экономико-математических моделей приходим к задачам многокритери-



альной оптимизации. Поскольку одновременно по нескольким критериям оптимизировать невозможно (например, невозможно добиться максимальной прибыли при минимуме затрат), то для адекватного применения экономико-математических методов и моделей необходимо тем или иным образом перейти к однокритериальной постановке (либо, выделив множество оптимальных по Парето альтернатив, применить экспертные технологии выбора). При выборе вида единого критерия целесообразно использовать следующую полученную нами *характеризацию моделей с дисконтированием*.

Пусть динамику развития рассматриваемой экономической системы можно описать последовательностью  $x_1, x_2, \dots, x_m$ , где переменные  $x_j, j = 1, 2, \dots, m$ , лежат в некотором пространстве  $X$ , возможно, достаточно сложной природы. Положение экономической системы в следующий момент не может быть произвольным, оно связано с положением в предыдущий момент. Проще всего принять, что существует некоторое множество  $K$  такое, что  $(x_j, x_{j+1}) \in K, j = 1, 2, \dots, m-1$ . Результат экономической деятельности за  $j$ -й период описывается величиной  $f_j(x_j, x_{j+1})$ . Зависимость не только от начального и конечного положения, но и от номера периода объясняется тем, что через номер периода осуществляется связь с общей (внешней) экономической ситуацией. Желая максимизировать суммарные результаты экономической деятельности, приходим к постановке стандартной задачи динамического программирования:

$$F_m(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq j \leq m-1} f_j(x_j, x_{j+1}) \rightarrow \max, \\ (x_j, x_{j+1}) \in K, j = 1, 2, \dots, m-1 \quad (1)$$

При обычных математических предположениях максимум достигается.

Часто применяются модели, приводящие к частному случаю задачи (1):

$$F_m(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq j \leq m-1} \alpha^{j-1} f(x_j, x_{j+1}) \rightarrow \max, \\ (x_j, x_{j+1}) \in K, j = 1, 2, \dots, m-1 \quad (2)$$

Это - модели с дисконтированием ( $\alpha$  - дисконт-фактор). Естественно выяснить, какими «внутренними» свойствами выделяются задачи типа (2) из всех задач типа (1).

Представляет интерес изучение и сравнение между собой планов возможного экономического поведения на  $k$  шагов  $X_1 = (x_{11}, x_{21}, \dots, x_{k1})$  и  $X_2 = (x_{12}, x_{22}, \dots, x_{k2})$ . Естественно сравнение проводить с помощью опи-

сывающих результаты экономической деятельности функций, участвующих в задачах (1) и (2): план  $X_1$  лучше плана  $X_2$  при реализации с момента  $i$ , если

$$\begin{aligned} f_i(x_{11}, x_{21}) + f_{i+1}(x_{21}, x_{31}) + \dots + f_{i+k-1}(x_{(k-1)1}, x_{k1}) > \\ > f_i(x_{12}, x_{22}) + f_{i+1}(x_{22}, x_{32}) + \dots + f_{i+k-1}(x_{(k-1)2}, x_{k2}). \end{aligned} \quad (3)$$

Будем писать  $X_1 R(i) X_2$ , если выполнено неравенство (3), где  $R(i)$  - бинарное отношение на множестве планов, задающее упорядочение планов отношением «лучше при реализации с момента  $i$ ».

Ясно, что упорядоченность планов на  $k$  шагов, определяемая с помощью бинарного отношения  $R(i)$ , может зависеть от  $i$ , т.е. «хорошесть» плана зависит от того, с какого момента  $i$  он начинает осуществляться. С точки зрения реальной экономики это вполне понятно. Например, планы действий, вполне рациональные для периода стабильного развития, нецелесообразно применять в период гиперинфляции. И наоборот, операции, приемлемые в период гиперинфляции, не принесут эффекта в стабильной обстановке.

Однако, как легко видеть, в моделях с дисконтированием (2) все упорядочения  $R(i)$  совпадают,  $i = 1, 2, \dots, m - k$ . Оказывается, верно и обратное: если упорядочения совпадают, то мы имеем дело с задачей (2) - с задачей с дисконтированием, причем достаточного совпадения только при  $k = 1, 2$ . Сформулируем более подробно предположения об устойчивости упорядочения планов.

(I). Пусть  $(x, y) \in K, (x', y') \in K$ . Верно одно из двух: либо  $f_i(x, y) > f_i(x', y')$  для всех  $i = 1, 2, \dots, m-1$ , либо  $f_i(x, y) \leq f_i(x', y')$  для всех  $i = 1, 2, \dots, m-1$ .

(II). Пусть  $(x, y) \in K, (y, z) \in K, (x', y') \in K, (y', z') \in K$ . Верно одно из двух: либо  $f_i(x, y) + f_i(y, z) > f_i(x', y') + f_i(y', z')$  для всех  $i = 1, 2, \dots, m-2$ , либо  $f_i(x, y) + f_i(y, z) \leq f_i(x', y') + f_i(y', z')$  для всех  $i = 1, 2, \dots, m-2$ .

Нами установлено [7, 203], что из условий устойчивости упорядоченности планов (I) и (II) следует существование констант  $\alpha > 0$  и  $d_j, j = 2, 3, \dots, m-1$ , таких, что  $f_j(x, y) = \alpha^{j-1} f_1(x, y) + d_j, j = 2, 3, \dots, m-1$ . Поскольку прибавление константы не меняет точки, в которой функция достигает максимума, то последнее соотношение означает, что условия устойчивости упорядоченности планов (I) и (II) характеризуют (другими словами, однозначно выделяют) модели с дисконтированием среди всех моделей динамического программирования. Другими словами, устойчивость хозяйственных решений во времени эквивалентна использованию моделей с дисконтированием; применяя модели с

дисконтированием, предполагаем, что экономическая среда стабильна; если прогнозируем существенное изменение взаимоотношений хозяйствующих субъектов, то вынуждены отказаться от использования моделей типа (2).

Перейдем к проблеме *горизонта планирования*. Только задав интервал времени, можно на основе экономико-математических методов и моделей принять оптимальные решения и рассчитать ожидаемую прибыль. Проблема «горизонта планирования» состоит в том, что оптимальное поведение зависит от того, на какое время вперед планируют, а выбор этого горизонта зачастую не имеет рационального обоснования. Однако от него зависят принимаемые решения и соответствующие этим решениям экономические результаты. Например, при коротком периоде планирования целесообразны лишь инвестиции (капиталовложения) в оборотные фонды предприятия, и лишь при достаточно длительном периоде – в основные фонды. Однозначный выбор горизонта планирования обычно не может быть обоснован, это – нечисловая экономическая величина. Предлагаем справиться с противоречием путем использования асимптотически оптимальных планов.

Рассмотрим модель (2) с  $\alpha = 1$ , т.е. модель без дисконтирования

$$F_m(x_1, x_2, \dots, x_m) = \sum_{1 \leq j \leq m-1} f(x_j, x_{j+1}) \rightarrow \max, (x_j, x_{j+1}) \in K, \quad j = 1, 2, \dots, m-1.$$

При каждом  $m$  существует оптимальный план  $(x_1(m), x_2(m), \dots, x_m(m))$ , при котором достигает максимума оптимизируемая функция. Поскольку выбор горизонта планирования, как правило, нельзя рационально обосновать, хотелось бы построить план действий, близкий к оптимальному плану при различных горизонтах планирования. Это значит, что целью является построение бесконечной последовательности  $(y_1, y_2, \dots)$  такой, что ее начальный отрезок длины  $m$ , т.е.  $(y_1, y_2, \dots, y_m)$ , дает примерно такое же значение оптимизируемого функционала, как и значение для оптимального плана  $(x_1(m), x_2(m), \dots, x_m(m))$ . Бесконечную последовательность  $(y_1, y_2, \dots)$  с указанным свойством назовем *асимптотически оптимальным планом*.

Выясним, можно ли использовать для построения асимптотически оптимального плана непосредственно оптимальный план. Зафиксируем  $k$  и рассмотрим последовательность  $x_k(m)$ ,  $m = 1, 2, \dots$ . Примеры показывают, что, во-первых, элементы в этой последовательности будут меняться; во-вторых, они могут не иметь пределов. Следовательно, оптимальные планы могут вести себя крайне нерегулярно, а

потому в таких случаях их нельзя использовать для построения асимптотически оптимальных планов.

Нами установлено [7, 54, 204] существование асимптотически оптимальных планов: можно указать такие бесконечные последовательности  $(y_1, y_2, \dots)$ , что

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{F_m(x_1(m), x_2(m), \dots, x_m(m))}{F_m(y_1, y_2, \dots, y_m)} = 1.$$

С помощью такого подхода решается проблема горизонта планирования - надо использовать асимптотически оптимальные планы, не зависящие от горизонта планирования. Оптимальная траектория движения состоит из трех участков - начального, конечного и основного, а основной участок - это движение по магистрали (аналогия с типовым движением автотранспорта).

### 3.2.9. Устойчивость в моделях конкретных процессов управления промышленными предприятиями

В качестве примера рассмотрим устойчивость к изменению коэффициентов модели и объемов партий в моделях управления запасами. Так, для классической модели Вильсона управления материальными ресурсами в результате строгой постановки задачи оптимизации в ее естественной общности выявлен ряд неклассических эффектов [54].

Пусть  $\mu$  - интенсивность спроса,  $s$  - плата за хранение единицы товара в течение единицы времени,  $g$  - плата за доставку одной партии,  $T$  - интервал (горизонт) планирования. По известной «формуле квадратного корня»

$$Q_0 = \sqrt{\frac{2\mu g}{s}}.$$

Найдем неотрицательное целое число  $n$  такое, что

$$Q_1 = \frac{\mu T}{n+1} < Q_0 \leq \frac{\mu T}{n} = Q_2.$$

Наименьшее из  $f(Q_1)$  и  $f(Q_2)$  - минимальные средние издержки, а то из  $Q_1$  и  $Q_2$ , на котором достигается минимум - оптимальный размер партии,

$$f(Q) = \frac{\mu g}{Q} + \frac{sQ}{2}.$$

Таким образом, «формула квадратного корня», как правило, не дает оптимальный план, а только асимптотически оптимальный.

По статистическим данным можно оценить возможные отклонения  $\Delta\mu$  интенсивности спроса  $\mu$ , а затем найти рациональную точность  $\Delta s$  определения платы за хранение  $s$  и рациональную точность  $\Delta g$  определения платы за доставку  $g$  согласно принципу уравнивания погрешностей:

$$\frac{|\Delta\mu|}{\mu} = \frac{|\Delta g|}{g} = \frac{|\Delta s|}{s}.$$

Стремиться к более точному определению параметров  $s$  и  $g$  нецелесообразно, как следствие, нет необходимости выбирать между конкурирующими методиками их расчета.

Изучение устойчивости позволило получить практически полезные выводы. Так, для кальцинированной соды на Реутовской химбазе Московской области вызванное отклонениями параметров модели *максимальное относительное увеличение суммарных затрат* не превосходило 26% (колебания по кварталам от 22,5% до 25,95%). *Фактические издержки* составляли от 260% до 349% от оптимального уровня. внедрение модели Вильсона в практику управления запасами на Реутовской химбазе дает возможность снизить издержки по доставке и хранению кальцинированной соды в 2,1 раза.

Разработана [54, 205] двухуровневая модель управления материальными ресурсами промышленного предприятия для случая нестационарного спроса, найдены оптимальные значения управляющих параметров, установлена их устойчивость относительно изменения горизонта (интервала) планирования. В этой модели размеры заявок  $X_j$  независимы и одинаково распределены,  $\tau(T)$  – число заявок за время  $T$ . Оптимальные уровни (при  $T \rightarrow \infty$ ) таковы:

$$R_0(T) = -\sqrt{\frac{2gsM\tau(T)MX_1}{Th(s+h)}}, \quad Q_0(T) = \sqrt{\frac{2g(s+h)M\tau(T)MX_1}{Tsh}},$$

где  $h$  – издержки от дефицита единицы товара в течение единицы времени.

### **3.2.10. Устойчивость характеристик инвестиционных проектов к изменению коэффициентов дисконтирования с течением времени**

Эта задача – частный случай постановок задач устойчивости в рамках статистики интервальных данных ([5, разд.12.7], [206]). Другой частный случай – применение линейного регрессионного анализа интервальных данных при анализе и прогнозировании затрат предприятия ([36, разд.4.4], [207]).

\*\*\*

Подведем итоги раздела. Нами разработана общая схема устойчивости, позволяющая проводить разработку и развитие математических методов и моделей на основе единого методологического подхода к изучению устойчивости выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок модели. Возможности общего подхода продемонстрированы на примере восьми конкретных постановок задач устойчивости. Рассмотрена устойчивость по отношению к изменению данных (как частный случай - устойчивость характеристик инвестиционных проектов к изменению коэффициентов дисконтирования с течением времени), к изменению объема данных (объема выборки), к изменению распределений данных. Поскольку борьба с неопределенностью может проводиться путем изменения вида данных, т.е. путем перехода к нечисловым данным, то рассмотрены основные идеи нечисловой статистики, в том числе теории измерений. Обсуждается устойчивость по отношению к временным характеристикам (моменту начала реализации проекта, горизонту планирования) и устойчивость в моделях конкретных процессов управления промышленными предприятиями (на примере устойчивости к изменению коэффициентов модели и объемов партий в моделях управления запасами).

Для обоснованного практического применения математических и моделей процессов управления должна быть изучена устойчивость получаемых с их помощью выводов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок моделей. Это требование вытекает из нужд практики и находится вне математики, оно относится к методологии [50] и философии математики [208]. В настоящем разделе описаны подходы к решению этой проблемы и приведены примеры, демонстрирующие теоретическую значимость и практическую пользу получаемых при изучении устойчивости научных результатов. Очевидна связь многих результатов настоящего раздела с новой областью теоретической и вычислительной математики – системной нечеткой интервальной математикой [32, 33].

### **3.3. Информационно-коммуникационные технологии - инструменты контроллинга**

Проанализируем современное состояние основных компьютерно-статистических методов, обсудим достижения и имеющиеся проблемы, наметим перспективы дальнейшего движения, сформулируем научные проблемы, которые следует решить в будущем. Основное внимание уделим обсуждению методов статистических испытаний (Монте-Карло), датчиков псевдослучайных чисел, имитационного моделирования, методов размножения выборок (будем их кратко называть "бутстреп-методы"), места среди автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа), имея в виду, что подробное обсуждение АСК-анализа будет дано в дальнейших разделах настоящей монографии. Рассмотрим применение компьютерной статистики в контроллинге и свойства статистических пакетов как инструментов исследователя.

Одним из отличительных признаков новой парадигмы математической [63] и прикладной [114] статистики, анализа данных и других статистических методов [115], математических методов экономики [116] является широкое применение компьютерно-статистических методов. В старой парадигме они применялись при вычислении выборочных характеристик, а при разработке инструментов статистического анализа данных - только для расчета таблиц (т.е. информационные технологии фактически находились вне статистической теории). Согласно новой парадигме информационные технологии – эффективные инструменты получения выводов (имеются в виду датчики псевдослучайных чисел, размножение выборок, в т.ч. бутстреп, автоматизированный системно-когнитивный анализ и др.). Наряду с математическими методами получения научных результатов, прежде всего с предельными теоремами теории вероятностей и математической статистики [209], компьютерно-статистические технологии позволяют изучать скорость сходимости распределений статистик, применяемых при оценивании параметров и проверке гипотез в статистике случайных величин, многомерном статистическом анализе, анализе временных рядов и нечисловой статистике, решать другие теоретические и прикладные задачи. Поэтому для дальнейшего развития и широкого использования статистических методов необходимо проанализировать современное состояние основных компьютерно-статистических методов, выявить достижения и имеющиеся проблемы, наметить перспективы дальнейшего движения, сформулировать задачи, которые следует решить.

### 3.3.1. Методы статистических испытаний (Монте-Карло)

Многие информационные технологии в области прикладной статистики опираются на использование методов статистических испытаний. Этот термин применяется для обозначения компьютерных технологий, в которых в модель реального явления или процесса искусственно вводится большое число случайных элементов. Обычно моделируется последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин или же последовательность, построенная на ее основе, например, последовательность накапливающихся (кумулятивных) сумм.

Необходимость в методе статистических испытаний возникает потому, что чисто теоретические методы дают точное решение, как правило, лишь в исключительных случаях. Либо тогда, когда исходные случайные величины имеют вполне определенные функции распределения, например, нормальные, чего, как правило, не бывает. Либо когда объемы выборок очень велики (с практической точки зрения - бесконечны).

Не только в задачах обработки данных возникает необходимость в методе статистических испытаний. Она не менее актуальна и при экономико-математическом моделировании технических, социально-экономических, медицинских и иных процессов. Представим себе всем знакомый объект - торговый зал самообслуживания по продаже продовольственных товаров. Сколько нужно работников в зале, сколько касс? Необходимо просчитать загрузку в разное время суток, в разные сезоны года, с учетом замены товаров и смены сотрудников. Нетрудно увидеть, что теоретическому анализу, например, с помощью теории массового обслуживания, подобная система не поддается, поскольку не выполнены необходимые для применения теории предположения, а компьютерному - вполне.

Методы статистических испытаний стали развиваться после второй мировой войны с появлением компьютеров. Второе название - методы Монте-Карло - они получили по наиболее известному игорному дому, а точнее, по его рулетке, поскольку исходный материал для получения случайных чисел с произвольным распределением - это случайные натуральные числа.

В методах статистических испытаний можно выделить две составляющие. Базой являются датчики псевдослучайных чисел. Результатом работы таких датчиков являются последовательности чи-



сел, которые обладают некоторыми свойствами последовательностей случайных величин (в смысле теории вероятностей). Надстройкой являются различные алгоритмы, использующие последовательности псевдослучайных чисел.

Что же это могут быть за алгоритмы? Приведем примеры. Пусть мы изучаем распределение некоторой статистики при заданном объеме выборки. Тогда естественно много раз (например, 100000 раз) смоделировать выборку заданного объема (т.е. набор независимых одинаково распределенных случайных величин) и рассчитать значение статистики. Затем по 100000 значениям статистики можно достаточно точно построить функцию распределения изучаемой статистики, оценить ее характеристики. Однако эта схема годится лишь для так называемой «свободной от распределения» статистики, распределение которой не зависит от распределения элементов выборки. Если же такая зависимость есть, то одной точкой моделирования не обойдешься, придется много раз моделировать выборку, беря различные распределения, меняя параметры. Чтобы общее время моделирования было приемлемым, возможно, придется сократить число моделирований в одной точке, зато увеличив общее число точек. Точность моделирования может быть оценена по общим правилам выборочных обследований.

Второй пример - частично описанное выше моделирование работы торгового зала самообслуживания по продаже продовольственных товаров. Здесь одна последовательность псевдослучайных чисел описывает интервалы между появлениями покупателей, вторая, третья и т.д. связаны с выбором ими первого, второго и т.д. товаров в зале (например, число - номер в перечне товаров). Короче, все действия покупателей, продавцов, работников предприятия разбиты на операции, каждая операция, в продолжительности или иной характеристике которой имеется случайность, моделируется с помощью соответствующей последовательности псевдослучайных чисел. Затем итоги работы сотрудников торговой организации и зала в целом выражаются через характеристики случайных величин. Формулируется критерий оптимальности, решается задача оптимизации и находятся оптимальные значения параметров. В частности, оптимальные планы статистического контроля строятся на основе вероятностно-статистических моделей [16].

### 3.3.2. Датчики псевдослучайных чисел

Теперь обсудим свойства датчиков псевдослучайных чисел. Здесь стоит слово «псевдослучайные», а не «случайные». Это весьма важно. Дело в том, что за последние 50 лет обсуждались в основном три принципиально разных варианта получения последовательностей чисел, которые в дальнейшем использовались в методах статистических испытаний.

Первый - таблица случайных чисел. К сожалению, объем любой таблицы конечен, и сколько-нибудь сложные расчеты с ее помощью невозможны. Через некоторое время приходится повторять уже использованные числа. Кроме того, обычно обнаруживались те или иные отклонения от случайности.

Второй - физические датчики случайных чисел, в которых в качестве случайного числа рассматривается результат измерения некоторой физической величины. Основной недостаток - нестабильность, непредсказуемые отклонения от заданного распределения (обычно - равномерного).

Третий - расчетный. В простейшем случае каждый следующий член последовательности рассчитывается по предыдущему. Например, так:

$$z_{n+1} \equiv Mz_n \pmod{P},$$

где  $z_0$  - начальное значение (заданное целое положительное число),  $M$  - параметр алгоритма (заданное целое положительное число),  $P = 2^m$ , где  $m$  - число двоичных разрядов представления чисел, с которыми манипулирует компьютер. Знак  $\equiv$  здесь означает теоретико-числовую операцию сравнения, т.е. взятие дробной части от числа  $\frac{Mz_n}{P}$  и отбрасывание целой части.

В настоящее время обычно применяется именно третий вариант. Совершенно ясно, что он не соответствует интуитивному представлению о случайности. Например, интуитивно очевидно, что по предыдущему элементу случайной последовательности с независимыми элементами нельзя предсказать значение следующего элемента. А приведенная выше формула как раз и дает способ такого предсказания. Расчетный путь получения последовательности псевдослучайных чисел противоречит не только интуиции, но и подходу к определению случайности на основе теории алгоритмов, развитому акад. А.Н. Колмогоровым и его учениками в 1960-х гг. [210]. Однако во многих прикладных задачах он работает, и это основное.

Методу статистических испытаний посвящена обширная литература (см., например, монографии [211 – 213]). Время от времени обнаруживаются недостатки у популярных датчиков псевдослучайных чисел. Так, например, в середине 1980-х гг. выяснилось, что для одного из наиболее известных датчиков три последовательных значения связаны линейной зависимостью

$$Z_{n+2} = aZ_{n+1} + bZ_n, \quad n = 1, 2, \dots$$

После этого в 1985 г. в журнале «Заводская лаборатория» началась дискуссия о качестве датчиков псевдослучайных чисел, которая продолжалась до 1993 г. и закончилась статьей проф. С.М. Ермакова [214] и нашим комментарием [215].

Итоги можно подвести так. Во многих случаях решаемая методом статистических испытаний задача сводится к оценке вероятности попадания в некоторую область в многомерном пространстве *фиксированной* размерности. Тогда из чисто математических соображений теории чисел следует, что с помощью датчиков псевдослучайных чисел поставленная задача решается корректно. Сводка соответствующих математических обоснований приведена, например, в работе С.М. Ермакова [214].

В других случаях приходится рассматривать вероятности попадания в области в пространствах *переменной* размерности. Типичным примером является ситуация, когда на каждом шагу проводится проверка соответствующей статистической гипотезы, и по ее результатам либо остаемся в данном пространстве, либо переходим в пространство большей размерности. Например, в регрессионном анализе при оценивании степени многочлена либо останавливаемся на данной степени, либо увеличиваем степень, переходя в параметрическое пространство большей размерности [216]. Так вот, вопрос об обоснованности применения метода статистических испытаний (а точнее, о свойствах датчиков псевдослучайных чисел) в случае пространств переменной размерности остается в настоящее время открытым. О важности этой проблемы вдохновенно говорил академик РАН Ю.В. Прохоров на Первом Всемирном Конгрессе Общества математической статистики и теории вероятностей им. Бернулли (Ташкент, 1986 г.), как было отмечено в подготовленных нами отчетах о Конгрессе [76 – 78].

### 3.3.3. Имитационное моделирование

Поскольку постоянно обсуждаем проблемы моделирования, приведем несколько общих формулировок.

«Модель в общем смысле (обобщенная модель) - это создаваемый с целью получения и (или) хранения информации специфический объект (в форме мысленного образа, описания знаковыми средствами либо материальной системы), отражающей свойства, характеристики и связи объекта-оригинала произвольной природы, существенные для задачи, решаемой субъектом» (это определение взято из монографии [6, с.44]).

Например, в менеджменте производственных систем используют:

- модели технологических процессов (контроль и управление по технико-экономическим критериям, АСУ ТП - автоматизированные системы управления технологическими процессами);
- модели управления качеством продукции (в частности, модели оценки и контроля надежности);
- модели массового обслуживания (теории очередей);
- модели управления запасами (в современной терминологии - модели логистики, т.е. теории и практики управления материальными, финансовыми и информационными потоками);
- имитационные и эконометрические модели деятельности предприятия (как единого целого) и управления им (АСУ предприятием) и др.

Согласно академику РАН Н.Н. Моисееву [217, с.213], имитационная система - это совокупность моделей, имитирующих протекание изучаемого процесса, объединенная со специальной системой вспомогательных программ и информационной базой, позволяющих достаточно просто и оперативно реализовать варианты расчеты. Другими словами, имитационная система - это совокупность имитационных моделей. А имитационная модель предназначена для ответов на вопросы типа: «Что будет, если...» Что будет, если параметры примут те или иные значения? Что будет с ценой на продукцию, если спрос будет падать, а число конкурентов расти? Что будет, если государство резко усилит вмешательство в экономику? Что будет, если остановку общественного транспорта перенесут на 100 м дальше от входа в торговый зал, о котором шла речь выше, и поток покупателей резко упадет? Кроме компьютерных моделей, на вопросы подобного типа часто отвечают эксперты при использовании метода сценариев [52, 218, 219].

При имитационном моделировании часто используется метод статистических испытаний (Монте-Карло). Теорию и практику машинных имитационных экспериментов с моделями экономических систем еще более 40 лет назад подробно разобрал Т. Нейлор в обширной классической монографии [220]. Рассмотрим применение датчиков псевдослучайных чисел в рамках статистических технологий.

### **3.3.4. Методы размножения выборок (бутстреп-методы)**

Прикладная статистика бурно развивается последние десятилетия. Серьезным (хотя, разумеется, не единственным и не главным) стимулом является стремительно растущая производительность вычислительных средств. Поэтому понятен острый интерес к статистическим методам, интенсивно использующим компьютеры. Одним из таких методов является так называемый «бутстреп», предложенный в 1977 г. Б. Эфроном из Станфордского университета (США).

Сам термин «бутстреп» - это английское слово «*bootstrap*», записанное русскими буквами. Оно буквально означает что-то вроде: «вытягивание себя (из болота) за шнурки от ботинок». Термин специально придуман и заставляет вспомнить о подвигах барона Мюнхгаузена.

В истории прикладной статистики было несколько более или менее успешно осуществленных рекламных кампаний. В каждой из них «раскручивался» тот или иной метод, который, как правило, отвечал нескольким условиям:

- по мнению его пропагандистов, полностью решал актуальную научную задачу;
- был понятен (при постановке задачи, при ее решении и при интерпретации результатов) широким массам потенциальных пользователей;
- использовал современные возможности вычислительной техники.

Пропагандисты метода, как правило, избегали беспристрастного сравнения его возможностей с возможностями иных статистических методов. Если сравнения и проводились, то с заведомо слабым «противником».

В нашей стране в условиях отсутствия массового систематического образования в области прикладной статистики подобные рекламные кампании находили особо благоприятную почву, поскольку у большинства затронутых ими специалистов не было достаточных

знаний в области методологии построения моделей прикладной статистики для того, чтобы составить самостоятельное квалифицированное мнение.

Речь идет о таких методах и постановках, как бутстреп, нейронные сети, генетические алгоритмы, метод группового учета аргументов, робастные оценки по Тьюки-Хуберу, асимптотика пропорционального роста числа параметров и объема данных и др. Бывали локальные всплески неоправданного энтузиазма. Например, московские социологи в 1980-х гг. весьма активно пропагандировали так называемый «детерминационный анализ» - простой эвристический метод анализа таблиц сопряженности. Хотя в Новосибирске в это время давно уже было разработано (под руководством Г.С. Лбова) продвинутое математическое и программное обеспечение анализа векторов разнотипных признаков, включающее в себя «детерминационный анализ» как весьма частный случай.

Однако даже на фоне всех остальных рекламных кампаний судьба бутстрепа исключительна. Во-первых, признанный его автор Б. Эфрон с самого начала признавался, что в математико-статистической теории он ничего принципиально нового не сделал. Его исходная статья (первая в сборнике [131]) называлась: «Бутстреп-методы: новый взгляд на методы складного ножа». Тем самым Б. Эфрон честно признавал первенство за М. Кенуем – автором методов «складного ножа». Во вторых, сразу появились статьи и дискуссии в научных изданиях, публикации рекламного характера, и даже в научно-популярных журналах. Бурные обсуждения на конференциях, спешный выпуск книг. В 1980-е гг. финансовая подоплека всей этой активности, связанная с добыванием грантов на научную деятельность, содержание учебных заведений и т.п., была мало понятна отечественным специалистам, для которых упомянутые реалии науки и образования в капиталистических странах были практически незнакомы.

В чем основная идея группы методов «размножения выборок», наиболее известным представителем которых является бутстреп?

Пусть дана выборка  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n$ . В вероятностно-статистической теории предполагаем, что это - набор независимых одинаково распределенных случайных величин. Пусть эконометрика интересуется некоторой статистикой  $f_n(x_1, x_2, \dots, x_n)$ . Как изучить ее свойства? Подобными проблемами мы занимались на протяжении всей профессиональной научной жизни и знаем, насколько это непросто. Идея, которую предложил в 1949 г. М. Кенуй (это и есть «метод складного ножа») состоит в том, чтобы из одной выборки сделать

много, исключая из нее по одному наблюдению (и возвращая ранее исключенные). Перечислим выборки, которые получаются из исходной:

$$\begin{aligned}
 & x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n; \\
 & x_1, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n; \\
 & x_1, x_2, x_4, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n; \\
 & \dots \\
 & x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n; \\
 & \dots \\
 & x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-2}, x_n; \\
 & \dots \\
 & x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}.
 \end{aligned}$$

Всего  $n$  новых (размноженных) выборок объемом  $(n - 1)$  каждая. По каждой из них можно рассчитать значение интересующей эконометрика статистики (с уменьшенным на 1 объемом выборки):

$$\begin{aligned}
 f_{n-1,1}(\omega) &= f_{n-1}(x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n); \\
 f_{n-1,2}(\omega) &= f_{n-1}(x_1, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n); \\
 f_{n-1,3}(\omega) &= f_{n-1}(x_1, x_2, x_4, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n); \\
 & \dots \\
 f_{n-1,k}(\omega) &= f_{n-1}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n); \\
 & \dots \\
 f_{n-1,n-1}(\omega) &= f_{n-1}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-2}, x_n); \\
 f_{n-1,n}(\omega) &= f_{n-1}(x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}).
 \end{aligned}$$

Полученные значения статистики позволяют судить о ее распределении и о характеристиках распределения - о математическом ожидании, медиане, квантилях, разбросе и др. Значения статистики, построенные по размноженным подвыборкам, не являются независимыми. Однако, как показано, например, в [57, гл.6] на примере ряда статистик, возникающих в методе наименьших квадратов и в кластер-анализе (при обсуждении возможности объединения двух кластеров), при росте объема выборки влияние зависимости может ослабевать, а потому со значениями статистик типа  $f_{n-1,k}(\omega)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , можно обращаться как с независимыми случайными величинами.

Однако и без всякой вероятностно-статистической теории разброс величин  $f_{n-1,k}(\omega)$ ,  $k = 1, 2, \dots, n$ , дает наглядное представление о том, какую точность может дать рассматриваемая статистическая оценка.

Сам М. Кенуй и его последователи использовали размножение выборок в основном для построения оценок с уменьшенным смеще-

нием. А вот Б. Эфрон предложил новый способ размножения выборок, существенно использующий датчики псевдослучайных чисел. А именно, он предложил строить новые выборки, *моделируя выборки из эмпирического распределения*. Другими словами, Б. Эфрон предложил взять конечную совокупность из  $n$  элементов исходной выборки  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_{k-1}, x_k, x_{k+1}, \dots, x_{n-1}, x_n$  и с помощью датчика псевдослучайных чисел сформировать из нее любое число размноженных выборок. Процедура, хотя и нереальна без ЭВМ, проста с точки зрения программирования. По сравнению с описанной выше процедурой Кенуя появляются новые недостатки - неизбежные совпадения элементов размноженных выборок и зависимость от качества датчиков псевдослучайных чисел. Однако существует математическая теория, позволяющая (при некоторых предположениях и безграничном росте объема выборки) обосновать процедуры бутстрепа (см. сборник статей [131]).

Есть много способов развития идеи размножения выборок (см., например, статью [132]). Можно по исходной выборке построить эмпирическую функцию распределения, а затем каким-либо образом от кусочно-постоянной функции перейти к непрерывной функции рас-

пределения, например, соединив точки  $\left(x(i); \frac{i}{n}\right), i = 1, 2, \dots, n$  отрезками прямых. Другой вариант - перейти к непрерывному распределению, построив непараметрическую оценку плотности [118]. После этого рекомендуется брать размноженные выборки из этого непрерывного распределения (являющегося состоятельной оценкой исходного), непрерывность защитит от совпадений элементов в этих выборках.

Другой вариант построения размноженных выборок - более прямой. Исходные данные не могут быть определены совершенно точно и однозначно. Поэтому предлагается к исходным данным добавлять малые независимые одинаково распределенные погрешности. При таком подходе соединяем вместе идеи устойчивости и бутстрепа. При внимательном анализе многие идеи прикладной статистики тесно друг с другом связаны (см. статью [132]).

В каких случаях целесообразно применять бутстреп, а в каких - другие методы прикладной статистики? В период рекламной кампании встречались, в том числе в научно-популярных журналах, утверждения о том, что и для оценивания математического ожидания полезен бутстреп. Как показано в статье [132], это совершенно не так. При росте числа испытаний методом Монте-Карло бутстреп-оценка приближается к классической оценке - среднему арифметическому ре-



зультатов наблюдений. Другими словами, бутстреп-оценка отличается от классической оценки только шумом псевдослучайных чисел.

Аналогичной является ситуация и в ряде других случаев. Там, где эконометрическая теория хорошо развита, где найдены методы анализа данных, в том или иной смысле близкие к оптимальным, бутстрепу делать нечего. А вот в новых областях со сложными алгоритмами, свойства которых недостаточно ясны, он представляет собой ценный инструмент для изучения ситуации.

### **3.3.5. Автоматизированный системно-когнитивный анализ**

В предисловии к переводу на русский язык книги С. Кульбака «Теория информации и статистика» [126] А.Н. Колмогоров писал: «... навыки мысли и аналитический аппарат теории информации должны, по-видимому, привести к заметной *перестройке* здания математической статистики» (с. 5 – 6). Однако по неясным причинам этого не произошло. Несмотря на рекомендацию А.Н. Колмогорова, поток исследований, имеющих целью указанную перестройку математико-статистической теории и практики, в СССР и мире не возник. Работы Е.В. Луценко по разработке и применению автоматизированного системно-когнитивного анализа (см., например [127 - 130]) можно рассматривать как развитие указанного А.Н. Колмогоровым направления прикладной математической статистики, не только и не столько в чисто-математическом плане, сколько в прагматически-прикладном. Реализуется рекомендация А.Н. Колмогорова: «По-видимому, внедрение предлагаемых методов в практическую статистику будет облегчено, если тот же материал будет изложен более доступно и проиллюстрирован на подробно разобранных содержательных примерах». Отметим оригинальность подхода и результатов Е.В. Луценко (по сравнению с книгой С. Кульбака), так что речь выше идет об идейных связях, а не о конкретике. Математический метод автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) реализован в его программном инструментарии – универсальной когнитивной аналитической системе Эйдос-Х++. АСК-анализ основан на системной теории информации, которая создана в рамках реализации программной идеи обобщения всех понятий математики, в частности теории информации, базирующихся на теории множеств, путем тотальной замены понятия множества на более общее понятие системы и тщательного отслеживания всех последствий этой замены (см., на-

пример, [32, 33]). Благодаря математическим основам АСК-анализа этот метод является непараметрическим и позволяет сопоставимо обрабатывать десятки и сотни тысяч градаций факторов и будущих состояний объекта управления (классов) при неполных (фрагментированных), зашумленных данных числовой и нечисловой природы, измеряемых в различных единицах измерения. За дальнейшей информацией – теоретическими разработками и многочисленными примерами успешного практического использования АСК-анализа отошлем к публикациям проф. Е.В. Луценко и его сотрудников, прежде всего в «Научном журнале КубГАУ».

### **3.3.6. Компьютерная статистика в контроллинге**

В качестве примера применения компьютерной статистики рассмотрим конкретную прикладную область – контроллинг, т.е. современный подход к управлению организацией [1, 2, 4, 29, 30, 86, 221]. Контроллеру и сотрудничающему с ним статистику нужна разнообразная экономическая и управленческая информация, не менее нужны удобные инструменты ее анализа. Следовательно, информационная поддержка контроллинга необходима для успешной работы контроллера. Без современных компьютерных инструментов анализа и управления, основанных на продвинутых эконометрических и экономико-математических методах и моделях, невозможно эффективно принимать управленческие решения. Недаром специалисты по контроллингу большое внимание уделяют проблемам создания, развития и применения компьютерных систем поддержки принятия решений. Высокие статистические технологии и эконометрика - неотъемлемые части любой современной системы поддержки принятия экономических и управленческих решений.

Важная часть прикладной статистики - применение высоких статистических технологий к анализу конкретных экономических данных. Такие исследования зачастую требуют дополнительной теоретической работы по «доводке» статистических технологий применительно к конкретной ситуации. Большое значение для контроллинга имеют не только общие методы, но и конкретные эконометрические модели, например, вероятностно-статистические модели тех или иных процедур экспертных оценок или эконометрики качества, имитационные модели деятельности организации, прогнозирования в условиях риска. И конечно, такие конкретные применения, как расчет и прогнозирование индекса инфляции. Сейчас уже многим специалистам

ясно, что годовой, квартальный или месячный бухгалтерский баланс предприятия может быть использован для оценки его финансово-хозяйственной деятельности только с привлечением данных об инфляции. Различные области экономической теории и практики в настоящее время еще далеко не согласованы. При оценке и сравнении инвестиционных проектов принято использовать такие характеристики, как чистая текущая стоимость, внутренняя норма доходности, основанные на введении в рассмотрение изменения стоимости денежной единицы во времени (это осуществляется с помощью дисконтирования). А вот при анализе финансово-хозяйственной деятельности организации на основе данных бухгалтерской отчетности изменение стоимости денежной единицы во времени по традиции не учитывают.

Специалисты по контроллингу должны быть вооружены современными средствами информационной поддержки, в том числе средствами на основе высоких статистических технологий и эконометрики. Очевидно, преподавание должно идти впереди практического применения. Ведь как применять то, чего не знаешь?

Статистические технологии применяют для анализа данных двух принципиально различных типов. Один из них - это результаты измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов и др.) различных видов, например, результаты управленческого или бухгалтерского учета, данные Госкомстата и др. Короче, речь идет об объективной информации. Другой - это оценки экспертов, на основе своего опыта и интуиции делающих заключения относительно экономических явлений и процессов. Очевидно, это - субъективная информация. В стабильной экономической ситуации, позволяющей рассматривать длинные временные ряды тех или иных экономических величин, полученных в сопоставимых условиях, данные первого типа вполне адекватны. В быстро меняющихся условиях приходится опираться на экспертные оценки. Такая новейшая часть прикладной статистики, как статистика нечисловых данных, была создана как ответ на запросы теории и практики экспертных оценок.

Для решения каких экономических задач могут быть полезны статистические методы? Практически для всех, использующих конкретную информацию о реальном мире. Только чисто абстрактные, отвлеченные от реальности исследования могут обойтись без нее. В частности, статистические методы необходима для прогнозирования, в том числе поведения потребителей, а потому и для планирования. Выборочные исследования, в том числе выборочный контроль, основаны на статистические методы. Но планирование и контроль - осно-

ва контроллинга. Поэтому статистические методы - важная составляющая инструментария контроллера, воплощенного в компьютерной системе поддержки принятия решений. Прежде всего оптимальных решений, которые предполагают опору на адекватные модели прикладной статистики. В производственном менеджменте это может означать, например, использование моделей экстремального планирования эксперимента (судя по накопленному опыту их практического использования, такие модели позволяют повысить выход полезного продукта на 30-300%).

Высокие статистические технологии предполагают адаптацию применяемых методов к меняющейся ситуации. Например, параметры прогностического индекса меняются вслед за изменением характеристик используемых для прогнозирования величин. Таков метод экспоненциального сглаживания. В соответствующем алгоритме расчетов значения временного ряда используются с весами. Веса уменьшаются по мере удаления в прошлое. Многие методы дискриминантного анализа основаны на применении обучающих выборок. Например, для построения рейтинга надежности банков можно с помощью экспертов составить две обучающие выборки - надежных и ненадежных банков. А затем с их помощью решать для вновь рассматриваемого банка, каков он - надежный или ненадежный, а также оценивать его надежность численно, т.е. вычислять значение рейтинга.

Автоматизированный системно-когнитивный анализ является перспективным инструментом контроллинга и менеджмента [29, 30, 86].

Один из способов построения адаптивных статистических моделей - нейронные сети (см., например, монографию [222]). При использовании нейронных сетей упор делается не на формулировку адаптивных алгоритмов анализа данных, а - в большинстве случаев - на построение виртуальной адаптивной структуры. Термин «виртуальная» означает, что «нейронная сеть» - это специализированная компьютерная программа, «нейроны» используются лишь при общении человека с компьютером. Методология нейронных сетей идет от начальных идей кибернетики 1940 - 50-х гг. В компьютере создается модель мозга человека (весьма примитивная с точки зрения физиолога). Основа модели - весьма простые базовые элементы, называемые нейронами. Они соединены между собой, так что нейронные сети можно сравнить с хорошо знакомыми экономистам и инженерам блок-схемами. Каждый нейрон находится в одном из заданного множества состояний. Он получает импульсы от соседей по сети, изменя-

ет свое состояние и сам рассылает импульсы. В результате состояние множества нейтронов изменяется, что соответствует проведению статистических вычислений.

Нейроны обычно объединяются в слои (как правило, два-три). Среди них выделяются входной и выходной слои. Перед началом решения той или иной задачи производится настройка. Во-первых, устанавливаются связи между нейронами, соответствующие решаемой задаче. Во-вторых, проводится обучение, т.е. через нейронную сеть пропускаются обучающие выборки, для элементов которых требуемые результаты расчетов известны. Затем параметры сети модифицируются так, чтобы получить максимальное соответствие выходных значений заданным величинам.

С точки зрения точности расчетов (и оптимальности в том или ином статистическом смысле) нейронные сети не имеют преимуществ перед другими адаптивными системами прикладной статистики. Однако они более просты для восприятия, поэтому привлекательны для тех, кто плохо знаком с математико-статистической теорией.

Надо отметить, что в прикладной статистике используются и модели, промежуточные между нейронными сетями и «обычными» системами регрессионных уравнений (одновременных и с лагами). Они тоже используют блок-схемы, как, например, универсальный метод моделирования связей социально-экономических факторов ЖОК (этот метод подробно разработан в [5, 54, 57]).

Профессионалу в области контроллинга полезны многочисленные интеллектуальные инструменты анализа данных, относящиеся к высоким статистическим технологиям [51] и эконометрике [16]. В частности, заметное место в математико-компьютерном обеспечении принятия решений в контроллинге занимают методы теории нечеткости [190], входящие в системную нечеткую интервальную математику [32, 33].

### **3.3.7. Статистические пакеты – инструменты исследователя**

Рассмотрим проблемы разработки, внедрения и использования статистических пакетов (статистических программных продуктов) в России за последние 25 лет, дадим критический анализ популярных в настоящее время пакетов в сопоставлении с результатами современных научных исследований, наметим перспективы развития работ в области статистического программного обеспечения (ср. [223]).

Очевидно, что математические методы исследования, в том числе методы статистического анализа данных, требуют больших вычислений и зачастую невозможны без компьютеров. Продвинутое применение высоких статистических технологий (см., например, раздел 2.3 настоящей монографии и [51]) предполагает использование соответствующих программных продуктов. Статистические пакеты – постоянно используемые интеллектуальные инструменты исследователей, инженеров, управленцев, занимающихся анализом больших массивов данных.

В разделе «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория» (основном отечественном издании по статистическим методам) неоднократно рассматривались вопросы разработки и применения статистических пакетов. Так, более 20 статистических пакетов, разработанных Всесоюзным центром статистических методов и информатики (директор – А.И. Орлов), в том числе пакеты СПК, АТСТАТ-ПРП, СТАТКОН, АВРОРА-РС, ЭКСПЛАН, ПАСЭК, НАДИС, проанализированы в [224, 225]. Перечисленные семь пакетов рассмотрены также в [226]. Сравнительному анализу четырех диалоговых систем по статистическому контролю посвящена статья [227], и т.д.

Однако наряду с очевидной пользой статистические пакеты могут приносить вред неискушенному пользователю. Например, в них зачастую пропагандируется применение двухвыборочного критерия Стьюдента (много раз этот критерий упомянут в статье [228], посвященной программному обеспечению статистического анализа данных), когда условия его применимости не проверены, а зачастую и не выполнены. Между тем хорошо известно, каковы последствия использования критерия Стьюдента вне сферы его применимости, а также и то, что применять его нет необходимости поскольку разработаны более адекватные критерии [71].

Другой пример. Малограмотность переводчиков в русифицированной версии MS Excel (по крайней мере в разделе «Анализ данных») шокирует специалиста по прикладной статистике: например, «объем выборки» именуется «счет». С сожалением приходится констатировать, что не соответствует современным требованиям и электронный учебник – обзор методов, реализованных в пакете STATISTICA6, о котором идет речь в статье [228].

К сожалению, анализ допущенных в документации к пакету недочетов занял бы не меньше места, чем сама документация. В [47] продемонстрировано, насколько трудоемким оказался критический

анализ всего лишь нескольких десятков ГОСТов по статистическим методам управления качеством. Это замечание касается, конечно, не только пакетов. Из одной публикации в другую кочуют одни и те же ошибки. Для разоблачения каждой нужна развернутая публикация. Например, распространенная ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат разобрана в [74, 75], ошибочные утверждения о том, какие гипотезы можно проверять с помощью двухвыборочного критерия Вилкоксона, разоблачены в [72, 73].

Основное противоречие в области разработки статистических пакетов таково. Те, кто программирует, не являются специалистами по прикладной статистике, поскольку это не входит в их профессиональные обязанности. С другой стороны, специалисты по статистическим методам не берутся реализовывать их в пакетах, поскольку такая работа, весьма трудоемкая и ответственная, обычно не соответствует их профессиональным устремлениям. Судя по опыту Всесоюзного центра статистических методов и информатики, стоимость разработки (на профессиональном уровне) пакета среднего уровня сложности – порядка 70 тыс. руб. (в ценах 1990 г.), что соответствует порядка 10 млн. руб. в ценах 2014 г. (индекс инфляции за 25 лет равен примерно 150 при расчете по методике [16, гл.7]). Это означает, что разработкой, распространением и сопровождением статистических пакетов должны заниматься специализированные в этой области организации или подразделения.

В нашей стране активная работа по созданию развернутой системы отечественных статистических пакетов развернулась в 80-х годах [225, 226]. Как уже отмечалось, только Всесоюзным центром статистических методов и информатики было разработано более 20 программных продуктов по прикладной статистике и другим статистическим методам. Эта работа проводилась в рамках более широкого проекта, нацеленного на объединение усилий специалистов по статистическим методам с целью повышения эффективности теоретических и прикладных исследований. Важным промежуточным итогом было создание в 1990 г. Всесоюзной организации по статистическим методам и их применениям и Всесоюзной статистической ассоциации [48, 229]. Планы тех лет отражены в статье [230]. Итогом виделось создание (развертывание, организационное оформление) новой отрасли прикладной науки по образцу метрологии.

Развал СССР, либерализация цен и гиперинфляция начала 90-х положили конец рассматриваемому проекту. Из плана работ реализована только подготовка современных учебников ([5, 16, 52, 54] и др.

(см. также раздел 2.1 настоящей монографии), составленных на основе статей, опубликованных в «Заводской лаборатории» (учебники выложены в свободном доступе на сайте «Высокие статистические технологии» <http://orlovs.pp.ru> и на странице Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html> ). Предприятия и организации, лишившись оборотных средств из-за инфляции, перестали покупать статистические программные продукты, коллективы разработчиков распались, перестали поддерживать статистические пакеты в условиях быстрого обновления технических средств и базового программного обеспечения. В результате многообразие продуктов на отечественном рынке статистических пакетов резко сократилось, и монополистами оказались SPSS, STATISTICA, STATGRAPHICS (и немногие другие), о которых идет речь в статье О.С. Смирновой [228].

На опасность бездумного применения статистических пакетов В.В. Налимов обращал внимание более 40 лет назад [231]. Он имел в виду прежде всего склонность к проведению расчетов без знакомства с сутью применяемых методов. Необходимо обратить внимание также на научно-технический уровень самих пакетов и сопровождающей документации. Дополнительно к сказанному в начале этого подраздела приходится констатировать, что в популярных в настоящее время в России статистических пакетах нет примерно половины того, что разработано представителями отечественной вероятностно-статистической научной школы и включено в современные учебники [5, 16, 52, 54], подготовленные в соответствии с рекомендациями Всесоюзной статистической ассоциации и – позже - Российской ассоциации статистических методов. Сказанное легко проверить, сопоставив содержание указанных учебников и перечень методов, включенных в распространенные пакеты. Поэтому преподаватели МГТУ им. Н.Э. Баумана сознательно избегают использования в учебном процессе пакетов SPSS, STATISTICA, STATGRAPHICS, чтобы не приучать студентов к статистике 60-70-х годов прошлого века. Однако, поскольку нет современных пакетов, приходится для практических расчетов использовать устаревшие программные продукты.

Тиражи пакетов и учебников сопоставимы. Пакет STATGRAPHICS имеет более 40 тыс. зарегистрированных пользователей, учебник «Прикладная статистика» [5] выпущен тиражом 3 тыс. экземпляров, электронную версию только с сайта «Высокие статистические технологии» скачали 45,7 тыс. пользователей (по состоянию на 04.02.2015). Поэтому состав пакетов и качество документации



имеют большое значение. Они во многом определяют качество прикладных научных работ и обоснованность хозяйственных решений.

Отметим, что по сравнению с 1980-ми годами к настоящему времени наметился рост внимания к статистическим технологиям [51], а не только к их составляющим – конкретным методам обработки данных. В этом суть популярного ныне подхода Data Mining (на русском – «добыча данных», «интеллектуальный анализ данных»). Термин Data Mining введен эмигрантом из СССР Г. Пятецким-Шапиро в 1989 г. Задачи, решаемые Data Mining, – классификация, кластеризация, регрессия, ассоциация (поиск повторяющихся паттернов, например, поиск устойчивых связей) – это типичные задачи прикладной статистики. Новизна состоит в разработке *технологий* добычи полезных для практики выводов из данных путем решения ряда таких задач.

Еще более выражена отмеченная тенденция в технологии «Шесть сигм» [232]. Эта технология, первоначально позиционированная как «революционный метод управления качеством», основана на применении теории принятия решений [54] и прикладной статистики [5]. Мы ее рассматриваем как подход к совершенствованию бизнеса [25] и как новую систему внедрения математических методов исследования [233].

Итак, статистические пакеты – интеллектуальные инструменты, необходимые широким кругам научных работников, инженеров, менеджеров. Однако распространенные в настоящее время статистические программные продукты отстают от современного уровня научных исследований примерно на 30 лет. Весьма актуальна задача разработки статистических пакетов нового поколения, соответствующих современному научному уровню и одновременно обеспечивающих удобства пользователей, достигнутые в популярных ныне пакетах. Эта задача должна решаться одновременно с созданием систем обучения, сопровождения и внедрения пакетов нового поколения, в частности, в соответствии с технологиями типа «Шесть сигм».

### **3.4. Основы статистики интервальных данных**

Как установлено в разделе 2.3, одной из точек роста статистических методов и математических методов экономики в целом является статистика интервальных данных. В настоящем разделе рассмотрим основные идеи асимптотической математической статистики интервальных данных, в которой элементы выборки – не числа, а интервалы.

Алгоритмы и выводы статистики интервальных данных принципиально отличаются от алгоритмов и выводов классической математической статистики. Приведем базовые результаты, связанные с основополагающими понятиями нотны и рационального объема выборки. Статистика интервальных данных является составной частью системной нечеткой интервальной математики [32, 33].

### **3.4.1. О развитии статистики интервальных данных**

Перспективная и быстро развивающаяся область статистических исследований последних десятилетий – математическая статистика интервальных данных. Речь идет о развитии методов прикладной математической статистики в ситуации, когда статистические данные – не числа, а интервалы, в частности, порожденные наложением ошибок измерения на значения случайных величин. Полученные результаты были отражены, в частности, в выступлениях на проведенной в «Заводской лаборатории» дискуссии [234] и в докладах Международной конференции по интервальным и стохастическим методам в науке и технике ИНТЕРВАЛ-92 [235]. Приведем основные идеи весьма перспективного для вероятностно-статистических методов и моделей принятия решений асимптотического направления в статистике интервальных данных.

В настоящее время признается необходимым изучение устойчивости (робастности) оценок параметров к малым отклонениям исходных данных и предпосылок модели (см. раздел 3.2 настоящей монографии). Однако популярная среди теоретиков модель засорения (модель Тьюки-Хьюбера) во многих прикладных постановках представляется не вполне адекватной. Эта модель нацелена на изучение влияния больших «выбросов». Поскольку любые реальные измерения лежат в некотором фиксированном диапазоне, а именно, заданном в техническом паспорте средства измерения, то зачастую выбросы не могут быть слишком большими. Поэтому представляются полезными иные, более общие схемы устойчивости, впервые введенные в монографии [73], в которых, например, учитываются возможные отклонения распределений результатов наблюдений от предположений модели.

В одной из таких схем изучается влияние интервальности исходных данных на статистические выводы. Необходимость такого изучения стала очевидной следующим образом. В государственных стандартах СССР по прикладной статистике в обязательном порядке дава-

лось справочное приложение «Примеры применения правил стандарта». При подготовке ГОСТ 11.011-83 [133] разработчикам стандарта были переданы для анализа реальные данные о наработке резцов до предельного состояния (в часах). Оказалось, что все эти данные представляли собой либо целые числа, либо полуцелые (т.е. после умножения на 2 становящиеся целыми). Ясно, что исходная длительность наработок искажена. Необходимо учесть в статистических процедурах наличие такого искажения исходных данных. Как это сделать?

Первое, что приходит в голову – модель группировки данных [236], согласно которой для истинного значения  $X$  проводится замена на ближайшее число из множества  $\{0,5n, n = 1, 2, 3, \dots\}$ . Однако эту модель целесообразно подвергнуть сомнению, а также рассмотреть иные модели. Так, возможно, что  $X$  надо приводить к ближайшему сверху элементу указанного множества – если проверка качества поставленных на испытание резцов проводилась раз в полчаса. Другой вариант: если расстояния от  $X$  до двух ближайших элементов множества  $\{0,5n, n = 1, 2, 3, \dots\}$  примерно равны, то естественно ввести рандомизацию при выборе заменяющего числа, и т.д.

Целесообразно построить принципиально новую математико-статистическую модель, согласно которой **результаты наблюдений – не числа, а интервалы**. Например, если в таблице исходных данных приведено значение 53,5, то это значит, что реальное значение – какое-то число от 53,0 до 54,0, т.е. какое-то число в интервале  $[53,5 - 0,5; 53,5 + 0,5]$ , где 0,5 – максимально возможная погрешность. Принимая эту модель, мы попадаем в новую научную область – статистику интервальных данных [237, 238]. Статистика интервальных данных идейно связана с интервальной математикой, в которой в роли чисел выступают интервалы (см., например, монографию [239]). Это направление математики является дальнейшим развитием хорошо известных правил приближенных вычислений, посвященных выражению погрешностей суммы, разности, произведения, частного через погрешности тех чисел, над которыми осуществляются перечисленные операции.

В интервальной математике сумма двух интервальных чисел  $[a, b]$  и  $[c, d]$  имеет вид  $[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d]$ , а разность определяется по формуле  $[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c]$ . Для положительных  $a, b, c, d$  произведение определяется формулой  $[a, b] \cdot [c, d] = [ac, bd]$ , а частное имеет вид  $[a, b]/[c, d] = [a/d, b/c]$ . Эти формулы получены при решении соответствующих оптимизационных задач. Пусть  $x$  лежит в отрезке  $[a, b]$ , а  $y$  – в отрезке  $[c, d]$ . Каково минимальное и макси-

мальное значение для  $x + y$ ? Очевидно,  $a + c$  и  $b + d$  соответственно. Минимальные и максимальные значения для  $x - y$ ,  $xy$ ,  $x/y$  указывают нижние и верхние границы для интервальных чисел, задающих результаты арифметических операций. А от арифметических операций можно перейти ко всем остальным математическим алгоритмам. Так строится интервальная математика.

Как видно из сборника трудов Международной конференции [235], исследователям удалось решить ряд задач теории интервальных дифференциальных уравнений, в которых коэффициенты, начальные условия и решения описываются с помощью интервалов. По мнению некоторых специалистов, статистика интервальных данных является частью интервальной математики [239]. Впрочем, распространена и другая точка зрения, согласно которой такое включение нецелесообразно, поскольку статистика интервальных данных использует несколько иные подходы к алгоритмам анализа реальных данных, чем сложившиеся в интервальной математике (подробнее см. ниже).

В настоящем разделе рассматриваем асимптотические методы статистического анализа интервальных данных при больших объемах выборок и малых погрешностях измерений. В отличие от классической математической статистики, сначала устремляется к бесконечности объем выборки и только потом – уменьшаются до нуля погрешности (в классической математической статистике предельные переходы осуществляются в обратном порядке – сначала уменьшаются до нуля погрешности измерений, и только затем – устремляется к бесконечности объем выборки). В частности, еще в начале 1980-х годов с помощью такой асимптотики сформулированы правила выбора метода оценивания в ГОСТ 11.011-83 [133].

Нами разработана [240] общая схема исследования, включающая расчет нотны (максимально возможного отклонения статистики, вызванного интервальностью исходных данных) и рационального объема выборки (превышение которого не дает существенного повышения точности оценивания). Она применена к оцениванию математического ожидания и дисперсии [234], медианы и коэффициента вариации [241], параметров гамма-распределения [133, 242] и характеристик аддитивных статистик [240], при проверке гипотез о параметрах нормального распределения, в т.ч. с помощью критерия Стьюдента, а также гипотезы однородности с помощью критерия Смирнова [241]. Изучено асимптотическое поведение оценок метода моментов и оценок максимального правдоподобия (а также более общих – оценок минимального контраста), проведено асимптотическое сравнение

этих методов в случае интервальных данных, найдены общие условия, при которых, в отличие от классической математической статистики, метод моментов дает более точные оценки, чем метод максимального правдоподобия [243].

Разработаны подходы к рассмотрению интервальных данных в основных постановках регрессионного, дискриминантного и кластерного анализов [244]. Изучено влияние погрешностей измерений и наблюдений на свойства алгоритмов регрессионного анализа, разработаны способы расчета нотн и рациональных объемов выборок, введены и исследованы новые понятия многомерных и асимптотических нотн, доказаны соответствующие предельные теоремы [244, 245]. Проведена первоначальная разработка интервального дискриминантного анализа, рассмотрено влияние интервальности данных на показатель качества классификации [244, 246]. Основные идеи и результаты рассматриваемого направления в статистике интервальных данных приведены в публикациях обзорного характера [237, 238].

Как показала Международная конференция ИНТЕРВАЛ-92, в области асимптотической математической статистики интервальных данных мы имеем мировой приоритет. По нашему мнению, со временем во все виды статистического программного обеспечения должны быть включены алгоритмы интервальной статистики, «параллельные» обычно используемым алгоритмам прикладной математической статистики. Это позволит в явном виде учесть наличие погрешностей у результатов наблюдений, сблизить позиции метрологов и статистиков.

Многие из утверждений статистики интервальных данных весьма отличаются от аналогов из классической математической статистики. В частности, не существует состоятельных оценок; средний квадрат ошибки оценки, как правило, асимптотически равен сумме дисперсии оценки, рассчитанной согласно классической теории, и некоторого положительного числа (равного квадрату т.н. нотны – максимально возможного отклонения значения статистики из-за погрешностей исходных данных) – в результате, метод моментов оказывается иногда точнее метода максимального правдоподобия [243]; нецелесообразно увеличивать объем выборки сверх некоторого предела (называемого рациональным объемом выборки) – вопреки классической теории, согласно которой чем больше объем выборки, тем точнее выводы.

В стандарт [133] включен раздел 5, посвященный выбору метода оценивания при неизвестных параметрах формы и масштаба и известном параметре сдвига и основанный на концепциях статистики

интервальных данных. Теоретическое обоснование этого раздела стандарта опубликовано лишь через 5 лет в статье [242].

В 1982 г. при разработке стандарта [133] сформулированы основные идеи статистики интервальных данных. Однако из-за недостатка времени они не были полностью реализованы в ГОСТ 11.011-83, и этот стандарт написан в основном в классической манере. Развитие идей статистики интервальных данных продолжается уже в течение более чем 30 лет, и еще многое необходимо сделать! Большое значение статистики интервальных данных для современной прикладной статистики обосновано в [154, 247].

Вторая ведущая научная школа в области статистики интервальных данных – это школа проф. А.П. Воцинина (1937 - 2008), активно работающая с конца 70-х годов. Полученные результаты отражены в ряде монографий (см., прежде всего, [248, 249, 250]), статей [234, 251, 252], докладов, в частности, в трудах [235] Международной конференции ИНТЕРВАЛ-92, диссертациях [253, 254]. Изучены проблемы регрессионного анализа, планирования эксперимента, сравнения альтернатив и принятия решений в условиях интервальной неопределенности.

Рассматриваемое ниже наше научное направление отличается нацеленностью на асимптотические результаты, полученные при больших объемах выборок и малых погрешностях измерений, поэтому его полное название таково: асимптотическая математическая статистика интервальных данных.

### **3.4.2. Основные идеи статистики интервальных данных**

Сформулируем сначала основные идеи асимптотической математической статистики интервальных данных, а затем рассмотрим реализацию этих идей на простых примерах, отослав по поводу многочисленных конкретных результатов к имеющимся публикациям. Основные идеи достаточно просты, в то время как их проработка в конкретных ситуациях зачастую оказывается достаточно трудоемкой.

Пусть существо реального явления описывается выборкой  $x_1, x_2, \dots, x_n$ . В вероятностной теории математической статистики, из которой мы исходим (см. справочник [60]), выборка – это набор независимых в совокупности одинаково распределенных случайных величин. Однако беспристрастный и тщательный анализ подавляющего большин-

ства реальных задач показывает, что статистику известна отнюдь не выборка  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , а другие (искаженные) величины

$$y_j = x_j + \varepsilon_j, j = 1, 2, \dots, n,$$

где  $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots, \varepsilon_n$  – некоторые погрешности измерений, наблюдений, анализов, опытов, испытаний, исследований (например, инструментальные ошибки).

Одна из причин появления погрешностей – запись результатов наблюдений с конечным числом значащих цифр. Дело в том, что для случайных величин с непрерывными функциями распределения событие, состоящее в попадании хотя бы одного элемента выборки в множество рациональных чисел, согласно правилам теории вероятностей имеет вероятность 0, а такими событиями в теории вероятностей принято пренебрегать. Поэтому при рассуждениях о выборках из тех или иных непрерывных распределений из параметрических семейств – нормального, логарифмически нормального, экспоненциального, равномерного, гамма-распределений, распределения Вейбулла-Гнеденко и др. – приходится принимать, что эти распределения имеют элементы исходной выборки  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , в то время как статистической обработке доступны лишь искаженные значения  $y_j = x_j + \varepsilon_j$ , записываемые конечным (и небольшим) числом значащих цифр, а потому входящие в множество рациональных чисел.

Введем обозначения

$$x = (x_1, x_2, \dots, x_n), y = (y_1, y_2, \dots, y_n), \varepsilon = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \dots + \varepsilon_n).$$

Пусть статистические выводы основываются на статистике  $f : R^n \rightarrow R^1$ , используемой для оценивания параметров и характеристик распределения, проверки гипотез и решения иных статистических задач. Принципиально важная для статистики интервальных данных идея такова:

**СТАТИСТИК ЗНАЕТ ТОЛЬКО  $f(y)$ , НО НЕ  $f(x)$ .**

Очевидно, в статистических выводах необходимо отразить различие между  $f(y)$  и  $f(x)$ . Одним из двух основных понятий статистики интервальных данных является понятие нотны.

**Определение.** Величину максимально возможного (по абсолютной величине) отклонения, вызванного погрешностями наблюдений  $\varepsilon$ , известного статистику значения  $f(y)$  от истинного значения  $f(x)$ , т.е.

$$N_f(x) = \sup |f(y) - f(x)|,$$

где супремум берется по множеству возможных значений вектора погрешностей  $\varepsilon$  (см. ниже), будем называть **НОТНОЙ**.

Если функция  $f$  имеет частные производные второго порядка, а ограничения на погрешности имеют вид

$$|\varepsilon_i| \leq \Delta, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

причем  $\Delta$  мало, то приращение функции  $f$  с точностью до бесконечно малых более высокого порядка описывается главным линейным членом, т.е.

$$f(y) - f(x) = \sum_{1 \leq i \leq n} \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \varepsilon_i + O(\Delta^2).$$

Чтобы получить асимптотическое (при  $\Delta \rightarrow 0$ ) выражение для нотны, достаточно найти максимум и минимум линейной функции (главного линейного члена) на кубе, заданном неравенствами (1). Легко видеть, что максимум достигается, если положить

$$\varepsilon_i = \begin{cases} \Delta, & \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \geq 0, \\ -\Delta, & \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} < 0, \end{cases}$$

а минимум, отличающийся от максимума только знаком, достигается при  $\varepsilon'_i = -\varepsilon_i$ . Следовательно, нотна с точностью до бесконечно малых более высокого порядка имеет вид

$$N_f(x) = \left( \sum_{1 \leq i \leq n} \left| \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \right| \right) \Delta.$$

Это выражение назовем *асимптотической нотной*.

Условие (1) означает, что исходные данные представляются статистику в виде интервалов  $[y_i - \Delta; y_i + \Delta]$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$  (отсюда и название этого научного направления). Ограничения на погрешности могут задаваться разными способами – кроме абсолютных ошибок используются относительные или иные показатели различия между  $x$  и  $y$ .

Если задана не предельная абсолютная погрешность  $\Delta$ , а предельная относительная погрешность  $\delta$ , т.е. ограничения на погрешности вошедших в выборку результатов измерений имеют вид

$$|\varepsilon_i| \leq \delta |x_i|, \quad i = 1, 2, \dots, n,$$

то аналогичным образом получаем, что нотна с точностью до бесконечно малых более высокого порядка, т.е. асимптотическая нотна, имеет вид

$$N_f(x) = \left( \sum_{1 \leq i \leq n} |x_i| \frac{\partial f(x)}{\partial x_i} \right) \delta.$$

При практическом использовании рассматриваемой концепции необходимо провести тотальную замену символов  $x$  на символы  $y$ . В каждом конкретном случае удастся показать, что в силу малости погрешностей разность  $N_f(y) - N_f(x)$  является бесконечно малой более высокого порядка сравнительно с  $N_f(x)$  или  $N_f(y)$ .



### 3.4.3. Основные результаты в вероятностной модели

В классической вероятностной модели элементы исходной выборки  $x_1, x_2, \dots, x_n$  рассматриваются как независимые одинаково распределенные случайные величины. Как правило, существует некоторая константа  $C > 0$  такая, что в смысле сходимости по вероятности

$$\lim_{n \rightarrow \infty} N_f(x) = C\Delta. \quad (2)$$

Соотношение (2) доказывается отдельно для каждой конкретной задачи.

При использовании классических статистических методов в большинстве случаев используемая статистика  $f(x)$  является асимптотически нормальной. Это означает, что существуют константы  $a$  и  $\sigma^2$  такие, что

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P\left(\sqrt{n} \frac{f(x) - a}{\sigma} < x\right) = \Phi(x),$$

где  $\Phi(x)$  – функция стандартного нормального распределения с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1. При этом обычно оказывается, что

$$\begin{aligned} \lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt{n}(Mf(x) - a) &= 0, \\ \lim_{n \rightarrow \infty} nDf(x) &= \sigma^2, \end{aligned}$$

а потому в классической математической статистике средний квадрат ошибки статистической оценки равен

$$M(f(x) - a)^2 = (Mf(x) - a)^2 + Df(x) = \frac{\sigma^2}{n}$$

с точностью до членов более высокого порядка.

В статистике интервальных данных ситуация совсем иная – обычно можно доказать, что средний квадрат ошибки равен

$$\max_{\{\varepsilon\}} M(f(x) - a)^2 = \frac{\sigma^2}{n} + N_f^2(y) + o\left(\Delta^2 + \frac{1}{n}\right). \quad (3)$$

Из соотношения (3) вытекает ряд важных следствий. Правая часть этого равенства, в отличие от правой части соответствующего классического равенства, не стремится к 0 при безграничном возрастании объема выборки. Она остается больше некоторого положительного числа, а именно, квадрата нотны. Следовательно, статистика  $f(x)$  не является состоятельной оценкой параметра  $a$ . Более того, *состоятельных оценок вообще не существует*.

Пусть доверительным интервалом для параметра  $a$ , соответствующим заданной доверительной вероятности  $\gamma$ , в классической ма-

тематической статистике является интервал  $(c_n(\gamma); d_n(\gamma))$ . В статистике интервальных данных аналогичный доверительный интервал является более широким. Он имеет вид  $(c_n(\gamma) - N_f(y); d_n(\gamma) + N_f(y))$ . Таким образом, его длина увеличивается на две нотны. Следовательно, при увеличении объема выборки длина доверительного интервала не может стать меньше, чем  $2C\Delta$  (см. формулу (2)).

В статистике интервальных данных методы оценивания параметров имеют другие свойства по сравнению с классической математической статистикой. Так, при больших объемах выборок метод моментов может быть заметно лучше, чем метод максимального правдоподобия (т.е. иметь меньший средний квадрат ошибки – см. формулу (3)), в то время как в классической математической статистике второй из названных методов всегда не хуже первого.

#### 3.4.4. Рациональный объем выборки

Анализ формулы (3) показывает, что в отличие от классической математической статистики нецелесообразно безгранично увеличивать объем выборки, поскольку средний квадрат ошибки остается всегда большим квадрата нотны. Поэтому представляется полезным ввести понятие «рационального объема выборки»  $n_{rat}$ , при достижении которого продолжать наблюдения нецелесообразно.

Как установить «рациональный объем выборки»? Можно воспользоваться идеей применения «принципа уравнивания погрешностей», выдвинутой в монографии [7]. Речь идет о том, что вклад погрешностей различной природы в общую погрешность должен быть примерно одинаков. Этот принцип дает возможность выбирать необходимую точность оценивания тех или иных характеристик в тех случаях, когда это зависит от исследователя. В статистике интервальных данных в соответствии с «принципом уравнивания погрешностей» предлагается определять рациональный объем выборки  $n_{rat}$  из условия равенства двух величин – метрологической составляющей, связанной с нотной, и статистической составляющей – в среднем квадрате ошибки (3), т.е. из условия

$$\frac{\sigma^2}{n_{rat}} = N_f^2(y), \quad n_{rat} = \frac{\sigma^2}{N_f^2(y)}.$$

Для практического использования выражения для рационального объема выборки неизвестные теоретические характеристики необходимо заменить их оценками. Это делается в каждой конкретной задаче по-своему.

Исследовательскую программу в области статистики интервальных данных можно «в двух словах» сформулировать так: для любого алгоритма анализа данных (алгоритма прикладной статистики) необходимо вычислить нотну и рациональный объем выборки. Или иные величины из того же понятийного ряда, возникающие в многомерном случае, при наличии нескольких выборок и при иных обобщениях описываемой здесь простейшей схемы. Затем проследить влияние погрешностей исходных данных на точность оценивания, доверительные интервалы, значения статистик критериев при проверке гипотез, уровни значимости и другие характеристики статистических выводов. Очевидно, классическая математическая статистика является (предельной) частью статистики интервальных данных, выделяемой условием  $\Delta = 0$ .

Поясним теоретические концепции статистики интервальных данных на простых примерах оценивания математического ожидания и дисперсии.

### 3.4.5. Оценивание математического ожидания

Пусть необходимо оценить математическое ожидание случайной величины с помощью обычной оценки – среднего арифметического результатов наблюдений, т.е.

$$f(x) = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

Тогда при справедливости ограничений (1) на абсолютные погрешности имеем  $N_f(x) = \Delta$ . Таким образом, нотна полностью известна и не зависит от многомерной точки, в которой берется. Это утверждение вполне естественно: если каждый результат наблюдения известен с точностью до  $\Delta$ , то и среднее арифметическое известно с той же точностью. Ведь возможна систематическая ошибка – если к каждому результату наблюдения добавить  $\Delta$ , то и среднее арифметическое увеличится на  $\Delta$ .

Поскольку

$$D(\bar{x}) = \frac{D(x_1)}{n},$$

то в ранее введенных обозначениях

$$\sigma^2 = D(x_1).$$

Следовательно, рациональный объем выборки равен

$$n_{rat} = \frac{D(x_1)}{\Delta^2}.$$

Для практического использования полученной формулы надо оценить дисперсию результатов наблюдений. Можно доказать, что, поскольку  $\Delta$  мало, это можно сделать обычным способом, например, с помощью несмещенной выборочной оценки дисперсии

$$s^2(y) = \frac{1}{n-1} \sum_{1 \leq i \leq n} (y_i - \bar{y})^2.$$

Здесь и далее рассуждения часто идут на двух уровнях. Первый – это уровень «истинных» случайных величин, обозначаемых в настоящем разделе « $x$ », описывающих реальность, но неизвестных специалисту по анализу данных. Второй – уровень известных этому специалисту величин « $y$ », отличающихся погрешностями от истинных. Погрешности малы, поэтому функции от  $x$  отличаются от функций от  $y$  на некоторые бесконечно малые величины. Эти соображения и позволяют использовать  $s^2(y)$  как оценку  $D(x_1)$ .

Итак, выборочной оценкой рационального объема выборки является

$$n_{\text{sample-rat}} = \frac{s^2(y)}{\Delta^2}.$$

Уже на этом первом рассматриваемом примере видим, что рациональный объем выборки находится не где-то вдали, "в районе бесконечности", а непосредственно рядом с теми объемами, с которыми имеет дело любой практически работающий статистик. Например, если статистик знает, что

$$\Delta = \frac{\sigma}{6},$$

то  $n_{\text{rat}} = 36$ . А именно такова погрешность контрольных шаблонов во многих технологических процессах! Поэтому, занимаясь управлением качеством, необходимо обращать внимание на действующую на предприятии систему измерений.

По сравнению с классической математической статистикой доверительный интервал для математического ожидания (для заданной доверительной вероятности  $\gamma$ ) имеет другой вид, а именно:

$$\left( \bar{y} - \Delta - u(\gamma) \frac{s}{\sqrt{n}}; \bar{y} + \Delta + u(\gamma) \frac{s}{\sqrt{n}} \right), \quad (4)$$

где  $u(\gamma)$  – квантиль порядка  $(1 + \gamma)/2$  стандартного нормального распределения с математическим ожиданием 0 и дисперсией 1.

По поводу формулы (4) была довольно жаркая дискуссия среди специалистов. Отмечалось, что она получена на основе Центральной предельной теоремы теории вероятностей и может быть использована при любом распределении результатов наблюдений (с конечной дисперсией). Если же имеется дополнительная информация, то, по мне-

нию отдельных специалистов, формула (4) может быть уточнена. Например, если известно, что распределение  $x_i$  является нормальным, в качестве  $u(\gamma)$  целесообразно использовать квантиль распределения Стьюдента. К этому надо добавить, что по небольшому числу наблюдений нельзя надежно установить нормальность, а при росте объема выборки квантили распределения Стьюдента приближаются к квантилям нормального распределения.

Вопрос о том, часто ли результаты наблюдений имеют нормальное распределение, подробно обсуждался среди специалистов. Выяснилось, что распределения встречающихся в практических задачах результатов измерений почти всегда отличны от нормальных [121]. А также и от распределений из иных параметрических семейств, описываемых в учебниках по теории вероятностей и математической статистике.

Применительно к оцениванию математического ожидания (но не к оцениванию других характеристик или параметров распределения) факт существования границы возможной точности, определяемой точностью исходных данных, неоднократно отмечался в литературе ([192, с. 230–234], [255, с. 121] и др.).

### 3.4.6. Оценивание дисперсии

Для статистики  $f(y) = s^2(y)$ , где  $s^2(y)$  – выборочная дисперсия (несмещенная оценка теоретической дисперсии), при справедливости ограничений (1) на абсолютные погрешности имеем

$$N_f(y) = \frac{2\Delta}{n-1} \sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}| + o(\Delta^2).$$

Можно показать, что нотна  $N_f(y)$  сходится к константе

$$2\Delta M |x_1 - M(x_1)|$$

по вероятности с точностью до  $o(\Delta)$ , когда  $n$  стремится к бесконечности. Это же предельное соотношение верно и для нотны  $N_f(x)$ , вычисленной для исходных данных. Таким образом, в данном случае справедлива формула (2) с

$$C = 2M |x_1 - M(x_1)|.$$

Известно (см., например, [256]), что случайная величина

$$\frac{s^2 - \sigma^2}{\sqrt{n}}$$

является асимптотически нормальной с математическим ожиданием 0 и дисперсией  $D(x_1^2)$ .

Из сказанного вытекает: в статистике интервальных данных асимптотический доверительный интервал для дисперсии  $\sigma^2$  (соответствующий доверительной вероятности  $\gamma$ ) имеет вид

$$(s^2(y) - A; s^2 + A),$$

где

$$A = \frac{u(\gamma)}{\sqrt{n(n-1)}} \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( y_i^2 - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n y_j^2 \right)^2} + \frac{2\Delta}{n-1} \sum_{i=1}^n |y_i - \bar{y}|,$$

здесь  $u(\gamma)$  обозначает тот же самый квантиль стандартного нормального распределения, что и выше в случае оценивания математического ожидания.

Рациональный объем выборки при оценивании дисперсии равен

$$n_{rat} = \frac{D(x_1^2)}{4\Delta^2 (M|x_1 - M(x_1)|)^2},$$

а выборочную оценку рационального объема выборки  $n_{sample-rat}$  можно вычислить, заменяя теоретические моменты на соответствующие выборочные и используя доступные статистику результаты наблюдений, содержащие погрешности.

Что можно сказать о численной величине рационального объема выборки? Как и в случае оценивания математического ожидания, она отнюдь не выходит за пределы обычно используемых объемов выборок. Так, если принять, что распределение результатов наблюдений  $x_i$  является нормальным с математическим ожиданием 0 и дисперсией  $\sigma^2$ , то в результате вычисления моментов случайных величин в предыдущей формуле получаем, что

$$n_{rat} = \frac{\sigma^2}{\pi\Delta^2},$$

где  $\pi$  – отношение длины окружности к диаметру,  $\pi = 3,141592\dots$  Например, если  $\Delta = \sigma/6$ , то  $n_{rat} = 11$ . Это меньше, чем при оценивании математического ожидания в предыдущем примере.

### 3.4.7. Статистика интервальных данных в прикладной статистике

Кратко рассмотрим положение *статистики интервальных данных* (СИД) среди других методов математического описания неопределенностей и анализа данных.

**Нечеткость и СИД.** С формальной точки зрения описание нечеткости интервалом – это частный случай описания ее нечетким множеством. В СИД функция принадлежности нечеткого множества имеет специфический вид – она равна 1 в некотором интервале и 0

вне его. Такая функция принадлежности описывается всего двумя параметрами (границами интервала). Эта простота описания делает математический аппарат СИД гораздо более прозрачным, чем аппарат теории нечеткости в общем случае (однако при этом надо иметь в виду, что, вопреки основополагающей идее Л.А. Заде, переход от "принадлежности к множеству" к "непринадлежности" является скачкообразным, а не непрерывным). Это, в свою очередь, позволяет исследователю продвинуться дальше, чем при использовании функций принадлежности произвольного вида.

**Интервальная математика и СИД.** Можно было бы сказать, что СИД – часть интервальной математики, что СИД так соотносится с прикладной математической статистикой, как интервальная математика – с математикой в целом. Однако исторически сложилось так, что интервальная математика занимается прежде всего вычислительными погрешностями. С точки зрения интервальной математики две известные формулы для выборочной дисперсии, а именно

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\bar{x})^2,$$

имеют разные погрешности. А с точки зрения СИД эти две формулы задают одну и ту же функцию, и поэтому им соответствуют совпадающие нотны и рациональные объемы выборок. Интервальная математика прослеживает процесс вычислений, СИД этим не занимается. Необходимо отметить, что типовые постановки СИД могут быть перенесены в другие области математики, и, наоборот, вычислительные алгоритмы прикладной математической статистики и СИД заслуживают изучения в духе интервальной математики. Однако и то, и другое – скорее дело будущего, а не нынешнего уровня научных исследований в рассматриваемой области. Из уже сделанного отметим применение методов СИД при анализе такой основополагающей характеристики финансовых потоков инвестиционных проектов, как *NPV* – чистая текущая стоимость [16, гл.9].

**Математическая статистика и СИД.** Математическая статистика и СИД отличаются тем, в каком порядке делаются предельные переходы  $n \rightarrow \infty$  и  $\Delta \rightarrow 0$ . При этом СИД переходит в математическую статистику при  $\Delta = 0$ . Правда, тогда исчезают основные особенности СИД: нотна становится равной 0, а рациональный объем выборки – бесконечности. Рассмотренные выше методы СИД разработаны в предположении, что погрешности малы (но не исчезают), а объем выборки велик. СИД расширяет классическую математическую статистику тем, что в исходных статистических данных каждое число за-

меняет интервалом. С другой стороны, можно считать СИД новым этапом развития математической статистики.

**Статистика объектов нечисловой природы и СИД.** *Статистика объектов нечисловой природы* (СОНП) (см. [82] и следующий раздел настоящей монографии) расширяет область применения классической математической статистики путем включения в нее новых видов статистических данных. Естественно, при этом появляются новые виды алгоритмов анализа статистических данных и новый математический аппарат (в частности, происходит переход от методов суммирования к методам оптимизации). С точки зрения СОНП частному виду новых статистических данных – интервальным данным – соответствует СИД. Напомним, что одно из двух основных понятий СИД – нотна – определяется как решение оптимизационной задачи. Однако СИД, изучая классические методы прикладной статистики применительно к интервальным данным, по математическому аппарату ближе к классической математической статистике, чем другие части СОНП, например, статистика бинарных отношений.

**Робастные методы статистики и СИД.** Если понимать робастность согласно монографии [7] как теорию устойчивости статистических методов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок модели, то в СИД рассматривается одна из естественных постановок робастности. Однако в массовом сознании специалистов термин «робастность» закрепился за моделью засорения выборки большими выбросами (модель Тьюки-Хубера), хотя эта модель не имеет большого практического значения [5]. К этой модели СИД не имеет отношения.

**Теория устойчивости и СИД.** Общей схеме устойчивости (см. [7, 123, 257] и раздел 3.2 настоящей монографии) математических моделей социально-экономических явлений и процессов по отношению к допустимым отклонениям исходных данных и предпосылок моделей СИД полностью соответствует. Она посвящена математико-статистическим моделям, используемым при анализе статистических данных, а допустимые отклонения – это интервалы, заданные ограничениями на погрешности. СИД можно рассматривать как пример теории, в которой учет устойчивости позволил сделать нетривиальные выводы. Отметим, что с точки зрения общей схемы устойчивости [7] устойчивость по Ляпунову в теории дифференциальных уравнений – весьма частный случай, в котором из-за его конкретности удалось весьма далеко продвинуться.



**Минимаксные методы, типовые отклонения и СИД.** Постановки СИД относятся к минимаксным. За основу берется максимально возможное отклонение. Это – «подход пессимиста», применяемый, например, в теории антагонистических игр. Использование минимаксного подхода позволяет подозревать СИД в завышении роли погрешностей измерения. Однако примеры изучения вероятностно-статистических моделей погрешностей, проведенные, в частности, при разработке методов оценивания параметров гамма-распределения [133, 242], показали, что это подозрение не подтверждается. Влияние погрешностей измерений по порядку такое же, только вместо максимально возможного отклонения (нотны) приходится рассматривать математическое ожидание соответствующего отклонения. Подчеркнем, что применение в СИД вероятностно-статистических моделей погрешностей не менее перспективно, чем минимаксных.

**Подход научной школы А.П. Воцинина и СИД.** Если в математической статистике неопределенность только статистическая, то в научной школе А.П. Воцинина – только интервальная. Можно сказать, что СИД лежит между классической прикладной математической статистикой и областью исследований научной школы А.П. Воцинина. Другое отличие состоит в том, что в этой школе разрабатывают новые методы анализа интервальных данных, а в СИД в настоящее время изучается устойчивость классических статистических методов по отношению к малым погрешностям. Подход СИД оправдывается распространенностью этих методов, однако в дальнейшем следует переходить к разработке новых методов, специально предназначенных для анализа интервальных данных.

**Анализ чувствительности и СИД.** При анализе чувствительности, как и в СИД, рассчитывают производные по используемым переменным, или непосредственно находят изменения при отклонении переменной на, например,  $\pm 10\%$  от базового значения. Однако этот анализ делают по каждой переменной отдельно. В СИД все переменные рассматриваются совместно, и находится максимально возможное отклонение (нотна). При малых погрешностях удается на основе главного члена разложения функции в многомерный ряд Тейлора получить удобную формулу для нотны. Можно сказать, что СИД – это многомерный анализ чувствительности.

\* \* \*

Асимптотической математической статистике интервальных данных посвящены обширные главы в монографиях [5, 33, 36, 54]. Про-

должают интенсивно развиваться научные исследования как в научной школе А.П. Вошинина [258, 259], так и в СИД [83, 260, 261, 262].

По нашему мнению, во все виды статистического программного обеспечения должны быть включены алгоритмы интервальной статистики, «параллельные» обычно используемым в настоящее время алгоритмам прикладной математической статистики. Это позволит в явном виде учесть наличие погрешностей у результатов наблюдений (измерений, испытаний, анализов, опытов).

Статистика интервальных данных является составной частью системной нечеткой интервальной математики [32, 33, 263] – перспективного направления теоретической и вычислительной математики.

### **3.5. О развитии статистики нечисловых данных**

Около тридцати пяти лет назад статистика нечисловых данных (синонимы - статистика объектов нечисловой природы, нечисловая статистика) была выделена как самостоятельная область математической статистики. Как показано в разделе 2.3.5, статистика нечисловых данных является центральной частью прикладной математической статистики. В настоящем разделе проанализируем разработку основных идей в этой области на фоне развития прикладной статистики в целом и в связи с формированием нового перспективного направления теоретической и прикладной математики - системной нечеткой интервальной математики [32, 33].

Термин "статистика объектов нечисловой природы" впервые появился в 1979 г. в монографии [7]. В том же году в статье [146] была развернута программа построения этой новой области статистических методов. В следующем году появилась коллективная обобщающая статья пяти авторов на эту тему [264]. Обсудим содержание, развитие и основные идеи статистики объектов нечисловой природы.

#### **3.5.1. Послевоенное развитие отечественной статистики**

К 60-м годам XX в. в нашей стране (как и во всем мире) сформировалась научно-практическая дисциплина, которую называем классической математической статистикой. Статистики учились теории по книге Г. Крамера [265], написанной в военные годы и впервые издан-

ной в нашей стране в 1948 г. Из прикладных руководств назовем учебник [266] и таблицы с комментариями [69].

Затем внимание многих специалистов сосредоточилось на изучении математических конструкций, используемых в статистике. Примером таких работ является монография [267]. В ней получены продвинутое математические результаты, но трудно (видимо - вообще невозможно) выделить рекомендации для статистика, анализирующего конкретные данные.

Как реакция на уход теоретиков-статистиков в математику выделилась новая научная дисциплина - прикладная статистика. В учебнике [5] в качестве рубежа, когда это стало очевидным, мы указали 1981 г. – дату выхода массовым тиражом (33 940 экз.) сборника [268], в названии которого использован термин «прикладная статистика». С этого времени линии развития математической статистики и прикладной статистики разошлись. Первая из этих дисциплин полностью ушла в математику, перестав интересоваться практическими делами. Вторая позиционировала себя в качестве науки об обработке данных – результатов наблюдений, измерений, испытаний, анализов, опытов [5].

Вполне естественно, что в прикладной статистике стали развиваться математические методы и модели. Необходимость их развития вытекает из потребностей конкретных прикладных исследований. Это математизированное ядро прикладной статистики хочется назвать теоретической статистикой. Тогда под собственно прикладной статистикой следует понимать обширную промежуточную область между теоретической статистикой и применением статистических методов в конкретных областях. В нее входят, в частности, вопросы формирования вероятностно-статистических моделей и выбора конкретных методов анализа данных (т.е. методология прикладной статистики и других статистических методов), проблемы разработки и применения информационных статистических технологий, организации сбора и анализа данных, т.е. разработки статистических технологий.

Таким образом, общая схема современной статистической науки выглядит следующим образом (от абстрактного к конкретному):

1. Математическая статистика – часть математики, изучающая статистические структуры. Сама по себе не дает рецептов анализа статистических данных, однако разрабатывает методы, полезные для использования в теоретической статистике. Можно вслед за Г. Крамером [265] в качестве названия этой области статистической науки использовать термин "Математические методы статистики".

2. Теоретическая статистика – наука, посвященная моделям и методам анализа конкретных статистических данных.

3. Прикладная статистика (в узком смысле) занимается статистическими технологиями сбора и обработки данных. Она включает в себя методологию статистических методов, вопросы организации выборочных исследований, разработки статистических технологий, создания и использования статистических программных продуктов.

4. Применение статистических методов в конкретных областях. Соответствующие области научно-прикладных исследований иногда имеют собственные названия (в экономике и менеджменте – эконометрика, в биологии – биометрика, в химии – хемометрия, в технических исследованиях – технометрика), а иногда специальных названий пока нет или они не устоялись (применения статистических методов в геологии, демографии, социологии, медицине, истории, и т.д.). Термин "социометрика" имеет более узкий смысл, чем можно было бы ожидать - под ним понимают не статистические методы в социологии, а всего лишь статистические методы изучения малых групп. Для обозначения математических и статистических методов в истории иногда используют термин "клиометрика", но при этом не рассматривают основное достижение в этой области - новую статистическую хронологию [199]. И т.д., и т.п.

Часто позиции 2 и 3 вместе называют прикладной статистикой (как мы это сделали в учебнике [5], написанном в 2003 г. и изданном в 2006 г.). Иногда позицию 1 именуют теоретической статистикой (особенно в зарубежных изданиях). Эти терминологические расхождения связаны с тем, что описанное выше развитие рассматриваемой научно-прикладной области не сразу, не полностью и не всегда адекватно отражается в сознании специалистов. Так, до сих пор выпускают учебники, соответствующие уровню представлений середины XX века, т.е. старой парадигме статистической науки (см. раздел 2.1 настоящей монографии).

*Примечание.* Здесь мы уточнили схему внутреннего деления статистической теории, предложенную в [152]. Естественный смысл приобрели термины «теоретическая статистика» и «прикладная статистика» (в узком смысле). Однако необходимо иметь в виду, что в сравнительно недавнем учебнике [5] прикладная статистика понимается в широком смысле, т.е. как объединение позиций 2 и 3.

К сожалению, в настоящее время невозможно отождествить теоретическую статистику с математической, поскольку последняя (как часть математики - научной специальности «теория вероятностей и

математическая статистика») заметно оторвалась от задач практики. Однако начинают проявляться любопытные тенденции. Дело в том, что в нашей стране математическая статистика "вымирает". Исследователи в этой области с возрастом снижают активность, новые не появляются, число работ уменьшается, особенно диссертационных. В то же время прикладная статистика активно развивается. Можно предсказать, что в ближайшие десятилетия прикладная статистика полностью "поглотит" математическую, вместе с названием. Так завершится "раскол 1981 года". И снова будет единая "математическая статистика".

Как известно, издавна идут споры о том, существует ли прикладная математика. В частности, уверждают, что вся математика является прикладной, а лишь математики делятся на тех, для кого теоремы важнее ("чистые"), и тех, для кого важнее приложения ("прикладные"). Аналогичные споры имели место и в статистической науке. Замечательный советский статистик член-корреспондент АН СССР Л.Н. Большев, один из авторов лучшего на русском языке сборника статистических таблиц [69], в конце 1970-х гг. в беседе с А.И. Орловым активно возражал против термина "прикладная статистика", поскольку, по его словам, "вся статистика является прикладной". При этом он отметил, что этот термин - реакция на развитие "аналитической статистики" (работы типа [267]), которая занимается внутриматематическими вопросами [268, с.7]. Прошло несколько десятилетий, и стало ясно, что Л.Н. Большев был прав - "вся статистика является прикладной", и имя ей - "математическая статистика", а внутриматематическая "аналитическая статистика" была модным увлечением математиков и ушла в прошлое.

Отметим, что математическая статистика, как и теоретическая с прикладной, заметно отличается от ведомственной науки органов официальной государственной статистики. ЦСУ, Госкомстат, Росстат применяли и применяют лишь проверенные временем приемы позапрошлого (девятнадцатого) века. Возможно, следовало бы от этого ведомства полностью отмежеваться и сменить название научной области, например, на «Анализ данных». В настоящее время компромиссным самоназванием нашей научно-практической дисциплины является термин «статистические методы».

Как уже говорилось, во второй половине 80-х годов развернулось общественное движение, имеющее целью создание профессионального объединения статистиков. Аналогами являются британское Королевское статистическое общество (основано в 1834 г.) и Американ-

ская статистическая ассоциация (создана в 1839 г.). К сожалению, деятельность учрежденной в 1990 г. Всесоюзной статистической ассоциации оказалась парализованной в результате развала СССР. Некоторую активность проявили созданные на базе ВСА Российская ассоциация статистических методов, Российская академия статистических методов, Белорусская статистическая ассоциация. Пришло время оживить их деятельность.

В ходе создания ВСА было проанализировано состояние и перспективы развития теоретической и прикладной статистики. В частности, выделены пять актуальных направлений, в которых развивается современная прикладная статистика, т.е. пять «точек роста» статистической науки: непараметрика, робастность, бутстреп, интервальная статистика, статистика объектов нечисловой природы. Первые четыре из этих направлений достаточно подробно рассмотрены выше в настоящей монографии в разделах 3.1 - 3.4 соответственно.

### **3.5.2. Краткая история статистики объектов нечисловой природы**

Перейдем к сути статистики объектов нечисловой природы (она же - статистика нечисловых данных, или нечисловая статистика). Типичный исходный объект в прикладной статистике - это выборка, т.е. совокупность независимых одинаково распределенных случайных элементов. Какова природа этих элементов? В классической математической статистике элементы выборки - это числа. В многомерном статистическом анализе - вектора. А в нечисловой статистике элементы выборки - это объекты нечисловой природы, которые нельзя складывать и умножать на числа. Другими словами, объекты нечисловой природы лежат в пространствах, не имеющих векторной структуры.

Примерами объектов нечисловой природы являются:

- значения качественных признаков, в том числе результаты кодировки объектов с помощью заданного перечня категорий (градаций);
- упорядочения (ранжировки) экспертами образцов продукции (при оценке её технического уровня, качества и конкурентоспособности) или заявок на проведение научных работ (при проведении конкурсов на выделение грантов);
- классификации, т.е. разбиения объектов на группы сходных между собой (кластеры);

- толерантности, т.е. бинарные отношения, описывающие сходство объектов между собой, например, сходства тематики научных работ, оцениваемого экспертами с целью рационального формирования экспертных советов внутри определенной области науки;

- другие виды отношений на конечных множествах (унарных, бинарных, тернарных и др.);

- результаты парных сравнений или контроля качества продукции по альтернативному признаку («годен» - «брак»), т.е. последовательности из 0 и 1;

- множества (обычные или нечеткие), например, зоны, пораженные коррозией, или перечни возможных причин аварии, составленные экспертами независимо друг от друга;

- слова, предложения, тексты;

- вектора, координаты которых - совокупность значений разнотипных признаков, например, результат составления статистического отчета о научно-технической деятельности организации или анкета эксперта, в которой ответы на часть вопросов носят качественный характер, а на часть - количественный;

- ответы на вопросы экспертной, медицинской, маркетинговой или социологической анкеты, часть из которых носит количественный характер (возможно, интервальный), часть сводится к выбору одной из нескольких подсказок, а часть представляет собой тексты;

- графы;

- ориентированные графы;

- блок-схемы;

- кривые,

- фигуры;

- тела в пространстве;

- рисунки (образы, сцены);

- звуки (фонемы);

- алгоритмы;

- модели различных явлений и процессов;

- отношения в малой группе;

- предметы одежды;

- песни;

- цирковые номера;

- поэтические произведения;

- элементы метрического пространства;

- элементы произвольного пространства, и т.д.

Список можно продолжать сколь угодно долго, поскольку окружающие нас явления и процессы лишь в редких случаях можно адекватно описать с помощью чисел. (Хотя стоит напомнить, что любые символы кодируются в памяти компьютера с помощью последовательностей 0 и 1.)

Рассмотренные выше интервальные данные тоже можно рассматривать как пример объектов нечисловой природы, а именно, как частный случай нечетких множеств. Если характеристическая функция нечеткого множества равна 1 на некотором интервале и равна 0 вне этого интервала, то задание такого нечеткого множества эквивалентно заданию интервала. С методологической точки зрения важно, что *теория нечетких множеств в определенном смысле сводится к теории случайных множеств*. Цикл соответствующих теорем приведен в монографиях [7, 33], а также в учебниках [5, 16, 36, 54].

С 70-х годов в основном в ответ на запросы теории экспертных оценок (а также технических исследований, экономики, социологии и медицины) развивались различные направления статистики объектов нечисловой природы. Были установлены основные связи между конкретными видами таких объектов, разработаны для них базовые вероятностные модели. Сводка была дана в монографии [7], препринте [144].

Следующий этап (80-е годы) - выделение статистики объектов нечисловой природы в качестве самостоятельной дисциплины в рамках прикладной статистики (шире, математических методов исследования), ядром которого являются методы статистического анализа данных произвольной природы. Для работ этого периода характерна сосредоточенность на внутренних проблемах нечисловой статистики. Проводились всесоюзные конференции [269, 270], выпускались монографии [271 - 276], сборники трудов [277 - 279], защищались диссертации [280 - 286]. Наиболее представительным является сборник [87], подготовленный совместно комиссией «Статистика объектов нечисловой природы» Научного Совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» и Институтом социологических исследований АН СССР.

К 90-м годам статистика объектов нечисловой природы с теоретической точки зрения была достаточно хорошо развита, основные идеи, подходы и методы были разработаны и изучены математически, в частности, доказано достаточно много теорем. Однако она оставалась недостаточно апробированной на практике. И в 90-е годы наступило время перейти от теоретико-статистических исследований к



применению полученных результатов на практике и включить их в учебный процесс, что и было сделано (см., например, учебники [5, 16, 36, 54], написанные несколько позже, в первое десятилетие XXI в.). В 90-е годы опубликованы обзоры [287 - 289] по статистике объектов нечисловой природы и многочисленные конкретные исследования, к рассмотрению которых и переходим.

### **3.5.3. Основные идеи и направления статистики объектов нечисловой природы**

В чем принципиальная новизна нечисловой статистики? Для классической математической статистики характерна операция сложения. При расчете выборочных характеристик распределения (выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия и др.), в регрессионном анализе и других областях этой научной дисциплины постоянно используются суммы. Математический аппарат - законы больших чисел, Центральная предельная теорема и другие теоремы - нацелены на изучение сумм. В нечисловой же статистике нельзя использовать операцию сложения, поскольку элементы выборки лежат в пространствах, где нет операции сложения. Методы обработки нечисловых данных основаны на принципиально ином математическом аппарате - на применении различных расстояний в пространствах объектов нечисловой природы.

Следует отметить, что в статистике объектов нечисловой природы одна и та же математическая схема может с успехом применяться во многих прикладных областях, для анализа данных различных типов, а потому ее целесообразно формулировать и изучать в наиболее общем виде, для объектов произвольной природы.

Кратко рассмотрим несколько идей, развиваемых в статистике объектов нечисловой природы для данных, лежащих в пространствах произвольного вида. Они нацелены на решение классических задач описания данных, оценивания, проверки гипотез - но для неклассических данных, а потому неклассическими методами.

Первой обсудим проблему определения средних величин. В рамках теории измерений удастся указать вид средних величин, соответствующих тем или иным шкалам измерения. Теория измерений [7, 136, 137], в середине XX в. рассматривавшаяся как часть математического обеспечения психологии, к настоящему времени признана общенаучной дисциплиной. Современные достижения рассмотрены в статьях [198, 290 -292].

В классической математической статистике средние величины вводят с помощью операций сложения (выборочное среднее арифметическое, математическое ожидание) или упорядочения (выборочная и теоретическая медианы). В пространствах произвольной природы средние значения нельзя определить с помощью операций сложения или упорядочения. Теоретические и эмпирические средние приходится вводить как решения экстремальных задач. Теоретическое среднее определяется как решение задачи минимизации математического ожидания (в классическом смысле) расстояния от случайного элемента со значениями в рассматриваемом пространстве до фиксированной точки этого пространства (минимизируется указанная функция от этой точки). Для получения эмпирического среднего математическое ожидание берется по эмпирическому распределению, т.е. берется сумма расстояний от некоторой точки до элементов выборки и затем минимизируется по этой точке (примером является медиана Кемени [143]). При этом как эмпирическое, так и теоретическое средние как решения экстремальных задач могут быть не единственными элементами рассматриваемого пространства, а являться некоторыми множествами таких элементов, которые могут оказаться и пустыми. Тем не менее удалось сформулировать и доказать законы больших чисел для средних величин, определенных указанным образом, т.е. установить сходимость (в специально определенном смысле) эмпирических средних к теоретическим [5, 16, 293 - 295].

Оказалось, что методы доказательства законов больших чисел допускают существенно более широкую область применения, чем та, для которой они были разработаны. А именно, удалось изучить асимптотику решений экстремальных статистических задач, к которым, как известно, сводится большинство постановок прикладной статистики. В частности, кроме законов больших чисел установлена и состоятельность оценок минимального контраста, в том числе оценок максимального правдоподобия и робастных оценок. К настоящему времени подобные оценки изучены также и в интервальной статистике. Полученные результаты относительно асимптотики решений экстремальных статистических задач применяются в работах [296 - 300].

В статистике в пространствах произвольной природы большую роль играют непараметрические оценки плотности, используемые, в частности, в различных алгоритмах регрессионного, дискриминантного, кластерного анализов. В нечисловой статистике предложен и изучен ряд типов непараметрических оценок плотности в пространствах произвольной природы, в том числе в дискретных пространствах

[175, 301 - 306]. В частности, доказана их состоятельность, изучена скорость сходимости и установлен (для ядерных оценок плотности) примечательный факт совпадения наилучшей скорости сходимости в произвольном пространстве с той, которая имеет быть в классической теории для числовых случайных величин [125].

Дискриминантный, кластерный, регрессионный анализы в пространствах произвольной природы основаны либо на параметрической теории - и тогда применяется подход, связанный с асимптотикой решения экстремальных статистических задач - либо на непараметрической теории - и тогда используются алгоритмы на основе непараметрических оценок плотности [36].

Для анализа нечисловых, в частности, экспертных данных весьма важны методы классификации [307 - 313]. Обзоры таких методов и наши научные результаты даны в работах [65, 120, 134, 176, 180, 314 - 320]. Интересно движение мысли в другом направлении в рамках новой парадигмы (см. разд. 2.1 настоящей монографии), согласно которой наиболее естественно ставить и решать задачи классификации, основанные на использовании расстояний или показателей различия, именно в рамках статистики объектов нечисловой природы (а не, скажем, многомерного статистического анализа). Это касается как распознавания образов с учителем (другими словами, дискриминантного анализа), так и распознавания образов без учителя (т.е. кластерного анализа). Аналогичным образом задачи многомерного шкалирования, т.е. визуализации данных [141, 142, 321], также естественно отнести к статистике объектов нечисловой природы.

Для проверки гипотез в пространствах нечисловой природы могут быть использованы статистики интегрального типа, в частности, типа омега-квадрат [71, 75, 161, 146, 173, 322]. Любопытно, что предельная теория таких статистик, построенная первоначально в классической постановке [323], приобрела естественный (завершенный, изящный) вид именно для пространств произвольного вида [149, 324], поскольку при этом удалось провести рассуждения, опираясь на базовые математические соотношения, а не на те частные (с общей точки зрения), что были связаны с конечномерным пространством.

Представляют практический интерес результаты, связанные с конкретными областями статистики объектов нечисловой природы, в частности, со статистикой нечетких множеств [85] и со статистикой случайных множеств (напомним, что теория нечетких множеств в определенном смысле сводится к теории случайных множеств), с непараметрической теорией парных сравнений и люсианов (бернуллиев-

ских бинарных векторов), с аксиоматическим введением метрик в конкретных пространствах объектов нечисловой природы, а также с рядом других конкретных постановок. Отметим бурный рост интереса со стороны прикладников к математическому аппарату теории нечеткости [138, 325 - 328].

Результаты контроля штучной продукции по альтернативному (бинарному, дихотомическому) признаку представляют собой последовательности из 0 и 1 – объекты нечисловой природы, а потому теорию статистического контроля относят к нечисловой статистике [163, 287]. В рамках новой парадигмы статистических методов, шире, математических методов экономики постоянно публикуются работы по этой тематике, предназначенные для специалистов по статистическим методам управления качеством продукции [159, 160, 224, 329 - 332]. Для служб контроллинга особенно важны методы статистического контроля процессов, предназначенные для выявления отклонений методом контрольных карт [97, 158, 177, 333].

При статистическом анализе нечисловых данных возникает необходимость оценивать параметры модели. Вместо метода максимального правдоподобия целесообразно применять метод одношаговых оценок [334 - 337].

Интенсивно ведется разработка новых методов анализа конкретных видов нечисловых данных. Так, С.А. Смоляк рассматривает проблему восстановления функции многих переменных по ее точным или приближенным значениям в отдельных точках. Для функций числовых переменных – это обычная задача интерполяции, однако он решает задачу восстановления функции от номинальных или порядковых переменных и предлагает эвристические методы, основанные на формализации дискретного аналога понятия «гладкости» функции [338, 339]. А.Н. Горбач и Н.А. Цейтлин на основе практических потребностей (прежде всего, потребностей маркетинга) обосновывают необходимость построения статистической теории спонтанных последовательностей, вводят расстояния между ними [340] и разрабатывают методы анализа этого нового вида объектов нечисловой природы [341]. Бурно развивается раздел нечисловой статистики, посвященный организационным структурам [9, 56, 342 - 347].

Статистика объектов нечисловой природы порождена потребностями практики, прежде всего в области экспертных оценок. Вполне естественно, что названия сборников трудов неформального научного коллектива, развивающего нечисловую статистику, начинались со слов «Экспертные оценки» [348 - 351]. Различным вопросам теории и

практики экспертных оценок посвящен ряд монографий, подготовленных членами нашего научного коллектива [52, 54, 55, 59, 145, 352 - 355]. Научные результаты последних лет постоянно публикуются в журналах «Заводская лаборатория» [356 - 365], «Автоматика и телемеханика» [202, 366 - 368], "Научном журнале КубГАУ" [135, 369, 370] и других [371, 372].

Экспертные методы, как и статистические, активно используются при прогнозировании. Тематике прогнозирования наш «незримый коллектив» уделяет значительное место [169, 170, 373 - 375]. Отметим цикл исследований по разработке научных основ создания автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий [376 - 380].

Как показано в разд. 3.1, одна из основных областей непараметрической статистики – это ранговая статистика, т.е. основанная на рангах – номерах элементов выборок в вариационных рядах. Ранги измерены в порядковых шкалах, а значения ранговых статистик инвариантны относительно любых строго возрастающих преобразований - допустимых преобразований в таких шкалах. Это означает, что существенную часть непараметрической статистики [69, 380, 381] можно включить в нечисловую статистику. Тем более это касается статистики интервальных данных, изучающей методы анализа нечисловых данных конкретного вида – интервалов. Так, в учебнике [36] статистика интервальных данных включена в нечисловую статистику. Однако в настоящей монографии мы предпочли рассмотреть непараметрику, статистику интервальных данных и нечисловую статистику по отдельности. В частности, потому, что статистика в пространствах произвольной природы является центральной областью только для последнего из трех рассмотренных здесь направлений прикладной статистики.

Вопросы внедрения математических методов исследования всегда были в центре внимания нашего творческого сообщества, а потому и нашего раздела «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория» [224, 230, 382]. Подчеркивалось большое теоретическое и прикладное значение статистики объектов нечисловой природы [155], необходимость перехода от отдельных методов анализа данных к разработке высоких статистических технологий [51] и использования современных систем внедрения математических методов, таких как система «Шесть сигм» и ее аналоги [233]. Обсуждались проблемы программного обеспечения [223, 227, 228]. Однако

приходится констатировать, что создание линейки современных программных продуктов по нечисловой статистике – пока дело будущего.

### **3.5.4. О некоторых нерешенных проблемах нечисловой статистики**

За каждым новым научным результатом открывается многообразие неизвестного. Рассмотрим несколько конкретных постановок.

В статистике в пространствах общей природы получены аналоги классического закона больших чисел. Но нет аналога центральной предельной теоремы. Какова скорость сходимости эмпирических средних к теоретическим? Как сравнить различные способы усреднения? В частности, что лучше применять для усреднения упорядоченных – медиану Кемени или среднее по Кемени (среднее отличается от медианы тем, что в качестве показателя различия берется не расстояние Кемени, а его квадрат)? Какие конкретные представители различных классов непараметрических оценок плотности достойны рекомендации для использования в нацеленных на практическое применение алгоритмах и программных продуктах анализа нечисловых данных?

До сих пор не проведена полная классификация классических статистических методов с точки зрения теории измерений. Законченные результаты получены только для теории средних [5, 7, 16, 54, 200]. А именно, доказано, что для измерений в порядковой шкале в качестве средних можно использовать только порядковые статистики, например, медиану (при нечетном объеме выборки). Среднее арифметическое применять нельзя. Однако многочисленные эксперименты показывают, что упорядочения объектов по средним арифметическим рангов и по медианам рангов в подавляющем большинстве случаев совпадают или близки. Нужна теория, объясняющая этот экспериментальный факт. Ряд вопросов поставлен в статье [383].

Все более широкое распространение получает теория нечеткости. Давно установлено, что она в определенном смысле сводится к теории случайных множеств [33, 85]. Требуется на основе предложенного (или иного, если будет найден) метода сведения проанализировать различные теоретические и прикладные постановки теории нечеткости и рассмотреть их в рамках вероятностно-статистических методов и моделей. Представляет интерес оба направления движения - от нечетких множеств к случайным и, в обратном направлении, от случайных множеств к нечетким.

Перейдем к классическим областям статистики. Начнем с обсуждения влияния отклонений от традиционных предпосылок (ср. раздел 3.2 настоящей монографии). В вероятностной теории статистических методов выборка обычно моделируется как конечная последовательность независимых одинаково распределенных случайных величин или векторов. В парадигме середины XX в. часто предполагают, что эти величины (вектора) имеют нормальное распределение.

При внимательном взгляде совершенно ясна нереалистичность приведенных классических предпосылок. Независимость результатов измерений обычно принимается «из общих предположений», между тем во многих случаях очевидна их коррелированность. Одинаковая распределенность также вызывает сомнения из-за изменения во времени свойств измеряемых образцов, средств измерения и психофизического состояния специалистов, проводящих измерения (испытания, анализы, опыты). Даже обоснованность самого применения вероятностных моделей иногда вызывает сомнения, например, при моделировании уникальных измерений (согласно классическим воззрениям, теорию вероятностей обычно привлекают при изучении массовых явлений). И уж совсем редко распределения результатов измерений можно считать нормальными [5, 16].

Итак, методы классической математической статистики обычно используют вне сферы их обоснованной применимости. Каково влияние отклонений от традиционных предпосылок на статистические выводы? В настоящее время об этом имеются лишь отрывочные сведения. Приведем три примера.

**Пример 1.** Построение доверительного интервала для математического ожидания обычно проводят с использованием распределения Стьюдента (при справедливости гипотезы нормальности). Как следует из Центральной предельной теоремы (ЦПТ) теории вероятностей, в асимптотике (при большом объеме выборки) такие расчетные методы дают правильные результаты (из ЦПТ вытекает использование квантилей нормального распределения, а из классической теории - квантилей распределения Стьюдента, но при росте объема выборки квантили распределения Стьюдента стремятся к соответствующим квантилям нормального распределения). Подробнее об этом см. в статье [165].

**Пример 2.** Для проверки однородности двух независимых выборок (на самом деле, как показано в разд. 3.1.1 настоящей монографии, - для проверки равенства математических ожиданий) обычно рекомендуют использовать двухвыборочный критерий Стьюдента. Пред-

посылки его использования – это нормальность распределений, соответствующих выборкам, и равенство их дисперсий. Что будет при отклонении от нормальности распределений, из которых взяты выборки, от нормальности? Если объемы выборок равны или если дисперсии совпадают, то в асимптотике (когда объемы выборок безгранично возрастают) классический метод является корректным. Если же объемы выборок существенно отличаются или дисперсии различны, то критерий Стьюдента проверки гипотезы однородности применять нельзя, поскольку распределение двухвыборочной статистики Стьюдента будет существенно отличаться от классического. Поскольку проверка равенства дисперсий – более сложная задача, чем проверка равенства математических ожиданий, то для выборок разного объема использовать двухвыборочную статистику Стьюдента не следует, целесообразно применять критерий Крамера-Уэлча [5, 16, 71].

**Пример 3.** В задаче отбраковки (исключения) резко выделяющихся наблюдений (выбросов) расчетные методы, основанные на нормальности, являются крайне неустойчивыми по отношению к отклонениям от нормальности, что полностью лишает эти методы научной обоснованности [5, 16, 156].

Примеры 1 - 3 показывают весь спектр возможных свойств классических расчетных методов в случае отклонения от нормальности. Методы примера 1 оказываются вполне пригодными при таких отклонениях, примера 2 – пригодными в некоторых случаях, примера 3 – полностью непригодными.

Итак, имеется **необходимость изучения свойств расчетных методов классической математической статистики, опирающихся на предположение нормальности, в ситуациях, когда это предположение не выполнено.** Аппаратом для такого изучения наряду с методом Монте-Карло могут послужить предельные теоремы теории вероятностей, прежде всего Центральная Предельная Теорема, поскольку интересующие нас расчетные методы обычно используют разнообразные суммы. Пока подобное изучение не проведено, остается неясной научная ценность, например, применения основанного на предположении многомерной нормальности технологии факторного анализа к векторам из переменных, принимающих небольшое число градаций и к тому же измеренных в порядковой шкале. Очевиден выход за пределы предположений, в рамках которых разработана и обоснована технология факторного анализа. Неясно, какими свойствами обладают результаты расчетов вне области применимости этих расчетов.



Почему в современных условиях прежде всего необходимо изучение классических алгоритмов, а не построение новых, специально предназначенных для работы в условиях отклонения от классических предпосылок?

Во-первых, потому, что классические алгоритмы в настоящее время наиболее распространены (прежде всего из-за пороков сложившейся системы образования как прикладников, так и теоретиков). Например, для проверки однородности двух независимых выборок традиционно используют критерий Стьюдента, при этом условия его применимости не проверяют. Насколько обоснованными являются выводы? Как следует из примера 2, во многих случаях выводы нет оснований подвергать сомнению, хотя они получены с помощью некорректной процедуры.

Во-вторых, более новые подходы зачастую методологически уязвимы. Так, известная робастная модель засорения Тьюки-Хубера нацелена на борьбу с большими выбросами, которые зачастую физически невозможны из-за ограниченности интервала значений измеряемой характеристики, в котором работает конкретное средство измерения. Следовательно, модель Тьюки-Хубера-Хампеля [195, 196] имеет скорее теоретическое значение, чем практическое. Сказанное, конечно, не обозначает, что следует прекратить разработку, изучение и внедрение непараметрических и устойчивых методов, выделенных выше как «точки роста» современной прикладной статистики.

Нерешенным проблемам статистики посвящены статьи [157, 384]. Одна из важных проблем - использование асимптотических результатов при конечных объемах выборок. Конечно, естественно изучить свойства алгоритма с помощью метода Монте-Карло. Однако из какого конкретного распределения брать выборки при моделировании? От выбора распределения зависит результат. Кроме того, датчики псевдослучайных чисел лишь имитируют случайность. До сих пор неизвестно, каким датчиком целесообразно пользоваться в случае возможного безграничного роста размерности пространства (см. развернутое обсуждение затронутых проблем в разделе 3.3. настоящей монографии).

Другая проблема – обоснование выбора одного из многих критериев для проверки конкретной гипотезы. Например, для проверки однородности двух независимых выборок можно предложить критерии Стьюдента, Крамера-Уэлча, Лорда, хи-квадрат, Вилкоксона (Манна-Уитни), Ван-дер-Вардена, Сэвиджа, Н.В. Смирнова, типа омега-

квадрат (Лемана-Розенблатта), Реньи, Г.В. Мартынова и др. [71, 174]. Какой выбрать?

Критерии однородности проанализированы в монографии [385]. Естественных подходов к сравнению критериев несколько - на основе асимптотической относительной эффективности по Бахадуру, Ходжесу-Леману, Питмену. И каждый критерий является оптимальным при соответствующей альтернативе или подходящем распределении на множестве альтернатив. При этом математические выкладки обычно используют альтернативу сдвига, сравнительно редко встречающуюся в практике анализа реальных статистических данных. Итог печален - блестящая математическая техника, продемонстрированная в [385], не позволяет дать рекомендации для выбора критерия проверки однородности при анализе реальных данных.

Проблемы разработки высоких статистических технологий поставлены в программной статье [51] (см. также сайт "Высокие статистические технологии" <http://orlovs.pp.ru>). Используемые при обработке реальных данных статистические технологии состоят из последовательности операций, каждая из которых, как правило, хорошо изучена, поскольку сводится к оцениванию (параметров, характеристик, распределений) или проверке той или иной гипотезы. Однако статистические свойства результатов обработки, полученных в результате последовательного применения таких операций, мало изучены. Необходима теория, позволяющая изучать свойства статистических технологий и так их конструировать, чтобы обеспечить высокое качество обработки данных.

В заключение отметим, что развернутое описание статистики нечисловых данных дано в монографиях [5, 7, 16, 36, 54]. При дальнейшем развитии исследований важно опираться на современную методологию [50]. Работы в области статистики объектов нечисловой природы активно продолжаются (см., например, [190, 295]). Эта область, как видно из проведенного выше анализа, имеет много общего с системной нечеткой интервальной математикой [32, 33, 263]. Статистика объектов нечисловой природы соответствует новой парадигме математической статистики, разобранной, например, в статье [63], более того, именно развитие этой научно-практической области стимулировало появление новой парадигмы математической статистики, прикладной статистики, математических методов экономики, шире - математических методов исследования (подробнее см. раздел 2.1 настоящей монографии, полностью посвященный новой парадигме математических методов экономики).

## ГЛАВА 4. ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА КОНТРОЛЛИНГА

### 4.1. Эконометрическая поддержка контроллинга

Эконометрика – один из наиболее эффективных инструментов контроллинга. Специалисты владеют этим инструментом. Поэтому они обычно рассказывают о полученных результатах, а не о приемах использования инструмента. В результате следующее поколение может и не познакомиться с основами, ограничившись повторением общих слов. Особенно актуальна эта проблема для современной России, в которой идет бурный процесс внедрения контроллинга.

В статье [21] рассмотрены общие проблемы применения эконометрических методов при решении задач контроллинга. Описанию конкретных методов посвящен, в частности, учебник "Эконометрика" [16]. В настоящем разделе рассмотрим конкретные задачи контроллинга, для решения которых необходимо использовать методы эконометрики.

#### 4.1.1. Термин «эконометрика»

Однако вначале необходимо обсудить содержание термина «эконометрика». Согласно энциклопедическим источникам, эконометрика – это наука, изучающая конкретные количественные и качественные взаимосвязи экономических объектов и процессов с помощью математических и статистических методов и моделей [38]. Такие методы успешно используются в зарубежных и отечественных экономических и технико-экономических исследованиях, работах по управлению (менеджменту). Применение прикладной статистики и других эконометрических методов дает заметный экономический эффект. Например, в США - не менее 20 миллиардов долларов ежегодно только в области статистического контроля качества [16, 382]. В 1988 г. затраты на статистический анализ данных в нашей стране оценивались в 2 миллиарда рублей ежегодно [387]. Согласно расчетам сравнительной стоимости валют на основе потребительских паритетов, эту величину можно сопоставить с 2 миллиардами долларов США (по официальному курсу доллара на 1988 г. - 3 миллиарда долларов). Следовательно, объем отечественного "рынка статистических и эконометрических услуг" в 1988 г. был на порядок меньше, чем в США,

что совпадает с оценками и по другим показателям, например, по числу специалистов.

В литературе встречается и более узкое понимание эконометрики. Так, в одном из наиболее распространенных в России вводных курсов западной экономической теории сказано: "Статистический анализ экономических данных называется эконометрикой, что буквально означает: наука об экономических измерениях" [386, с.25]. Согласно учебнику [16] эконометрические методы - это прежде всего методы статистического анализа конкретных экономических данных, естественно, с помощью компьютеров. В отличие от формулировок в энциклопедических источниках, здесь из эконометрики исключаются, например, оптимизационные задачи. Это оправдано, например, с точки зрения преподавания, поскольку в настоящее время методы статистического анализа и методы оптимизации рассматриваются в разных учебных курсах.

Однако при решении практических задач производственного менеджмента и контроллинга придерживаться такого разделения нет оснований. Поэтому в настоящей статье примем приведенное выше определение Большого Энциклопедического Словаря [38], согласно которому термин «эконометрика» фактически является синонимом термину «математические методы в экономике».

Точнее, в эконометрику согласно [38] не включают абстрактные экономико-математические методы и модели, не связанные с изучением конкретных явлений и процессов, например, теоремы о существовании точки равновесия. Однако подобные методы и модели, как правило, не используются при решении практических задач.

Итак, эконометрические методы - это прежде всего методы статистического анализа конкретных экономических данных, естественно, с помощью компьютеров. В нашей стране они пока сравнительно мало известны, хотя именно у нас наиболее мощная научная школа в области основы эконометрики – теории вероятностей.

В мировой науке эконометрика занимает достойное место. Как уже отмечалось в настоящей монографии, нобелевские премии по экономике получили эконометрики Ян Тильберген, Рагнар Фриш, Лоуренс Клейн, Трюгве Хаавельмо. В 2000 г. к ним добавились еще двое - Джеймс Хекман и Дэниель Мак-Фадден. Выпускается ряд научных журналов, полностью посвященных эконометрике, в том числе: *Journal of Econometrics* (Швеция), *Econometric Reviews* (США), *Econometrica* (США), *Sankhya. Indian Journal of Statistics. Ser.D.*

Quantitative Economics (Индия), Publications Econometriques (Франция), электронный еженедельник "Эконометрика" (Россия).

Однако в нашей стране по ряду причин эконометрика не была сформирована как самостоятельное направление научной и практической деятельности, в отличие, например, от Польши, которая стараниями известного экономиста О. Ланге и его коллег покрыта сетью эконометрических "институтов" (в российской терминологии - кафедр вузов). Только примерно с 1997 г. в России разворачиваются эконометрические исследования (под собственным именем), начинается широкое преподавание этой дисциплины.

#### **4.1.2. Эконометрика и контроллинг**

Обсудим, что может дать эконометрика контроллеру, какие инструменты анализа данных она может предложить для решения типовых задач, стоящих перед контроллером.

Проблемы такого рода - а именно, что может дать эконометрика той или иной области, какие средства решения типовых задач она может предложить - возникают не впервые. Приходилось выступать и на весьма широкую тему: "Что дает прикладная статистика народному хозяйству?" [388]. В частности, ранее обсуждался набор эконометрических и экономико-математических инструментов, поддерживающих менеджмент и маркетинг малого бизнеса [389]. Средством поддержки проведения экспертных исследований, в частности, в задачах обеспечения химической безопасности биосферы и экологического страхования, служило автоматизированное рабочее место "Математика в экспертизе" (сокращенно АРМ МАТЭК) [390]. С целью эконометрической поддержки задач сертификации и обеспечения качества промышленной продукции нашим творческим коллективом была разработана обширная система программных продуктов по статистическому приемочному контролю, планированию эксперимента, контрольным картам, надежности и испытаниям, прикладной статистике и другим вопросам [224]. Обобщая, можно сказать, что любая достаточно важная и развитая прикладная сфера технико-экономической и управленческой деятельности требует создания адекватного эконометрического сопровождения. Это сопровождение дает рассматриваемой сфере деятельности инструменты (методы) анализа данных для решения стоящих перед нею задач.

Эконометрика - дисциплина методическая, посвящена методам, которые могут применяться в различных предметных областях. На-

против, контроллинг - предметная дисциплина, для решения задач своей предметной области привлекает те методы, которые оказываются полезными.

Прежде всего надо обсудить вопрос: полезны ли для решения задач контроллинга эконометрические методы?

Для ответа на этот вопрос проанализируем "Глоссарий по контроллингу", включенный в материалы симпозиума "Теория и практика контроллинга в России" (4-5 октября 2001 г., МГТУ им. Н.Э.Баумана). В нем, в частности, содержатся термины:

Абсолютные отклонения, Вербальные переменные, Индексы, Интервальные данные, Исследование операций, Кривая опыта, Кумулятивные отклонения, Метод сценариев, Относительные отклонения, Принятие решений, Размытые множества, Риски (угрозы), Ряды, Системный анализ, Средние величины, Управление по отклонениям, Фактические величины, Шансы, Эконометрика, Эмпирико-индуктивные показатели.

Все эти многочисленные термины относятся к эконометрике и охватывают различные ее разделы - от классических (средние величины) до самых современных - статистики объектов нечисловой природы (включая вербальные и размытые переменные) и статистики интервальных данных.

Видимо, ответ на поставленный вопрос уже не вызывает сомнений у специалистов - эконометрические методы представляют собой важную часть научного инструментария контроллера, а их компьютерная реализация - важную часть информационной поддержки контроллинга. Обсуждать целесообразно содержание этого инструментария. Первоначальные соображения были высказаны в работе [392].

Классификация эконометрических инструментов может быть проведена по различным основаниям: по методам, по виду данных, по решаемым задачам и т.п. В частности, при классификации по методам целесообразно выделять следующие блоки:

- 1.1. Описание данных и их графическое представление.
- 1.2. Углубленный вероятностно-статистический анализ.
- 1.3. Поддержка экспертных исследований.
- 1.4. Методы сценариев и анализа рисков.

При классификации на основе вида данных эконометрические алгоритмы естественно делить по тому, каков вид данных "на входе":

- 2.1. Числа.
- 2.2. Конечномерные вектора.

### 2.3. Функции (временные ряды).

2.4. Объекты нечисловой природы, в том числе упорядочения (и другие бинарные отношения), вербальные (качественные) переменные, нечеткие (размытые, расплывчатые) переменные, интервальные данные, и др.

Наиболее интересна классификация по тем задачам контроллинга, для решения которых используются эконометрические методы. При таком подходе могут быть выделены блоки:

3.1. Поддержка прогнозирования и планирования.

3.2. Слежение за контролируемыми параметрами и обнаружение отклонений.

3.3. Поддержка принятия решений, и др.

От каких факторов зависит частота использования тех или иных эконометрических инструментов контроллинга? Как и при иных применениях эконометрики, основных групп факторов два - это решаемые задачи и квалификация специалистов.

Искусственная примитивизация перечня решаемых задач, естественно, приводит, к искусственному сокращению списка применяемых методов. Например, Госкомстат РФ так ограничил область своей деятельности, что для решения поставленных им перед собой задач вполне достаточно обычных статистических таблиц - инструментов XIX в. (Для подтверждения этой мысли достаточно обратиться к публикациям Госкомстата РФ.) Подчеркнем, что для решения этих задач ему не нужны разработки эконометриков, получивших за свои исследования нобелевские премии по экономике. Как не нужны и вообще все работы по эконометрике XX и XXI вв. Однако весь арсенал современной эконометрики может быть с успехом использован, если мы откажемся от искусственного ограничения перечня решаемых задач. В частности, если от описания существующего положения перейдем к прогнозированию на основе вероятностно-статистических моделей.

Как влияет квалификация специалистов? Она ограничивает круг решаемых задач и методов их решения. Зачастую то, что люди не знают - для них не существует. Однако конкурентная борьба требует поиска преимуществ по сравнению с другими фирмами. Знание эконометрических методов дает такие преимущества.

Здесь напрашивается вопрос со стороны практиков: "Что же такое эконометрика? Расскажите о ней." Достаточно подробное представление об эконометрике могут дать лишь монографии, содержащие описания основных подходов, идей, алгоритмов, Примером является учебное пособие [16]. В настоящем разделе эконометрика рас-

смаатривается "с птичьего полета". Такой подход дает возможность познакомиться с общей ситуацией, но не с конкретными алгоритмами анализа данных.

При практическом применении эконометрических методов в работе контроллера необходимо применять соответствующие программные системы. Могут быть полезны и общие статистические системы типа SPSS, Statgraphics, Statistica, ADDA, и более специализированные Statcon, SPC, NADIS, REST (по статистике интервальных данных), Matrixer и многие другие. Массовое внедрение программных продуктов, включающих современные эконометрические инструменты анализа конкретных экономических данных, можно рассматривать как один из эффективных способов ускорения научно-технического прогресса [225].

#### **4.1.3. Высокие эконометрические технологии и их возможности для решения задач управления и контроллинга**

Почему старые методы эконометрики не подходят для новых условий?

При взгляде на эконометрику со стороны часто возникает мысль о том, что за десятилетия развития этой научно-практической дисциплины все ее основные проблемы решены, остается только применять разработанные методы к тем конкретным экономическим данным, которые представляют интерес для исследователя. Эта мысль неверна в принципе, причем по двум основным причинам. Во-первых, прикладные исследования приводят к необходимости анализировать данные новой природы, например, являющиеся перечисленными выше видами объектов нечисловой природы (см. раздел 3.5 настоящей монографии). Во-вторых, выясняется необходимость более глубокого анализа классических методов. Быстрое развитие эконометрики как науки привело к появлению новой парадигмы математических методов экономики (см. раздел 2.1 настоящей монографии).

Хорошим примером для обсуждения являются методы проверки однородности двух выборок. Есть две совокупности, состоящие из чисел (результатов наблюдений, измерений, испытаний, анализов, опытов), и надо решить, различаются или совпадают. Для этого из каждой из них берут по выборке и применяют тот или иной эконометрический метод проверки однородности. Около 100 лет назад был предложен метод Стьюдента, широко рекомендуемый и применяемый



и сейчас. Однако он имеет целый букет недостатков. Во-первых, распределения элементов выборок должны быть нормальными (гауссовыми). Как правило, это не так. Во вторых, он нацелен на проверку не однородности в целом (т.н. абсолютной однородности, т.е. совпадения функций распределения, соответствующих двум совокупностям), а только на проверку равенства математических ожиданий. Но, в-третьих, при этом обязательно предполагается, что дисперсии для элементов двух выборок совпадают. Самое интересное, что проверять равенство дисперсий, а тем более нормальность, гораздо труднее, чем равенство математических ожиданий. Поэтому критерий Стьюдента обычно применяют, не делая таких проверок. А тогда и выводы по критерию Стьюдента повисают в воздухе (подробности - в разделе 3.1 настоящей монографии).

Более продвинутые специалисты обращаются к другим критериям, например, к критерию Вилкоксона. Он является непараметрическим, т.е. не опирается на предположение нормальности. Но и он, как выяснилось, не лишен недостатков. С его помощью нельзя проверить абсолютную однородность (совпадение функций распределения, соответствующих двум совокупностям). Это можно сделать только с помощью т.н. состоятельных критериев, в частности, критериев Смирнова и типа омега-квадрат (Лемана-Розенблатта).

С практической точки зрения критерий Смирнова обладает необычным недостатком - его статистика принимает лишь небольшое число значений, ее распределение сосредоточено в небольшом числе точек, и не удастся пользоваться традиционными уровнями значимости 0,05 и 0,01. Поэтому в настоящее время остается рекомендовать критерий типа омега-квадрат (Лемана-Розенблатта). Но - для него нет достаточно подробных таблиц, он не включен в популярные пакеты эконометрических программ.

Отметим фиаско математиков - специалистов по математической статистике. Они не в состоянии ответить на естественный вопрос: "Каким методом проверять однородность двух выборок?" Дело в том, что для каждого метода они могут указать определенную альтернативную гипотезу, при которой этот метод является наилучшим (в том смысле, который они рассматривают; этих смыслов несколько - оптимальность по Ходжесу-Леману, по Бахадуру и др.). Однако в практических задачах обычно совершенно непонятно, откуда брать "альтернативную гипотезу". Таким образом, в данной области математическая статистика выродилась в схоластику.

Проблему выбора наилучшего эконометрического метода проверки однородности двух выборок нельзя считать окончательно решенной. Нужны дальнейшие исследования.

Рассмотрим другой важный пример. Многие данные в информационных системах имеют нечисловой характер, например, являются словами или принимают значения из конечных множеств. Нечисловой характер имеют и упорядочения, которые дают эксперты или менеджеры, например, выбирая главную цель, следующую по важности и т.д. Значит, нужна статистика нечисловых данных. Далее, многие величины известны не абсолютно точно, а с некоторой погрешностью - от и до. Другими словами, исходные данные - не числа, а интервалы. Нужна статистика интервальных данных. В монографии [84, с.138] по контроллингу хорошо сказано: "Нечеткая логика - мощный элегантный инструмент современной науки, который на Западе (и на Востоке - в Японии, Китае - А.О.) можно встретить в десятках изделий - от бытовых видеокамер до систем управления вооружениями, - у нас до самого последнего времени был практически неизвестен". Напомним, первая монография российского автора по теории нечеткости была выпущена в 1980 г. [85], однако до широких масс специалистов эта теория доходит лишь постепенно. Ни статистики нечисловых данных, ни статистики интервальных данных, ни статистики нечетких данных нет и не могло быть в классической статистике. Все это - высокие эконометрические (статистические) технологии (см. раздел 2.2 настоящей монографии). Они разработаны за последние 10-30-50 лет.

Важная часть эконометрики - применение высоких эконометрических технологий к анализу конкретных экономических данных, что зачастую требует дополнительной теоретической работы по доработке технологий анализа данных применительно к конкретной ситуации. Большое значение имеют конкретные эконометрические модели, например, модели экспертных оценок или экономики качества. И конечно, такие конкретные применения, как расчет и прогнозирование индекса инфляции [16]. Сейчас уже многим ясно, что годовой бухгалтерский баланс предприятия может быть использован для оценки его финансово-хозяйственной деятельности только с привлечением данных об инфляции.

Весь арсенал используемых в настоящее время эконометрических и статистических технологий (методов) можно распределить по трем потокам:

- высокие эконометрические (статистические) технологии;

- классические эконометрические (статистические) технологии,
- низкие (неадекватные, устаревшие) эконометрические (статистические) технологии.

**Основная современная проблема эконометрики** состоит в обеспечении того, чтобы в конкретных эконометрических и статистических исследованиях использовались только технологии первых двух типов. При этом под классическими эконометрическими (статистическими) технологиями понимаем технологии почтенного возраста, сохранившие свое значение для современной статистической практики. Таковы метод наименьших квадратов, статистики Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат, непараметрические коэффициенты корреляции Спирмена и Кендалла и многие другие эконометрические (статистические) процедуры.

Каковы возможные пути решения основной современной проблемы в области эконометрики? Как ускорить внедрение "высоких эконометрических (статистических) технологий"?

В нашей стране по ряду причин эконометрика не была сформирована как самостоятельное направление научной и практической деятельности, в отличие, например, от Польши, не говоря уже об англосаксонских странах. В результате специалистов - эконометриков у нас на порядок меньше, чем в США и Великобритании (Американская статистическая ассоциация включает более 20000 членов). Бороться с конкретными невеждами - дело почти безнадежное. Единственный путь - массовое обучение. Какие бы новые научные результаты ни были получены, если они остаются неизвестными студентам, то новое поколение исследователей и инженеров вынуждено осваивать их по одиночке, а то и переоткрывать. Несколько огрубляя, можно сказать: то, что попало в учебные курсы и соответствующие учебные пособия - то сохраняется, что не попало - то пропадает.

В России начинают развертываться эконометрические исследования и преподавание эконометрики. Среди технических вузов научно-учебный комплекс (факультет) "Инженерный бизнес и менеджмент" МГТУ им. Н.Э.Баумана имеет в настоящее время приоритет в преподавания эконометрики [108].

Мы полагаем, что экономисты, менеджеры и инженеры, прежде всего специалисты по контроллингу, должны быть вооружены современными средствами информационной поддержки, в том числе высокими статистическими технологиями и эконометрикой. Очевидно, преподавание должно идти впереди практического применения. Ведь как применять то, чего не знаешь?

Один раз - в 1990 - 1992 гг. - мы уже "обожглись" на недооценке необходимости предварительной подготовки тех, для кого предназначены современные компьютерные средства. Наш коллектив (Всесоюзный центр статистических методов и информатики Центрального правления Всесоюзного экономического общества) разработал систему диалоговых программных систем обеспечения качества продукции (см. о них в статьях [224, 225]). Их созданием руководили ведущие специалисты страны. Но распространение программных продуктов шло на 1 - 2 порядка медленнее, чем ожидалось (единицы и десятки, а не сотни и тысячи копий). Причина стала ясна не сразу. Как оказалось, работники предприятий просто не понимали возможностей разработанных систем, не знали, какие задачи можно решать с их помощью, какой экономический эффект они дадут. А не понимали и не знали потому, что в вузах никто их не учил статистическим методам управления качеством. Без такого систематического обучения нельзя обойтись - сложные концепции "на пальцах" за пять минут не объяснишь.

Есть и противоположный пример - положительный. В середине 1980-х годов в советской средней школе ввели новый предмет "Информатика". И сейчас молодое поколение превосходно владеет информационно-коммуникационными технологиями, компьютерами и прочими электронными устройствами, мгновенно осваивая быстро появляющиеся новинки, и этим заметно отличается от тех, кому за 50 - 60 лет. Если бы удалось ввести в средней школе курс теории вероятностей и математической статистики - а такой курс есть в Японии и США, Швейцарии, Кении и Ботсване, почти во всех странах (см. подготовленный ЮНЕСКО сборник докладов [109]) - то ситуация могла бы быть резко улучшена. Надо, конечно, добиться, чтобы такой курс был построен на высоких эконометрических (статистических) технологиях, а не на низких. Другими словами, он должен отражать современные достижения, а не концепции пятидесятилетней или столетней давности.

На основе опыта работы секции "Математические методы исследования" журнала "Заводская лаборатория. Диагностика материалов", более 50 лет публикующей работы по высоким эконометрическим (статистическим) методам, рассмотрим основные черты таких методов.

Основные направления работы секции - прикладная статистика и планирование эксперимента. В первом из них принимается, что экспериментатор не может выбирать точки (значения факторов), в кото-

рых проводятся измерения, во втором, напротив, выбор возможен, и основная задача - оптимальный подбор таких точек. Большое внимание уделяется вопросам оптимального управления технологическими процессами, в частности, статистическим методам управления качеством продукции. Рассматриваются также теория и практика экспертных оценок, применение нечетких множеств и др.

Публиковались статьи по статистике случайных величин, по многомерному статистическому анализу, в частности по алгоритмам выделения информативных подмножеств факторов в задачах регрессионного и дискриминантного анализа. Приведем пример. Как известно, во многих задачах требуется найти обратную матрицу, а определитель исходной матрицы может быть близок к 0. Для действий в подобных ситуациях разработан ряд методов. Другая проблема связана с тем, что классические методы хорошо работают, если число неизвестных параметров много меньше объема выборки. Между тем в реальных ситуациях часто число неизвестных параметров сравнимо с объемом выборки. Как быть? Новым методам, разработанным для этой неклассической ситуации, посвящен ряд публикаций.

В традициях отечественной вероятностно-статистической школы выдержана сводка основные терминов, определений и обозначений по теории вероятностей и прикладной статистике. Ее цель - обеспечить высокий научный уровень публикаций и помочь читателям овладеть современной научной терминологией по тематике секции. На основе этой сводки составлен справочник "Вероятность и прикладная статистика. Основные факты" [60].

Постоянно уделялось внимание теории измерений. Пропагандировалась концепция шкал измерения, а именно, шкал наименований, порядковой, интервалов, отношений, разностей, абсолютной. Установлено, какими алгоритмами анализа данных можно пользоваться в той или иной шкале, в частности, для усреднения результатов наблюдений. Так, для данных, измеренных в порядковой шкале, некорректно вычислять среднее арифметическое. В качестве средних для таких данных можно использовать порядковые статистики, в частности, медиану (см. также монографии [5, 7, 36, 54, 85]).

Рассматривались новые подходы и программное обеспечение в области эконометрических методов обеспечения качества. Предложен принципиально новый подход к выбору технико-экономической политики обеспечения качества [329]. Разработан метод проверки независимости результатов статистического контроля по двум альтернативным признакам [330]. Сопоставлены между собой различные диа-

логовые программные системы по статистическому приемочному контролю [227]. Проанализировано применение статистических методов на различных стадиях жизненного цикла продукции согласно международному стандарту ИСО 9004. Рассмотрены результаты анализа научной общественностью государственных стандартов по статистическим методам управления качеством продукции (см. статью [224]).

Эконометрические методы исследования часто опираются на использование современных информационных технологий. В частности, распределение статистики можно находить методами асимптотической математической статистики, а можно и путем статистического моделирования (метод Монте-Карло, он же - метод статистических испытаний). Вычислительная статистика широко представлена в публикациях секции.

#### **4.1.4. Эконометрика в работах отечественных контроллеров**

В каждом номере журнала «Контроллинг» приведены многочисленные ссылки на эконометрические инструменты [23]. Так, С.Г. Фалько, К.А. Рассел и Л.Ф. Левин, анализируя знания, навыки и способности, необходимые контроллерам в США, выделяют оптимизацию процессов, а также компьютерные системы и операции [392]. Методы многокритериальной оптимизации позволяют согласовать цели предприятия за счет собственных и заемных источников финансирования [393]. Рассматривая место системы внутрифирменного контроллинга в функциональной структуре управления, Н.Г. Данилочкина выделяет блоки анализа, контроля, прогнозирования, оптимизации [394]. Во всех этих блоках велика доля эконометрических методов. Так, при выборочном контроле совокупности объектов необходимо применять методы статистического контроля, а при контроле процессов – методы обнаружения разладки. Прогнозирование базируется либо на объективных статистических данных, и тогда применяется метод наименьших квадратов и другие методы регрессионного анализа, либо на субъективных мнениях экспертов, и тогда используется теория экспертных оценок [16, 52].

Экспертные оценки широко используются при решении задач контроллинга. Для планирования продуктовой программы предприятия [395] и для оценки эффективности работы подразделения контроллинга [396] разработаны и подробно описаны конкретные методы сбора и анализа оценок экспертов.

Большое место в задачах управления, в том числе в контроллинге, занимают показатели эффективности. В монографии О.А. Дедова [397] рассмотрена система из 512 ключевых показателей экономической эффективности, имеющих широкое применение в странах с рыночной экономикой. Ясно, что из-за ограниченных возможностей человеческого мозга непосредственно использовать для управления значения 512 показателей нельзя. Приходится применять интегральные (обобщенные, итоговые) показатели, построенные на основе исходных показателей. Построению частных и интегральных показателей по уровням управления предприятием посвящена статья [398].

Эконометрика качества [16, гл.13] необходима В.В. Марущенко для организации поэтапного проведения реинжиниринга бизнес-процессов [399]. В работе [400] показано, что на всех этапах «петли качества», описывающей жизненный цикл продукции с точки зрения организатора производства, следует использовать эконометрические методы.

Отметим любопытное обстоятельство, связанное с соотношением объемов текстов, выделяемых для описания различных вопросов управления качеством. В одной из первых публикаций [401] Международной организации по стандартизации (ИСО) глава по управлению качеством почти полностью состояла из рассмотрения методов статистического приемочного контроля и других методов эконометрики качества. Другими словами, управление качеством практически приравнивалось к эконометрике качества. А вот в современном учебнике по качеству [402] содержится много материала по организации управления качеством, но статистический приемочный контроль не рассматривается (а контрольным картам уделено 5,5 стр.). Как могло появиться подобное сочинение, дезориентирующее читателей?

В стандартах ИСО серии 9000, посвященных менеджменту качества, статистические методы управления качеством указывались как необходимый элемент систем качества. При этом содержание этого элемента не раскрывалось. Почему? Да потому, что по этой тематике уже действовали многочисленные стандарты ИСО, а также региональные (например, стандарты СЭВ) и национальные стандарты [224]. Короче, статистические методы управления качеством были хорошо известны всем специалистам.

Затем к проблеме качества обратились новые лица (новые поколения). Они знали только стандарты ИСО серии 9000, но не знали всей предыстории. Вполне естественно, что они стали писать учебники, исходя из своих знаний. В результате следующее поколение, вы-

учившись по учебникам типа [402], не сможет проанализировать имеющуюся нормативно-техническую документацию по управлению качеством, в том числе стандарты и договора на поставку (разделы «Правила приемки и методы контроля»), и тем более не смогут спроектировать оптимальную систему контроля. Историю деградации текстов по управлению качеством необходимо учесть при развитии работ по обучению и внедрению контроллинга.

Кроме эконометрических моделей управления качеством при решении задач контроллинга используются и другие вероятностно-статистические математические модели. Так, при информационном моделировании, имеющем целью реинжиниринг бизнес-процессов, В.В. Марущенко и А.В. Марущенко опирались на теорию массового обслуживания [403].

#### **4.1.5. Эконометрика в производственном менеджменте**

Для получения более объемной картины использования эконометрических методов при управлении деятельностью организации обратимся к производственному менеджменту – основе контроллинга. Проанализируем базовый учебник "Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент)" [404], подготовленный кафедрой «Экономика и организация производства» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. В нем более 20 раз используются эконометрические методы и модели, что свидетельствует об эффективности такого инструмента менеджера, как эконометрика.

Приведем примеры. Методы восстановления зависимости (регрессионного анализа) используются при изучении динамики производственных затрат в период освоения производства [404, с.95-97]. В частности, для выявления закономерностей изменения трудоемкости изготовления единицы продукции, снижения себестоимости и других показателей с течением времени или с ростом объемов изготовления и др. При нормировании труда косвенные методы основаны на регрессионном анализе. Более того, разработанная НИИтруда формула для определения численности специалистов по функции «организация и оплата труда» также получена с его помощью [404, с.308-309]. Интегральный критерий эффективности проекта, применяемый при планировании инновационных процессов, строится с помощью многомерного статистического анализа [404, с.101].



Постоянно возникает необходимость строить те или иные интегральные показатели (критерии), объединяющие значения частных (единичных или групповых) показателей. Необходимо упомянуть суммарный показатель качества продукции или проекта [404, с.244], коэффициент качества инженерного труда [404, с.269].

В производственном менеджменте часто используются задачи оптимизации. Так, с целью рационального расположения на территории завода складских помещений, заготовительных цехов, участков, оборудования решают задачу минимизации суммарных грузопотоков. Для максимально возможного совмещения отдельных производственных процессов во времени, что может существенно сократить время от запуска в производство до выпуска готовой продукции, решают соответствующую оптимизационную задачу [404, с.121-122]. Методы сокращения производственного цикла, в том числе снижения затрат труда на основные технологические операции, сокращения затрат времени на транспортные, складские и контрольные операции, предполагают применение методов оптимизации, в том числе дискретной оптимизации [404, с.134-136].

Особенно заметна роль оптимизации в задачах планирования производственно-хозяйственной деятельности предприятия. В качестве одного из основных принципов планирования выдвигается принцип оптимальности. Предполагается построение экономико-математической модели объекта планирования, включающей целевую функцию по принятому критерию оптимальности и систему ограничений [404, с.339]. Среди основных методов планирования указаны экономико-математические методы [404, с.342]. Подробно рассматривается математическая модель построения оптимального плана реализации продукции, сводящаяся к задаче линейного программирования [404, с.352-354]. При планировании рыночных цен на продукцию решается задача максимизации прибыли как функции цены [404, с.409]. Расчет оптимальных размеров партии деталей основан на минимизации суммарных затрат [404, с.428].

В эконометрику входит и теория оптимального управления запасами. Эта теория используется для организации и управления материально-производственными запасами организации материально-технического снабжения и складирования [404, с.223-236], в том числе для организации материально-технического снабжения и складирования [404, с.217], организации обеспечения основного производства технологической оснасткой [404, с.208]. Отметим, что «экономич-

ный объем заказа» [404, с.227] является оптимальным лишь при большом интервале планирования [7].

В производственном менеджменте широко применяются разнообразные эконометрические методы, относящиеся к «статистическому» крылу этой научно-практической дисциплины. Например, хронометраж [404, с.311-316] – это типовое статистическое исследование. Отметим использование медианы для вычисления нормы времени [404, с.312], что совпадает с рекомендациями эконометрики, основанными на теории измерений и теории устойчивости статистических процедур [7, 16]. На основе теории выборочных исследований указывается количество наблюдений, позволяющее сделать обоснованные выводы о структуре затрат рабочего времени [404, с.315].

Большой раздел эконометрики – статистические методы управления качеством продукции. Согласно международному стандарту ИСО 9004 в системах качества должно быть предусмотрено использование статистических методов [404, с.253]. При рассмотрении видов контроля качества продукции выделяются «выборочный» и «статистический» контроль [404, с.268]. Описываются методы статистического приемочного контроля и статистического контроля процессов (другими словами, статистического регулирования технологических процессов) [404, с.271-274]. В качестве одного из четырех основных методов определения показателей качества продукции указан экспертный метод [404, с.275]. Экспертные методы предлагается использовать и при построении причинно-следственной диаграммы (диаграммы Исикавы типа "рыбий скелет") для ранжирования факторов по их значимости и выделении наиболее важных [404, с.276]. Из методов обработки статистических данных разобрана методика анализа качества продукции машиностроения с помощью диаграмм Парето [404, с.277].

В производственном менеджменте большую роль играют методы принятия решений [404, с.25-28], различные специализированные эконометрические модели, например, модель минимизации сроков выполнения заказов на основе использования сетевого графика со случайными сроками выполнения отдельных работ [404, с.110-112].

Таким образом, эконометрические методы постоянно используются менеджерами, в том числе контроллерами. Вполне естественно, что ссылки на эти методы являются краткими. Предполагается, что читатели с ними знакомы. Да и странно было бы обсуждать вопросы эконометрики, например, в курсе организации и планирования производства или при рассказе о работе контроллеров в США.

Однако встанем на позицию специалиста, начинающего изучать и внедрять Контроллинг. Как ему овладеть таким эффективным инструментом контроллинга, как эконометрика? Кратких упоминаний в публикациях по контроллингу или по производственному менеджменту недостаточно. Необходимо обратиться к соответствующей литературе (см., например, [16]). Наблюдается и обратный процесс – в книгах по менеджменту все больше внимания уделяется инструментам менеджмента. Вполне естественно, что методы принятия решений, оптимизации, выборочного контроля и экспертных оценок подробно рассматриваются в учебном пособии по менеджменту в техносфере [61] в качестве отдельных глав.

Учитывая важность проблемы построения интегральных показателей, обсудим эту тему подробнее.

#### **4.1.6. Анализ ситуации с помощью системы показателей**

В различных управленческих и экономических задачах используются показатели и системы показателей. Например, в теоретических обсуждениях популярен такой показатель, как рентабельность инвестиций (для достижения полной определенности ситуации надо фиксировать финансовый поток, дисконт-фактор и период рассмотрения). Широко известны развернутые системы показателей, предназначенных для оценки финансово-хозяйственной деятельности предприятий и организаций. Общее число показателей достигает многих десятков, сотен и даже тысяч. Особенно если используется иерархический подход к построению системы показателей (деревья показателей, в иной терминологии - единичные, групповые и обобщенные показатели и др.).

Как можно применять системы показателей для решения задач менеджмента, в частности, контроллинга? Обычно их используют для сравнения и выбора объектов (например, проектов, образцов продукции, предприятий) между собой. Требуется установить, какой объект лучше, какой хуже, упорядочить их между собой. Отсюда ясно, что сама по себе система показателей носят вспомогательный характер. Это – инструмент для решения задач сравнения и выбора.

Есть два основных подхода к упорядочению объектов на основе системы показателей. Первый из них основан на построении некоего обобщенного (интегрального) показателя. В простейшем случае строится линейная комбинация значений показателей, коэффициенты при

этом оцениваются экспертно. Во втором подходе используют более изощренную технику многокритериальной оптимизации, в частности, оптимизации по Парето.

Оба подхода предполагают начальный этап – возможно большее сокращение числа показателей при минимально возможной потере содержащейся в них информации. После исключения дублирующих (функционально связанных) показателей целесообразно провести кластер-анализ [5, 16] оставшихся с целью выделения групп однородных показателей, а в них – показателей, которые будут представлять однородные группы. Связь между показателями естественно оценивать по статистическим данным с помощью, например, коэффициентов ранговой корреляции Кендалла или Спирмена. А кластер-анализ проводить методом  $k$ -средних, в качестве представителя группы брать легко вычисляемый (по реальным данным) показатель, расположенный вблизи центра группы. Число групп – до нескольких десятков.

Популярный подход на основе построения некоего обобщенного показателя, особенно когда строится линейная комбинация значений показателей, а коэффициенты при них оцениваются экспертно, плох тем, что, как правило, эксперты не в состоянии оценить коэффициенты достаточно точно. Разброс их значений недопустимо велик. Так, в свое время нам пришлось разбираться с ситуацией, в которой при оценке технологий уничтожения химического оружия разброс оценок американских экспертов составлял десятки процентов, что делало абсолютно бесполезной разработанную ими систему из 120 показателей. Причина описанного явления состоит в том, что человеку свойственно отвечать на вопросы качественного характера (типа: какой проект из представленных для анализа привлекательнее), чем на вопросы количественного характера (типа: во сколько раз привлекательнее, или – укажите коэффициенты при показателях). Гораздо точнее коэффициенты оцениваются с помощью экспертно-статистического метода, основанного на предварительном непосредственном сравнении (оценке) некоторого количества объектов с помощью высококвалифицированных экспертов.

Другой недостаток первого подхода (на основе построения некоего обобщенного показателя), когда строится линейная комбинация значений единичных показателей, а коэффициенты при них оцениваются экспертно, состоит в том, что для анализа данных, измеренных в порядковой шкале, нельзя использовать средние арифметические и вообще операцию сложения. Применять надо медианы. В крайнем

случае – медианы и средние арифметические, а затем результаты согласовывать, как это предложено в [202] и описано в [16].

Во втором подходе используют многокритериальную оптимизацию, когда каждый параметр рассматривается как критерий. Первый шаг - оптимизация по Парето, т.е. отбрасывание вариантов, проигрывающих другим. Затем идет тщательный анализ оставшихся вариантов, сравнение их различными способами. Целесообразно применять выводы, полученные при использовании различных способов (устойчивые по отношению к способу обработки). При анализе системы показателей и сравнении объектов необходимо использовать различные экспертные методы.

Обсудим использование взвешенных агрегированных показателей в качестве интегральных показателей. Кроме взвешенной суммы значений единичных показателей, есть много иных способов. Опишем некоторые из них.

Пусть  $X_1, X_2, \dots, X_K$  - частные (или групповые) числовые показатели. Пусть каждому из них приписан вес -  $A_1, A_2, \dots, A_K$  соответственно, отражающий их относительную важность (оцененную экспертами или иным способом). Весовые коэффициенты неотрицательны и в сумме составляют 1.

Взвешенные агрегированные показатели можно определить следующим единообразным способом.

Введем (чисто формально) распределение вероятностей, приписывающее каждому значению  $X_M$ ,  $M = 1, 2, \dots, K$ , вероятность  $A_M$ . Для этого распределения обычным образом определим такие характеристики, как математическое ожидание, медиана, начальные моменты, мода и т.д., которые и будем использовать в качестве взвешенных агрегированных показателей или при их расчете.

При этом математическое ожидание дает взвешенное среднее арифметическое, медиана - взвешенную медиану (в частном случае, когда одна из ступенек функции распределения приходится на высоту 0,5, целесообразно ввести понятия левой и правой медиан - т.е. левого и правого концов указанной ступеньки соответственно).

Начальный момент  $p$ -го порядка после извлечения корня  $p$ -ой степени дает взвешенное степенное. Аналогичным образом получаем обобщенное среднее по Колмогорову общего вида [5, 7, 16, 36, 54].

Мода указывает на значение наиболее важного показателя.

В соответствии с методологией устойчивости результатов обработки данных [7] при анализе конкретной ситуации целесообразно одновременно использовать несколько обобщенных показателей, на-

пример, взвешенную медиану и взвешенное среднее арифметическое (см. раздел 3.2 настоящей монографии). Хотя согласно теории измерений для усреднения показателей, измеренных в порядковой шкале, использование среднего арифметического некорректно, в отличие от применения медианы в качестве интегрального показателя, но расчет среднего арифметического имеет давние традиции [404]. Поэтому в эконометрике [16] разработана процедура построения итогового упорядочения объектов в два этапа. На первом этапе строятся два упорядочения - по средним арифметическим ответов экспертов и по медианам. На втором этапе рассчитывается упорядочение, согласующее эти два упорядочения.

#### **4.1.7. Эконометрика при обучении контроллеров**

Требования к профессиональной подготовке специалистов по контроллингу включают, в частности, требования к интеллектуальным инструментам, которыми должны владеть контроллеры. Одним из таких инструментов является эконометрика. Впервые в статье [21] была сделана попытка раскрыть содержание понятия «эконометрическая поддержка контроллинга». Из полученных в этой статье выводов мы исходим и сейчас.

В настоящее время эконометрика вызывает большой интерес у научных работников и преподавателей. Так, выпускаемое нами с июля 2000 г. еженедельное компьютерное издание «Эконометрика» имеет более 1500 подписчиков.

Организация обучения, в частности, составление учебных планов, программ, методических материалов и учебников, предполагает обсуждение объема и содержания соответствующей учебной дисциплины. В соответствии с цитированным выше определением Большого Энциклопедического Словаря к эконометрике следует относить математическое программирование, методы теории принятия решений, вообще все экономико-математические методы, кроме тех, которые используются для получения чисто теоретических качественных результатов, типа теорем о существовании магистрали в абстрактных моделях экономической динамики.

В наиболее распространенных представлениях об эконометрике внимание сосредотачивается на статистических методах и моделях. Именно так построено обучение в образовательных структурах научно-учебного комплекса (факультета) «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э.Баумана и соответствующий цикл учебников,

начиная с [16] (см. раздел 2.1.4 настоящей монографии). При этом математическое программирование и ряд иных экономико-математических методов включаются не в курс эконометрики, а в иные дисциплины. Курсы теории вероятностей и математической статистики (как часть общего курса математики), статистики и эконометрики образуют естественную триаду.

Наконец, иногда эконометрику понимают предельно узко, как дисциплину, посвященную построению статистических моделей частного вида (систем линейных регрессионных и авторегрессионных моделей, типа приведенных в монографии Т. Нейлора [220]). На наш взгляд, эти модели являются излишне специальными для включения в систему образования специалистов по контроллингу и вообще в систему управленческого и экономического образования.

Содержание образования должно соответствовать современному научному уровню и давать знания, методы и навыки, полезные для практической работы. Назрела необходимость пересмотра содержания ряда учебных дисциплин и внесения изменений в учебные планы и соответствующие государственные образовательные стандарты. В частности, необходимо приветствовать введение дисциплины «Эконометрика» в ряд государственных образовательных стандартов по управленческим и экономическим дисциплинам. Однако содержание приведенных в них минимальных требований целесообразно привести в соответствие с новой парадигмой математических методов экономики (см. раздел 2.1 настоящей монографии) и реально читаемыми курсами эконометрики.

Курс «Теория вероятностей и математическая статистика» образует естественную основу эконометрики. Однако его необходимо привести в соответствие с современными требованиями, прежде всего с новой парадигмой математических методов экономики. В частности, необходимо рассматривать случайные элементы со значениями в произвольных пространствах, эмпирические и теоретические средние в таких пространствах, доказывать законы больших чисел в общих постановках. Необходимо исключить из программы курса «Теория вероятностей и математическая статистика» методы, опирающиеся на те предположения, которые не выполняются в конкретных экономических ситуациях. В частности, исключить одновыборочный и двухвыборочный критерии Стьюдента и заменить их на соответствующие непараметрические критерии (см. раздел 3.1 настоящей монографии).

Как преподавание контроллинга, так и преподавание эконометрики в настоящее время находятся в стадии становления. Нет опыта

десятилетий. Необходимо отработать наиболее целесообразные формы преподавания. В частности, курс эконометрики может быть разбит на стадии. Первая стадия, как это и реализуется в настоящее время в МГТУ им. Н.Э. Баумана, должна следовать за курсами теории вероятностей и математической статистики (как части общего курса математики) и прикладной статистики [5], завершая фундаментальное образование по своему направлению. Ее место – третий или четвертый год дневного обучения бакалавров или специалистов. Однако в магистратуре или в конце обучения специалистов, на 10-м или 11-м семестре (включая бакалавриат), представляется полезным иметь эконометрический курс прикладной направленности, нацеленный на применение эконометрических методов в задачах прогнозирования, планирования, контроля, анализа внутренних и внешних рисков, принятия решений и др. Название курса может быть несколько иным, например, "Организационно-экономическое моделирование".

Актуальной является проблема разработки учебно-методической литературы, например, пособий по лабораторным работам по эконометрике, обмен опытом преподавания и научных исследований. Отметим, что подавляющее большинство эконометрических (т.е. статистических) методов могут быть успешно применены не только в контроллинге, менеджменте и экономике. Они могут быть использованы в технических, медицинских, геологических, социологических, психологических, исторических и иных социально-экономических исследованиях, практически в любой научной дисциплине и прикладной области. В частности, большой опыт накоплен за последние пятьдесят с лишним лет секцией «Математические методы исследования» научно-технического журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», основанной в начале 1960-х годов академиком АН УССР Б.В. Гнеденко и проф. В.В. Налимовым. В этой секции журнале опубликовано более тысячи статей по прикладной статистике и другим статистическим методам. На основе огромного накопленного опыта целесообразно приступить к широкому обучению основам современных статистических методов и эконометрики (на современном уровне, т.е. согласно новой парадигме прикладной статистики) студентов технических специальностей.

Поскольку контроллинг опирается на использование информационных систем управления предприятиями, то эконометрические программные продукты должны быть неотъемлемой составной частью таких систем [22].



Свободное владение такими инструментами контроллинга, как эконометрика, - признак профессионализма контроллера.

Однако из сказанного выше ясно, что эконометрика – дисциплина на стыке менеджмента и экономики, с одной стороны, прикладной математики и компьютерных наук, с другой стороны. Эконометрика рассматривается в паспорте научной специальности 08.00.13 "Математические и инструментальные методы экономики". Следовательно, специалист в области эконометрики должен владеть как организационно-экономическими, так и математическими знаниями, умениями, навыками, способностями. Нельзя требовать от каждого контроллера, чтобы он был специалистом в области эконометрики. Но внутри каждого достаточно крупного подразделения контроллинга целесообразно иметь такого специалиста.

Требования к профессиональной подготовке специалистов по контроллингу включают, в частности, знание инструментальной базы. Одним из инструментов контроллинга является эконометрика. В статье [21] впервые была сделана попытка раскрыть содержание понятия «эконометрическая поддержка контроллинга». Обширный перечень конкретных применений эконометрики при решении задач контроллинга был приведен в работах [23, 24]. Но на пути к получению адекватных знаний в этом направлении возникает ряд проблем.

Легко ли овладеть эконометрическими инструментами контроллинга? К сожалению, нелегко. То, что эконометрика – один из наиболее эффективных инструментов контроллинга, бесспорно. Специалисты владеют этим инструментом, поэтому они обычно рассказывают о полученных результатах, а не о приемах использования инструмента. В результате молодому поколению бывает сложно познакомиться с инструментальными основами. Начинающим специалистам крайне тяжело воспринимать ту или иную контроллинговую методику, если они не знают базовых подходов и методов, на основе которых она была сформирована. Зачастую они не постигают сущности методики, ограничиваясь повторением общих слов. Литературные источники также, к сожалению, не всегда дают исчерпывающую информацию по возникающим у начинающих специалистов вопросам.

Особенно актуальна эта проблема для современной России, в которой идет бурный процесс внедрения контроллинга. Большое значение имеет освоение зарубежного опыта. А эконометрические инструменты контроллинга в западных книгах не описываются, только упоминаются. Ведь они всем известны. На Западе. Но не у нас.

В качестве типичного примера проследим изменение во времени объемов текстов, выделяемых для описания различных вопросов управления качеством. В одной из первых публикаций [401] Международной организации по стандартизации (ИСО) глава по управлению качеством почти полностью состояла из рассмотрения методов статистического приемочного контроля и других методов эконометрики качества. Другими словами, управление качеством практически приравнивалось к эконометрике качества. А в недавно выпущенном отечественными авторами учебнике по качеству [402] содержится много материала по организации управления качеством, но статистический приемочный контроль вообще не рассматривается (а такому эффективному методу эконометрики качества, как контрольным картам, уделено лишь 5,5 стр.). Следовательно, по этому учебнику нельзя научиться использованию современных методов управления качеством.

Между тем в стандартах ИСО серии 9000, посвященных менеджменту качества, статистические методы управления качеством указываются как необходимый элемент систем качества, но содержание этого элемента не раскрывается. Почему? Скорее всего потому, что по этой тематике действуют многочисленные стандарты ИСО, а также региональные и национальные стандарты, посвященные конкретным методам (анализ отечественных стандартов по статистическим методам управления качеством дан в статье [224]). Таким образом, статистические методы управления качеством были хорошо известны всем специалистам.

Затем к проблеме качества обратилось новое поколение специалистов. Они работали уже только со стандартами ИСО серии 9000. Вполне естественно, что и учебники они писали, исходя из своих представлений об этой области. В этих учебниках об эконометрических инструментах управления качеством в лучшем случае только упоминается. В результате следующее поколение, выучившись по дефектным учебникам, не сможет профессионально проанализировать нормативно-техническую документацию по управлению качеством, в том числе стандарты и договора на поставку (разделы «Правила приемки и методы контроля») и, тем более, не сможет спроектировать оптимальную систему контроля. Наблюдаем деградацию теоретических и практических работ в области управления качеством. Причина деградации выглядит мелкой - необоснованное смещение акцентов в текстах учебников по управлению качеством. Ее необходимо учесть

при развитии работ по обучению и внедрению контроллинга, чтобы не повторить печальную судьбу управления качеством.

Организация обучения, в частности, составление учебных планов, программ, методических материалов и учебников, предполагает обсуждение объема и содержания соответствующей учебной дисциплины.

Как уже говорилось, научно-учебный комплекс "Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э.Баумана исходит из широко распространенного определения: "Статистический анализ экономических данных называется эконометрикой" [386, с.25]. Именно так построено обучение и соответствующий учебник [16]. При этом математическое программирование и ряд иных экономико-математических методов включаются не в курс эконометрики, а в другие дисциплины. Курсы теории вероятностей и математической статистики (как часть общего курса математики), прикладной статистики и эконометрики (именно в такой последовательности) образуют естественную триаду.

#### **4.1.8. Содержание обучения эконометрике**

Дадим описание эконометрических инструментов контроллинга, следуя программам курсов «Эконометрика-1» и «Эконометрика-2», которые кафедра ИБМ-2 "Экономика и организация производства" ведет на факультете «Инженерный бизнес и менеджмент» Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Методическая база преподавания эконометрики развивается в соответствии с концепцией, впервые выдвинутой и обоснованной в докладе [405].

1. *Выборочные исследования.* Построение выборочной функции ожидаемого спроса и расчет оптимальной розничной цены при заданной оптовой цене (издержках). Пример маркетингового исследования потребителей растворимого кофе. Различные виды формулировок вопросов (открытый, закрытый, полузакрытый вопросы), их достоинства и недостатки. Биномиальная и гипергеометрическая модели выборки, их близость в случае большого объема генеральной совокупности по сравнению с выборкой. Асимптотическое распределение выборочной доли (в случае ответов типа "да" - "нет"). Интервальное оценивание доли и метод проверки гипотезы о равенстве долей.

2. *Проверка однородности двух независимых выборок.* Критерий Крамера-Уэлча для проверки равенства математических ожиданий. Некорректность использования двухвыборочного критерия Стьюдена-

та. Расчет статистики двухвыборочного критерия Вилкоксона и правила принятия решения на основе ее асимптотической нормальности.

3. *Метод наименьших квадратов* для линейной прогностической функции. Подход к оцениванию параметров. Критерий правильности расчетов. Оценка остаточной дисперсии. Точечный и интервальный прогноз. Метод наименьших квадратов для модели, линейной по параметрам. Случай нескольких независимых переменных (регрессоров). Преобразования переменных. Оценивание коэффициентов многочлена. Оценка остаточной дисперсии как критерий качества эконометрической модели. Типовое поведение остаточной дисперсии при расширении множества регрессоров. Оценка степени полинома и описание асимптотического поведения этой оценки (геометрическим распределением со сдвигом).

4. *Инфляция* как рост цен. Разброс цен и возможная точность определения «рыночной цены». Потребительские корзины. Определение индекса инфляции. Теоремы умножения и сложения для него. Средний индекс (темп) инфляции. Инфляция в России. Динамика основных макроэкономических показателей России. Виды инфляции: спроса, издержек, административная. Применения индекса инфляции. Приведение к сопоставимым ценам. Прожиточный минимум. Вклады в банки и кредиты. Курс доллара в сопоставимых ценах. Инфляция и бухгалтерская отчетность. Инфляция и стоимость основных фондов предприятия.

5. *Процедуры экспертного оценивания*. Примеры. Использование в соревнованиях, при выборе, распределении финансирования. Военный Совет в Филях. Метод Дельфи. Мозговой штурм. Экологические экспертизы. Планирование и организация экспертного исследования. Рабочая группа и экспертная комиссия. Основные стадии проведения экспертного исследования. Экономические вопросы. Формирование целей экспертного исследования (сбор информации для ЛПР и/или подготовка проекта решения для ЛПР и др.). Роль диссидентов. Формирование состава экспертной комиссии: методы списков (реестров), "снежного кома", самооценки, взаимооценки. Проблема априорных предпочтений экспертов. Различные варианты организации экспертного исследования, различающиеся по числу туров (один, несколько, не фиксировано), порядку вовлечения экспертов (одновременно, последовательно), способу учета мнений (с весами, без весов), организации общения экспертов (без общения, заочное, очное с ограничениями ("мозговой штурм", Совет в Филях) или без ограничений). Нахождение итогового мнения экспертов: методы средних арифметиче-

ских и медиан рангов. Построение согласующей ранжировки. Метод сценариев экспертного прогнозирования. Прогнозирование развития народного хозяйства России в условиях «открытой торговли».

6. *Теория измерений*. Определения, примеры, группы допустимых преобразований для шкал наименований, порядка, интервалов, отношений, разностей, абсолютной. Требование устойчивости статистических выводов относительно допустимых преобразований шкал. Средние по Коши и описание средних, результат сравнения которых устойчив в порядковой шкале. Средние по Колмогорову и описание средних, результат сравнения которых устойчив в шкалах интервалов и отношений. Применения к экспертному оцениванию.

7. *Оптимизационный подход к определению средних величин*. Примеры: математическое ожидание и среднее арифметическое, выборочная и теоретическая медианы, медиана Кемени. Нахождение медианы Кемени на основе матрицы попарных расстояний между элементами множества возможных ответов экспертов. Эмпирические и теоретические средние в пространствах произвольной природы. Законы больших чисел для нечисловых данных и их интерпретация в терминах теории экспертного опроса.

8. *Статистический приемочный контроль* - выборочный контроль, основанный на эконометрической теории. Его необходимость и эффективность. Планы контроля по альтернативному признаку. Одноступенчатый контроль. Оперативная характеристика. Риски поставщика и потребителя, приемочный и браковочный уровни дефектности. Расчеты для плана  $(n,0)$ . Контроль с разбраковкой. Средний выходной уровень дефектности и его предел (ПСВУД). Расчет ПСВУД для плана  $(n,0)$ . Выбор плана контроля на основе ПСВУД. Расчет приемочного и браковочного уровней дефектности для одноступенчатого плана с помощью теоремы Муавра-Лапласа. Выбор одноступенчатого плана контроля по заданным приемочным и браковочным уровням дефектности на основе асимптотических соотношений. Затраты, связанные с принятием решений при статистическом приемочном контроле. Ограниченные возможности использования экономических показателей при статистическом контроле.

9. *Эконометрика качества*. Арбитражная характеристика и принцип распределения приоритетов. Расчет планов контроля поставщика и потребителя на основе принципа распределения приоритетов. Геометрическая интерпретация результатов контроля и планов контроля при последовательной проверке единиц продукции. Усеченные планы контроля. Всегда ли нужен выходной контроль качест-

ва? Сравнение экономической эффективности сплошного контроля и увеличения объема партии; сплошного контроля и замены дефектных единиц продукции в системе гарантийного обслуживания. Статистические методы обеспечения качества (прикладная статистика, статистический приемочный контроль по альтернативному и количественному признаку, статистическое регулирование технологических процессов (контрольные карты Шухарта и кумулятивных сумм), планирование экспериментов, надежность и испытания).

10. *Проблема обнаружения эффекта* (проверки однородности в связанных выборках). Критерий знаков. Критерий проверки равенства 0 математического ожидания. Критерий типа омега-квадрат для проверки симметрии распределения.

11. *Основы теории нечеткости*. Описание неопределенностей с помощью теории нечетких множеств. Алгебра нечетких множеств. Понятие случайного множества. Распределения случайных множеств. Вероятность накрытия элемента случайным множеством. Сведение теории нечетких множеств к теории случайных множеств. Значение теории нечеткости при построении эконометрических моделей социально-экономических явлений и процессов.

12. *Статистика интервальных данных*. Погрешности измерения и интервальные данные. Операции над интервальными числами. Основная модель интервальной статистики. Понятие нотны - максимально возможного отклонения, вызванного интервальностью статистических данных. Расчет асимптотической нотны (для малой абсолютной погрешности). Основные результаты статистики интервальных данных. Рациональный объем выборки. Расчет асимптотической нотны, рационального объема выборки и доверительных интервалов при оценивании математического ожидания и дисперсии. Инвестиционные проекты и сравнение потоков платежей. Чистая текущая стоимость  $NPV$  – характеристика финансового потока. Необходимость изучения устойчивости выводов по отношению к отклонениям коэффициентов дисконтирования и величин платежей. Влияние интервальности дисконт-факторов на величину  $NPV$ . Формула для погрешности  $NPV$ .

13. *Эконометрические методы классификации*. Триада: построение классификаций - анализ классификаций - использование классификаций. Лемма Неймана-Пирсона и непараметрический дискриминантный анализ на основе непараметрических оценок плотности в пространствах произвольной природы. Линейный дискриминантный анализ (диагностика на два класса с помощью «индексов» - линейных

функций от координат). Характеристики качества алгоритмов диагностики. Почему нельзя использовать такую характеристику, как «вероятность правильной классификации»? Асимптотическое распределение рекомендуемой корректной характеристики («прогностической силы»). Чем схожи и чем различаются задачи группировки и кластер-анализа. Агломеративные иерархические алгоритмы ближнего соседа, дальнего соседа и средней связи. Метод  $k$ -средних и проблема останковки алгоритма. Совместное (последовательное и параллельное) использование различных алгоритмов кластер-анализа. Двухкритериальная оптимизационная постановка кластер-анализа на основе внутрикластерного разброса и числа кластеров. Кластер-анализ признаков. Измерение расстояния между признаками с помощью линейного коэффициента корреляции Пирсона и непараметрического рангового коэффициента корреляции Спирмена. Понятие о методах многомерного шкалирования. Оптимизационные постановки и использование результатов.

14. *Эконометрика риска*. Понятие риска. Многообразие рисков. Характеристики рисков. Анализ, оценка и управление рисками. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков.

Вслед за перечисленными базовыми разделами эконометрики могут быть изучены и применены дальнейшие эконометрические модели и методы, в частности, описанные в учебнике [16].

#### **4.1.9. Внешняя среда эконометрики**

Содержание образования должно соответствовать современному научному уровню и давать знания, методы и навыки, полезные для практической работы. Назрела необходимость пересмотра содержания ряда учебных дисциплин и внесения изменений в соответствующие государственные образовательные стандарты. В частности, необходимо обеспечить введение обязательного курса «Эконометрика» в ряд государственных образовательных стандартов по управленческим и экономическим дисциплинам. Содержание приведенных в стандартах минимальных требований целесообразно привести в соответствие с курсами эконометрики, реально читаемыми в соответствии с новой парадигмой математических методов экономики.

На основе современного подхода к преподаванию эконометрики следует сформулировать предложения по изменению преподавания смежных дисциплин. Так, курс «Теория вероятностей и математическая статистика» является основой для изучения эконометрики. Одна-

ко его необходимо привести в соответствие с современными требованиями. В частности, необходимо рассматривать такие понятия, как случайные элементы со значениями в произвольных пространствах, эмпирические и теоретические средние в таких пространствах, доказывать законы больших чисел в общих постановках. Одновременно с указанным расширением содержания курса целесообразно исключить из программы методы, опирающиеся на те предположения, которые не выполняются в конкретных экономических ситуациях. В частности, исключить одновыборочный и двухвыборочный критерии Стьюдента и заменить их соответствующими непараметрическими критериями.

Как уже отмечалось, и преподавание контроллинга, и преподавание эконометрики в настоящее время все еще находятся в стадии формирования. Нет опыта десятилетий, но нет и заострившихся традиций. Есть возможность и необходимость отработать наиболее эффективные формы преподавания. В частности, курс эконометрики может быть разбит на два этапа. Первый этап соответствует подготовке бакалавров. Он, как это и реализуется в настоящее время в МГТУ им. Н.Э. Баумана, следует за курсами теории вероятностей и математической статистики (как части общего курса математики) и прикладной статистики [5], завершая фундаментальное образование бакалавров по своему направлению. Его место – третий или четвертый год дневного обучения. Второй этап входит в подготовку магистров (или специалистов - на 10м или 11-м семестре). Представляется полезным предложить студентам эконометрический курс прикладной направленности, охватывающий применение эконометрических методов в задачах прогнозирования, планирования, контроля, анализа внутренних и внешних рисков, принятия решений и др. Аналогичные два этапа имеются в учебном плане второго образования на факультете "Инженерный бизнес и менеджмент", но с несколько измененными названиями дисциплин - соответственно "Статистика" и "Методы принятия управленческих решений". В Бизнес-школе МГТУ им. Н.Э. Баумана аналогичные дисциплины называются "Количественные методы, статистика и информатика" и "Эконометрика".

Актуальной является проблема разработки учебно-методической литературы, обмен опытом преподавания и научных исследований. Корпус базовых учебников подготовлен в соответствии с новой парадигмой математических методов в экономики (см. раздел 2.1.4 "Учебная литература, подготовленная в соответствии с новой парадигмой" настоящей монографии). Однако необходимы методические материа-



лы следующего поколения - соответствующие конкретным используемым в преподавании учебным программам учебники, учебные пособия и конспекты лекций, практикумы по решению задач, методические указания по проведению лабораторных работ, наборы контрольных материалов для преподавателей и пособия по подготовке к экзаменам и зачетам для студентов, и т.д. Отметим, что подавляющее большинство эконометрических методов могут быть успешно применены не только в контроллинге, менеджменте и экономике. Они используются в технических, медицинских, геологических, социологических, исторических и иных социально-экономических исследованиях, практически в любой научной дисциплине и прикладной области. На основе новой парадигмы эконометрики (т.е. прежде всего прикладной статистики) и накопленного опыта прикладных исследований и преподавания целесообразно приступить к обучению основам современных статистических методов студентов технических специальностей в МГТУ им. Н.Э. Баумана и других вузах.

Поскольку службы контроллинга интенсивно используют информационные системы управления предприятиями, то эконометрические программные продукты должны быть неотъемлемой составной частью таких систем [22]. Очевидно, что включающие эконометрические и статистические методы распространенные программные продукты общего назначения должны соответствовать новой парадигме математических методов экономики. К сожалению, в настоящее время такого соответствия нет [223].

Свободное владение таким интеллектуальным инструментом решения проблем, как эконометрика, – признак профессионализма контроллера.

#### **4.2. Проблемы внедрения математических и инструментальных методов контроллинга**

Как показывает практика, мало разработать перспективные современные научно обоснованные эффективные математические и инструментальные методы контроллинга. Чтобы эти методы использовались, необходимо, чтобы они были внедрены. Управление внедрением новшеств, т.е. инновационный менеджмент, вполне обоснованно является в настоящее время одним из наиболее обсуждаемых разделов экономики и организации производства, всей экономической науки в целом. Однако внедрение прикладной статистики и других статистических методов, более широко, математических и инстру-

ментальных методов контроллинга, имеет свою специфику. Мы столкнулись с ней в ходе развертывания деятельности Всесоюзного центра статистических методов и информатики Центрального управления Всесоюзного экономического общества и при создании Всесоюзной организации по статистическим методам (позже ставшей секцией Всесоюзной статистической ассоциации). Сделанные "по следам событий" выводы отражены в статьях [224, 230]. Уже в текущем столетии мы увидели в разработанной первоначально для в целях повышения качества продукции системе «Шесть сигм» новую систему внедрения математических методов контроллинга [25, 233]. В современных внешнеэкономических условиях вопросы модернизации систем управления предприятиями и народным хозяйством в целом, реиндустриализации, импортозамещения становятся все более актуальными. Соответственно растет значение проблем адекватного внедрения математических и инструментальных методов контроллинга. Обсудим их.

#### **4.2.1. Болезни роста**

Бурное развитие прикладной статистики и других математических методов контроллинга породило ряд проблем, которые, видимо, сопутствуют многим быстро развивающимся областям. Перечислим их.

1. Низкий научно-технический уровень многих работ (примеры даны в [74, 75, 85, 224]) объясняется тем, что статистическими методами занялись лица, не имеющие соответствующей подготовки, а актуальность этой тематики открыла им доступ на страницы научно-технических изданий. На современном этапе более важной задачей, чем дальнейший количественный рост числа лиц, занимающихся статистическими методами, является повышение качества работ в этой области, обеспечение их соответствия современному научно-техническому уровню, достигнутому в рамках научной специальности 01.01.05 "Теория вероятностей и математическая статистика". Уже на Четвертой международной Вильнюсской конференции по теории вероятностей и математической статистике (1985 г.) было 515 советских докладов, относящихся к этой специальности [407], поэтому дело не в том, что в нашей стране мало высококвалифицированных специалистов, а в том, что отсутствует система внедрения современных методов и вытеснения устаревших и неверных процедур ана-

лиза данных, а также система контроля за качеством работ в области статистических методов.

Ошибки при применении статистических методов встречаются в работах по различной тематике. Например, в учебниках по учебной дисциплине "общая теория статистики" [408, 409 и др.] постоянно повторяется одна и та же ошибка: для проверки гипотезы о принадлежности функции распределения выборки параметрическому семейству предлагается использовать критерий акад. А.Н. Колмогорова, при этом параметры теоретического распределения оцениваются по выборке, а процентные точки берутся для классического распределения критерия, полученного в предположении, что параметры точно известны. Дело в том, что в случае, когда параметры определяются по выборке, предельное распределение будет другим, процентные точки его примерно в 1,5 раза меньше, чем для классического распределения критерия А. Н. Колмогорова [74, 75].

В одной из лучших книг по применению статистических методов в медицине [410] допущена та же ошибка.

Как неоднократно отмечалось (см., например, [70, 85, 411, 412]), в большинстве медико-биологических исследований используются лишь самые элементарные статистические приемы: вычисление среднего арифметического и ошибки среднего, доли и ее ошибки, проверка однородности двух выборок с помощью критерия Стьюдента, вычисление коэффициента корреляции и проверка его значимости, к тому же иногда с ошибками (см. тщательный разбор причин ошибок в [413]). Подробный анализ ряда типичных ошибок при применении статистических методов дан в [414].

Ситуация практически во всех прикладных областях аналогична.

Применение статистических методов весьма широко. Практически во всех вузах и НИИ, на многих заводах имеются вычислительные центры, среди программ обычно имеются статистические. Большинство статей в технических, медицинских, социологических изданиях содержат упоминания о применении статистических методов. Конечно, эти методы обычно просты - расчет среднего, выборочной дисперсии, критерия Стьюдента, и часто применяются неквалифицированно - например, критерий Стьюдента используется для наблюдений, распределение которых явно отличается от нормального.

Обычно применяется одномерная статистика. Именно поэтому все 11 государственных стандартов по прикладной статистике относились к ней [415]. Многомерный статистический анализ, требующий расчетов на ЭВМ, применяется гораздо реже. Новые направления, та-

кие, как статистика объектов нечисловой природы, используются пока в единичных случаях.

По нашей оценке, в России работают не менее 50 тысяч специалистов различных прикладных областей, постоянно использующих статистические методы в своей работе (в СССР к концу 1980-х годов имелось около 100 тысяч таких специалистов). Из-за отсутствия контрольной системы, низкой квалификации, огромного количества не всегда высококачественных публикаций по прикладной статистике деятельность этих специалистов зачастую нельзя считать научно обоснованной.

2. Отсутствие организационной структуры прикладной статистики как области прикладной (инженерной) деятельности связано с тем, что работы в этой области от пионерских попыток давно уже перешли к "массовому производству", однако факт указанного перехода недостаточно осознан как самими специалистами, так и организаторами науки и производства. В результате работы ведутся отдельными не связанными между собой подразделениями и специалистами, как следствие - дублирование и низкий научно-технический уровень разработок. Так, по данным, приведенным в монографии [416], в начале 1980-х годов в СССР эксплуатировалось более чем 400 компьютерных программ по регрессионному анализу, что, по крайней мере, на порядок превышает необходимое их количество, причем, что весьма важно, большая часть программ имела серьезные недостатки с точки зрения теории прикладной статистики. К настоящему времени ситуация не улучшилась, как показано в статье [223].

3. Для обеспечения широкого внедрения современных методов статистической обработки данных необходимо прежде всего установить основные требования к ним и те характеристики, которые необходимо учитывать при выборе метода для обработки конкретных данных и при описании метода в нормативно-технической и методической документации, а также в справочной, учебной, научной и технической литературе. Под нашим руководством был разработан соответствующий методический документ [417]. Однако широкое его обсуждение не было проведено. С сожалением приходится констатировать, что как сама идея необходимости установления требований к методам анализа данных, так и проект с формулировками таких требований остались вне внимания тех специалистов, которым они необходимы и были адресованы. В частном случае подобные требования приведены в "Методике сравнительного анализа родственных эконометрических моделей", помещенной в качестве Приложения 3 в учеб-

нике "Эконометрика" [16]. Однако и она не дошла до адресата - специалистов, разрабатывающих новые методы анализа данных, поскольку учебники читают студенты и преподаватели, а не разработчики-исследователи.

Для обеспечения широкого внедрения статистических методов в практику работы инженеров, медиков, экономистов, биологов, социологов, геологов, химиков, представителей других специальностей необходима классификация этих методов, позволяющая прикладнику ориентироваться в море имеющихся методов. Удовлетворительной классификации подобного типа в настоящее время нет. Имеющиеся учебники, в том числе наши, можно рассматривать лишь как введение в предмет, специальные монографии посвящены отдельным направлениям, что связано обычно с субъективной оценкой значимости тех или иных направлений.

Очевидно, основная причина отсутствия приемлемой классификации статистических методов состоит в том, что объем знаний по прикладной статистике давно превысил индивидуальные возможности восприятия. Так, в наиболее полном издании по прикладной статистике на русском языке - трехтомнике Кендалла и Стьюарта [79 - 81] - приведено около 2000 ссылок, т.е. процитировано около 2% от имеющихся к настоящему времени актуальных работ (по экспертной оценке, данной в статьях [76 - 78]). Можно констатировать, что любой отдельный специалист знаком лишь с весьма малой частью (в лучшем случае единицы процентов) актуальных публикаций, относящихся к его специальности. Эту печальную ситуацию смягчает то, что одни и те же идеи обсуждаются во многих публикациях. Однако практика показывает, что знания о полученных научных результатах, как правило, распространяются недостаточно. В частности, создается впечатление, что если в настоящее время перепечатать достаточно обширный массив публикаций 1970-х годов по математической статистике, то подавляющим большинством читателей они будут восприняты как новые, отражающие только что полученные научные результаты.

Из сказанного вытекает, что необходим специальный методологический и гносеологический анализ массива публикаций по прикладной статистике, подобный проведенному в [418] для некоторых проблем классификации. Для проведения обоснованной классификации необходимо предварительное "освоение предметной области" [419]. Целям подобной "предклассификации" служит выделение основных характеристик статистических методов обработки данных. Этот подход относится к мерономии [420], в отличие от применяемой

обычно таксономии с таксонами типа "регрессионный анализ", "дисперсионный анализ". Границу между указанными таксонами установить трудно, т.к. в обоих случаях, как известно, можно использовать одни и те же алгоритмы расчетов [421].

Кроме того, границы таксона "регрессионный анализ" по-разному понимаются специалистами. Так, обычно согласно устаревшей парадигме прикладной статистики считают, что независимые и зависимая переменные в регрессионном анализе - действительные числа [422]. В более современном направлении прикладной статистики (соответствующем новой парадигме математических методов экономики) - в статистике объектов нечисловой природы (впервые об этом сообщено в программной статье [423] – переменные могут иметь любую природу (подробнее об этих постановках - см. [314]). Если независимые переменные - порядковые или номинальные, принимающие конечное число градаций, а зависимая переменная - количественная, то с устаревшей точки зрения имеем дисперсионный анализ [422, с. 24], а с точки зрения статистики объектов нечисловой природы - частный случай регрессионного анализа [423, с. 82-84].

4. Изучение общих схем статистики объектов нечисловой природы позволяет единообразным образом получать результаты для наблюдений различной природы и тем самым способствует превращению прикладной статистики из хаотического набора методов в науку с выраженной внутренней структурой. При этом происходит разрушение ряда устаревших догм. Некоторые такие догмы рассмотрены в [314] на примерах регрессионного анализа и теории классификации.

5. Кроме перечня общих требований и характеристик, необходимы предназначенные для непосредственного применения методические документы по конкретным статистическим методам, выполненные на современном научном уровне. Чтобы вытеснить устаревшие и неверные методы, такие документы должны иметь ту или иную правовую основу.

Какие методы обработки данных целесообразно включать в нормативно-техническую документацию (НТД)?

Очевидно, те, которые применяются массово (иначе затраты на разработку НТД не окупятся), и те, что применяются в конфликтных ситуациях, возникающих, например, между поставщиками и потребителями промышленной продукции, в судебной медицине, при оценке ущерба от вредителей сельскохозяйственных культур [424] и т.д. Информация о разработанных стандартах по прикладной статистике дана в [415], о стандартах по статистическому контролю и статистиче-

скому регулированию технологических процессов - в [425] (большинство из них в настоящее время отменено, как содержащие грубые ошибки или устаревшие с развитием научно-технического прогресса).

#### **4.2.2. Будущее прикладной статистики**

Чтобы представить себе желательное будущее прикладной статистики (то будущее, к которому надо стремиться), сравним ее с метрологией - "наукой о единстве мира и точности измерений" [426, с. 5]. Это сравнение правомерно, поскольку с точки зрения современной теории измерений (см., например, [7, гл. 3]) результаты статистической обработки данных – это косвенные измерения, полученные расчетным путем по результатам прямых измерений - исходным данным.

Вопросами метрологии занимается в нашей стране целый ряд научно-исследовательских институтов - ВНИИМС, ВНИИМ, ВНИИФТРИ, ВНИИОФИ и др. Промышленные предприятия выпускают соответствующие средства измерения. Методики выполнения измерений стандартизованы, за состоянием средств измерения и правильностью их применения на предприятиях и в организациях всех отраслей народного хозяйства осуществляется метрологический надзор силами лабораторий государственного надзора территориальных органов Госстандарта [426].

А что в прикладной статистике? В метрологии три составляющие: наука об измерении, производство средств измерения, контроль за правильностью их использования - образуют стройную систему. В прикладной статистике подобной системы пока нет. Наилучшее положение в области науки - хотя в нашей стране нет ни одного научно-исследовательского института в этой области, приведенные выше данные о Вильнюсской конференции [407] свидетельствуют о наличии большого числа специалистов (порядка 1000), активно ведущих теоретические исследования. Аналогом средств измерения является нормативно-техническая, методическая и программная документация, а также сами программы и средства вычислительной техники. В настоящее время разработку ведут многие группы, малые по численности, в основном для нужд собственной организации (предприятия), без должной координации и обеспечения внедрения программных разработок, в результате чего наблюдается сочетание дублирования и низкого качества разработок. Что же касается контрольной системы, то она полностью отсутствует. Рецензии и отдельные критические разборы типа [74, 75] не имеют правовой силы.

Представляется своевременным рассмотреть вопрос о целесообразности реорганизации прикладной статистики, например, по образцу метрологии. С чего начать реорганизацию?

Обсудим положение специалиста прикладной области, желающего применить статистические методы в своей работе. Казалось бы, можно непосредственно воспользоваться научной или учебной литературой, пакетами программ. Однако, на этом пути встают два основных препятствия. Во-первых, научная литература имеет целью изложение новых научных результатов, а поэтому в подобной литературе и документации пакетов зачастую не удастся найти подробной и законченной методики анализа статистических данных в определенной ситуации. Например, гамма-распределение широко обсуждается в научной литературе по крайней мере с 1921 г., когда Р. Фишер на его примере сравнивал эффективность различных методов оценивания параметров [80, с. 99], однако при разработке ГОСТ 11.011-83 [133] лишь примерно 50% его содержания нам удалось составить с помощью литературных источников, остальные 50% основаны на результатах исследований, проведенных при подготовке стандарта. Во-вторых, в литературе по статистическим методам встречается довольно большое число устаревших или попросту неверных утверждений (примеры даны в [74, 75, 85, 224]).

Из сказанного вытекает, что специалисту прикладной области необходимы методические материалы и хорошо документированные пакеты программ, содержащие полностью описанные алгоритмы обработки и интерпретации статистических данных и выполненные на современном научно-техническом уровне. Кроме того, необходимы правовые меры, позволяющие исключить из пользования ошибочные рекомендации.

Только научно-обоснованные нормативно-технические и методические документы позволят обеспечить современный научный уровень статистических методов, предназначенных для использования в производственных условиях, в прикладных НИИ и КБ.

Не менее важно использование современной добротной научно-технической документации при обработке данных, полученных в ходе научных исследований. Практика выработала определенное представление о способах обработки, признанных "стандартными" в соответствующих областях. Так, судя по медицинским журналам, в настоящее время в медицинских научных исследованиях "стандартной" является проверка однородности двух выборок (с целью обнаружения различия двух совокупностей) с помощью критерия Стьюдента.



Этот стихийно выработавшийся в середине XX в. "стандарт" не соответствует современным научным представлениям, согласно которым однородность целесообразно проверять с помощью непараметрических критериев - критерия Смирнова, Лемана - Розенблатта [173] или, при альтернативе сдвига, критерия Вилкоксона и др. [69 - 73, 427]. Регрессионный анализ прочно ассоциируется с "методом наименьших квадратов", хотя по современным воззрениям "метод наименьших модулей" [428] представляется более предпочтительным. Поразительно живучим является представление о широкой применимости нормального закона распределения, несмотря на отсутствие в большинстве прикладных областей подтверждений его применимости.

Современный подход состоит в использовании непараметрических [69, 427, 429, 430] и устойчивых (робастных) [7, 122, 194 - 197] методов. Задачи классификации многие связывают с построением иерархической системы типа биологической систематики живых организмов, хотя имеется масса иных подходов (см., например, [120]). Применимость вероятностно-статистических методов по традиции связывают с частотным подходом Мизеса, с наличием "статистической однородности", "статистического ансамбля", с возможностью проведения большого числа опытов, хотя уже более 50 лет теория вероятностей развивается как аксиоматическая математическая дисциплина, и мизесовский подход превратился в тормоз развития, хотя в начале XX в. он был прогрессивным [431].

Как уменьшить область влияния этих и других устаревших догм, ставших стандартами мышления? Один из создателей современной физики Макс Планк говорил: "Новая научная истина побеждает не потому, что ее противники убеждаются в ее правильности и прозревают, а лишь по той причине, что противники постепенно вымирают, а новое поколение усваивает эту истину буквально с молоком матери" (цитируем по [432]). Но у нас нет времени ждать "постепенного вымирания" сторонников устаревших догм.

Идея стандартизации математических методов имеет давнюю историю. Возможно, наиболее известной попыткой является многотомный трактат Н. Бурбаки "Элементы математики". Недаром один из разделов программной статьи Н.Бурбаки "Элементы математики" называется: "Стандартизация математических орудий" [433]. Изданные в нашей стране "Математическая энциклопедия" в пяти томах и энциклопедия "Вероятность и математическая статистика" [68] - отражение той же тенденции. По сравнению с трактатом Н. Бурбаки НТД

по прикладной статистике и другим статистическим методам должны обладать тем преимуществом, что они должны содержать все необходимое для обработки конкретных реальных данных, в то время, как "Трактат" посвящен наиболее абстрактным разделам чистой математики, не имеющим отношения к проблемам реального мира.

Фактически в качестве "стандарта" иногда выступает многократно используемая программа расчетов на ЭВМ. В связи с лавинообразным ростом числа компьютеров, особенно персональных, особую актуальность приобретает задача обеспечения высокого качества пакетов прикладных статистических программ.

Итак, статистические методы опираются на развитую теорию и продемонстрировали свою полезность в отраслях народного хозяйства. Однако анализ положения дел в области применения статистических методов показывает явное неблагополучие, в результате которого накопленный в нашей стране научный потенциал используется далеко не в полной мере.

#### **4.2.3. Применение статистических методов как вид инженерной деятельности**

Симптомом неблагополучия является анализ состава участников Вильнюсской конференции [407]. Из 515 докладов советских участников 201 приходится на 30 университетов, в том числе на МГУ - 50 и на Киевский университет - 42, и 57 - на 36 вузов, т.е. всего на учебные институты приходится половина докладов. Из оставшейся половины 123, т.е. около 25%, представлено сотрудниками 10 институтов математики и 75 - представителями 28 академических организаций. И только 59 докладов, т.е. 11%, приходится на сотрудников 54 организаций отраслей народного хозяйства. Эти данные показывают организационную разобщенность теоретической науки и ее применений - в области статистических методов.

Следовательно, необходимы специальные меры для усиления взаимосвязи между двумя типами специалистов в области статистических методов. Один тип - это математики, разрабатывающие и изучающие статистические методы; в настоящее время они сосредоточены в основном в вузах и академических институтах. Другой тип - это специалисты отраслей народного хозяйства, которые применяют статистические методы для решения задач своих отраслей. Грубо говоря, математики изготавливают инструмент, прикладники его применяют. Во втором случае применение статистических методов выступает как

вид инженерной (управленческой, экономической, социологической, медицинской, исторической и т.п.) деятельности.

Статистические методы являются весьма эффективными как при управлении качеством продукции, так и при решении других производственных и научных задач во всех отраслях народного хозяйства. Они позволяют получать значительный экономический эффект, принимать научно-обоснованные решения. Эффективность применения этих методов в значительной степени повышается благодаря их унификации и стандартизации. При этом, с одной стороны, достигается упорядочение методов в зависимости от задач и условий применения, с другой - для широкого использования рекомендуются путем стандартизации хорошо обоснованные наукой и апробированные на практике методы. НТД на статистические методы должны излагаться и оформляться в доступной инженерам форме с удобными для пользования таблицами, программным обеспечением.

Наиболее эффективными формами внедрения в организациях и предприятиях народного хозяйства статистических методов является введение их в НТД (технические регламенты, национальные стандарты, технические условия и т.п.) на конкретные виды продукции в разделы "Приемка", "Методы контроля (испытаний, анализа, измерений)" или прямое их использование при разработке технологий контрольных операций, средств управления технологическими процессами и т.д.

В настоящее время статистические методы, особенно их современные модификации, активно применяются лишь на отдельных промышленных предприятиях и НИИ, хотя нормативно-техническая и методическая документация и пакеты программ (диалоговые системы), разработанные к настоящему времени, позволяют использовать их гораздо более широко. Причинами тому:

а) отсутствие в действующей нормативно-технической документации на конкретные виды продукции в разделах "Приемка" и "Методы контроля (испытаний, анализа, измерений)" для изготовителей и потребителей четких указаний о порядке обработки данных, вследствие чего в НТД допускаются противоречия, а иногда и неправильные толкования, которые по своему содержанию не соответствуют современному научно-техническому уровню;

б) слабое обоснование с правовой точки зрения разделов "Приемка" и "Методы контроля" многих действующих НТД на конкретные виды продукции, в которых применяются выборочные методы прикладной статистики, отсутствие в них четких указаний о взаимоотно-

шениях поставщика и потребителя при оценке результатов обработки данных, при решении вопроса об экономической целесообразности тех или иных методов, гарантиях и т.д.;

в) отсутствие специальной подготовки инженерно-технических работников непосредственно на предприятиях и в НИИ, в т.ч. и знания пакетов программ и НТД по прикладной статистике и другим статистическим методам;

г) отсутствие на предприятиях заинтересованности во внедрении статистических методов.

#### **4.2.4. Государственные стандарты по статистическим методам в соотнесении с современной математической статистикой**

На 01.01.86 в СССР действовали 11 государственных стандартов системы "Прикладная статистика" (ГОСТ 11.001-73 - ГОСТ 11.011-83), 6 стандартов по статистическому регулированию технологических процессов. 8 стандартов по статистическому приемочному контролю, ряд методик и рекомендаций, 1 терминологический стандарт, 1 стандарт по организации внедрения статистических методов. Статистические методы использовались в ряде стандартов по вопросам надежности в технике, измерений, испытаний продукции, управления технологическими процессами, качеству продукции. Сопоставление включенных в стандарты статистических методов с современными научными результатами, представленными, в частности, в 1985 г. на Четвертой международной Вильнюсской конференции по теории вероятностей и математической статистике [407], приводит к неутешительным выводам.

Стандарты по прикладной статистике охватывали лишь небольшую часть методов прикладной статистики, доказавших свою полезность при решении прикладных задач в отраслях промышленности. Все они относились к одномерной статистике, не было ни одного стандарта по многомерному статистическому анализу, статистике случайных процессов и временных рядов, по большинству разделов статистики объектов нечисловой природы. Если возможны дискуссии о целесообразности разработки стандартов по таким бурно развивающимся областям статистики, как устойчивые статистические методы, математические методы классификации, ряд разделов статистики объектов нечисловой природы, то на 01.01.86 была несомненна целесообразность стандартизации устоявшихся и широко используемых

методов непараметрической статистики, регрессионного анализа, дисперсионного анализа, планирования эксперимента и т.д. В частности, в одномерной статистике следовало стандартизировать непараметрические методы проверки статистической гипотезы однородности двух выборок.

Стандарты по статистическому регулированию технологических процессов основывались на научных результатах пятидесятых-шестидесятых годов. В них при регулировании по количественному признаку принято предположение нормальности контролируемого параметра, которое во многих реальных ситуациях является необоснованным. К рассматриваемому времени (к середине 1980-х годов) в нашей стране существенное развитие получили методы обнаружения разладки, получившие отражение, в частности, в работах А.Н. Ширяева (ныне академик РАН), Г.Ф. Филаретова, И.В. Никифорова, А.А. Новикова, Н. Клигенс и многих других. В свете этих работ рассматриваемые стандарты являются устаревшими. Кроме того, в стандартах по статистическому регулированию технологических процессов (по контрольным картам Шухарта и кумулятивных сумм) были обнаружены принципиальные ошибки, делающие невозможным их применение.

Сказанное во многом справедливо и для стандартов по статистическому приемочному контролю. Наиболее известный из них - ГОСТ 18242-72 [434] - разработан по аналогии с американским военным стандартом MIL STD 105 D, подготовленного в годы второй мировой войны. При контроле по количественному признаку принято нереалистическое предположение нормальности. Современному научному уровню соответствует ГОСТ 24660-81 [435], подготовленный под руководством Ю.К. Беляева (МГУ) и Я.П. Лумельского (Пермский государственный университет). Важные результаты в области статистического приемочного контроля получены в работах И.Н. Володина, В.Ю. Королева, С.Х. Сираждинова, Н.Е. Боброва, Ю. Круописа и многих других.

Оценивая ситуацию в целом, необходимо констатировать, что комплекс государственных стандартов по статистическим методам во многом отставал от развития теоретических и прикладных работ по рассматриваемой тематике.

Более существенным недостатком обсуждаемого комплекса стандартов являлось наличие существенных ошибок в ряде документов. Так, в ГОСТ 11.006-74 имеются математические ошибки, частично разобранные в [74, 75]. Многочисленными ошибками выделяется

терминологический стандарт [436], в котором даже определение такого основного понятия, как "случайная выборка", дано неверно. Имеется даже термин "выборочное среднее арифметическое в выборке". Резкая критика этого стандарта дана в [437]. Взамен безграмотного документа был подготовлен проект терминологического стандарта по теории вероятностей и математической статистике, но из-за противодействия виновников ошибок он не был утвержден. Позже на основе этого проекта была опубликована статья [438], терминологическое приложение в учебнике [16] и справочник "Вероятность и прикладная статистика: основные факты" [60].

При подготовке стандарта СЭВ и его введении в ГОСТ 18242-72 из текста документа "выпало" упоминание о возможности применения усеченных планов статистического приемочного контроля, т.е. планов, в которых разрешается прекратить контрольные операции, если ясен результат контроля (приемка или забракование партии продукции). Эта "забывчивость" приводит к тому, что стандарт [434] требует осуществления бессмысленных действий, влекущих ничем не оправданные затраты, на что справедливо указывают авторы статьи [439]. У этого стандарта есть и другие недостатки. Из сказанного ясно, что международные стандарты могут содержать грубые ошибки.

Крайне низким научно-техническим уровнем выделялся стандарт [440] по организации внедрения статистических методов. Он ориентировался на использование в основном устаревших методов, причем и это делалось с многочисленными ошибками. Особенно впечатляет, что стандарт предусматривал обучение всех категорий специалистов промышленного предприятия - рабочих и наладчиков, работников ОТК, ИТР, руководителей цехов и участков - по одной и той же программе в объеме 41 - 49 часов, причем в программу включены столь "необходимые" сведения, как информация о зарубежных стандартах по прикладной статистике, статистическим методам регулирования технологических процессов и статистическому приемочному контролю.

Каковы причины появления ошибок в государственных стандартах по статистическим методам? Основной причиной, как установила Рабочая группа по упорядочению системы стандартов по прикладной статистике и другим статистическим методам, созданная в 1985 г., является низкая квалификация в области теории вероятностей и математической статистики специалистов, отвечающих за стандартизацию статистических методов в СССР, а также в советских частях Постоянной комиссии СЭВ по стандартизации и ИСО (Международной ор-

ганизации по стандартизации). Другой причиной являлось то, что разработка рассматриваемых стандартов велась в обход ведущих специалистов по теории вероятностей и математической статистике, стандарты не согласовывались с основными научными центрами по этой тематике.

Открывая Всесоюзную научно-техническую конференцию "Применение статистических методов в производстве и управлении" (Пермь, 31 мая - 2 июня 1984 г.), академик АН УССР Б. В. Гнеденко констатировал: "Большинство участников конференции даже не знают о существовании государственных стандартов по статистическим методам" [441]. Отрыв от масс специалистов промышленности имел место, несмотря на многотысячные тиражи указанных стандартов (6 - 20 тыс.экз.). За 15 лет развития комплекса стандартов по статистическим методам не были налажены регулярные контакты с отраслями, головным и базовым организациям не было вменено в обязанность руководство внедрением и использованием этих документов, не были установлены организации, ответственные за указанную работу в отраслях. Нельзя не согласиться со словами Б. В. Гнеденко при закрытии Пермской конференции: "Специалисты по статистике должны знать действующие государственные стандарты по статистическим методам и использовать их в своей работе" [441]. Этого не было, что снизило нанесенный стране ущерб от низкого качества стандартов.

#### **4.2.5. О статусе документов по статистическим методам стандартизации и управления качеством продукции**

Согласно технической политике органов стандартизации нашей страны (в настоящее время это Росстандарт, т.е. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии) методические положения должны быть исключены из государственных стандартов. Стандарты не должны излишне регламентировать творческий труд работников предприятий и организаций. Недопустимо, чтобы стандарты становились тормозом на пути научно-технического прогресса.

Рабочая группа по упорядочению системы стандартов по прикладной статистике и другим статистическим методам действовала согласно указанной технической политике. Итоги подведены решениями Госстандарта СССР по отдельным документам и в решении НТС Госстандарта СССР "О стандартизации и применении статисти-

ческих методов", утвержденном председателем Госстандарта СССР 27.07.87 г. Изложение этого решения опубликовано в [442].

Таким образом, дело не только в отдельных стандартах. Даже безупречные стандарты могут не учитывать конкретных ситуаций. Так, ГОСТ 11.002-73 [443], содержащий правила оценки аномальности результатов наблюдений, безупречен (в основном) с точки зрения математики, но его широкое использование может привести к грубым ошибкам, поскольку указанный стандарт опирается на предположение нормальности. Как правило, для реальных ситуаций характерно отсутствие нормальности, но практические работники об этом не задумываются. Бездумно применяя ГОСТ 11.002-73, они совершают действия, не имеющие научного обоснования. Стандарты могут стать тормозом на пути внедрения новых методов. В статье [382] отмечается, что прежние методы сами по себе являются заслоном на пути новых, если же старые методы еще и стандартами объявлены, то для их преодоления требуются огромные усилия. Так, ГОСТ 11.004-74 [444] по оценке параметров нормального распределения служит барьером на пути внедрения робастных методов оценивания математического ожидания и других параметров. Набор действующих государственных стандартов по статистическому контролю является тормозом на пути внедрения современных методов статистического контроля, например, принципа распределения приоритетов [445].

Так, в [446] продемонстрирована высокая экономическая эффективность применения на предприятиях металлургической промышленности отраслевого стандарта ОСТ 14-34-78 "Статистический контроль качества металлопродукции по корреляционной связи между параметрами", хотя методические указания Госстандарта СССР РД 50-605-86 запрещают применение подобного метода статистического контроля, поскольку он не включен в действующие стандарты по статистическому контролю.

Поэтому документы по статистическим методам должны иметь, как правило, рекомендательный, необязательный характер, быть методическими документами, а не нормативными. Лишь по отдельным вопросам, в частности, по организации статистического контроля, должны быть нормативные документы. Что же касается действовавших в конце 1980-х годов стандартов по статистическим методам, т.е. стандартов по статистическому контролю и терминологического стандарта, то они не могут быть нормативными документами, что было обосновано в статьях [445] и [437] соответственно. На основе государственных стандартов по статистическому контролю могут быть



разработаны каталоги планов статистического контроля, носящие рекомендательный характер.

Перспективная форма документа - "методики измерений", разрабатываемые институтами Госстандарта СССР метрологического профиля. "Методика измерений" - это продукция соответствующего метрологического НИИ. Для конкретного предприятия или организации в отраслях народного хозяйства она становится обязательной после утверждения руководителем этого предприятия (организации). Это обеспечивает учет специфики предприятий и оперативное отслеживание научно-технического прогресса.

Ранее государственные стандарты выпускались на бумажном носителе. В связи с бурным развитием информационно-коммуникационных технологий встал вопрос о переходе на программные продукты. Традиционно подготовленный стандарт нельзя непосредственно использовать для создания таких продуктов. Так, обширные числовые таблицы традиционных стандартов нецелесообразно помещать в памяти ЭВМ, поскольку эффективнее применять специально разработанные алгоритмы, непосредственно рассчитывающие нужные величины по запросу пользователя.

В стандарте [447] и методике [448] были сделаны попытки включить программы в текст документов. Однако при этом выявились сложности, связанные с многообразием алгоритмических языков, типов компьютеров и соответствующих трансляторов, с необходимостью подготовки обширной программной документации, а также с дискуссиями программистов относительно того, какая программная реализация одного и того же алгоритма имеет преимущества в том или ином аспекте. Короче, создание программного обеспечения - самостоятельная область деятельности, следующая вслед за разработкой алгоритмического обеспечения.

Выяснилось также, что помещать весь текст документа только в память ЭВМ нецелесообразно, поскольку специалист должен иметь возможность работать с документом, не находясь за дисплеем компьютера.

Из сказанного вытекает, что на обозримое будущее можно предсказать симбиоз документов на традиционной бумажной основе и соответствующих им программных продуктов. При этом методические документы могут иметь более широкую сферу применения, не связанную с типом ЭВМ, имеющейся у пользователя, а пакеты программ могут различаться по используемым архитектуре, алгоритмическим

языкам, системному обеспечению (от библиотек модулей до экспертных систем) и т.д.

Подведем итоги и обсудим направления дальнейшей деятельности в рассматриваемой области.

Научная и производственная работа на современном уровне невозможна без широкого и квалифицированного использования прикладной статистики и других статистических методов. В целях коренного улучшения использования накопленного научного потенциала в области теории вероятностей и математической статистики для повышения экономической мощи нашей страны необходим ряд организационных мер по развитию, внедрению и применению комплекса нормативно-технических и методических документов и пакетов программ по статистическим методам.

Для преодоления отрыва от науки и исключения возможности появления ошибок в НТД необходимо, чтобы разработкой стандартов рассматриваемого комплекса занимались специалисты в области теории вероятностей и математической статистики, а сами стандарты согласовывались с ведущими научными центрами по этой тематике.

Для преодоления отрыва от промышленности необходимо выделение системы головных и базовых организаций, ответственных за внедрение и использование статистических методов в отраслях (министерствах и ведомствах, корпорациях, холдингах), развертывание работ по ознакомлению специалистов с программными продуктами по современным статистическим методам, введение информации по этой тематике в учебные курсы в вузах и т.д.

Оценим массив накопленных научных результатов. Уже в 1980-х годах в реферативном журнале "Математика" в разделе "Математическая статистика" за год реферировалось около 2000 статей и книг. По нашей оценке, в настоящее время имеется не менее 100 тыс. актуальных публикаций по прикладной и математической статистике. Следовательно, можно ожидать, что конкретный специалист знаком лишь не более чем с 1% публикаций по прикладной статистике. Стихийность развития науки приводит к тому, что популярность того или иного результата или направления зачастую определяется вненаучными причинами. Коллективными усилиями надо разобраться в накопленном, рекомендовать лучшее для широкого внедрения, сформулировать нерешенные задачи, актуальные для приложений, скоординировать работу по переходу от теоретических результатов к НТД и программным продуктам, по проведению новых исследований. Квалифицированных специалистов по разработке методов прикладной

статистики в нашей стране достаточно - несколько тысяч. Необходимо организовать их работу.

Итак, в настоящее время наблюдается большой разрыв между наукой о методах обработки данных (т.е. прикладной статистикой [5]) и практикой их использования. Из всего сказанного выше вытекает необходимость развертывания работ в следующих направлениях:

- адаптация накопленных в прикладной математической статистике результатов для нужд прикладных исследований, включая проведение чисто математического изучения тех или иных статистических процедур;

- разработка, унификация и стандартизация, распространение и внедрение методического и программного обеспечения статистических методов, используемых в прикладных исследованиях;

- помощь специалистам прикладных областей в организации и проведении исследований с использованием статистических методов, а также в обработке данных;

- контроль за правильностью применения статистических методов, а также качеством используемого методического и программного обеспечения.

Очевидно, эта работа должна быть плановой, организационно оформленной, ее должны проводить мощные самостоятельные подразделения. В частности, необходимо создать службу статистических консультаций (необходимость создания системы статистических консультаций обоснована В.В. Налимовым в [449, с. 200]).

Отметим, что по экспертным оценкам специалистов существенная часть статистической информации - от 50 до 90% - носит нечисловой характер [450]. Следовательно, для внедрения в прикладные разработки особый интерес представляет такой новый раздел математической статистики, как статистика объектов нечисловой природы (см. раздел 3.5 настоящей монографии).

#### **4.2.6. «Шесть сигм» - новая система внедрения перспективных математических и инструментальных методов контроллинга**

В XXI веке основное внимание исследователей и управленцев переносится с разработки отдельных математических и экономико-математических методов исследования на системы внедрения таких методов в практическую деятельность предприятий и организаций. Обсудим новую систему организации управления «Шесть сигм», ос-

нованную на интенсивном использовании современной компьютерной техники и информационных технологий [451 - 453]. По нашему мнению, она является не только новой технологией управления (менеджмента), но и системой внедрения математических и инструментальных методов в практику работы организации, предприятия, корпорации, региона. Мы рассматриваем ее как подход к совершенствованию бизнеса, как эффективный инструмент внедрения перспективных математических и инструментальных методов контроллинга.

Как улучшить качество продукции и организацию производства? Как увеличить эффективность управления предприятием? Как повысить качество научных исследований? Как оптимизировать деятельность центральной заводской лаборатории? Все эти проблемы - вечные. Их решали и сто лет назад, и пятьдесят, решают и сейчас. Но по-разному.

Последние десятилетия волна за волной накатывают на руководителей и специалистов все новые сочетания слов и стоящие за ними концепции: комплексные системы управления качеством продукции, АСУ, стандарты ИСО серии 9000, ИСУП, контроллинг... И в каждой волне есть что-то новое и что-то давно известное. Основное в очередной новации - иное направление взгляда на старые проблемы и методы.

И вот появилось еще одно новое модное поветрие - система «Шесть сигм». Что стоит за этими словами, наводящими на мысли о статистических методах (греческой буквой «сигма» традиционно обозначают показатель разброса статистических данных)?

**Основные идеи системы «Шесть сигм».** Как сказано в сравнительно недавно выпущенной книге [454], «Шесть сигм» - это более разумный способ управлять всей компанией или отдельным ее подразделением (например, литейным цехом или центральной заводской лабораторией). Фактически речь идет о развитии системы управления качеством и контроллинга на предприятии, в организации, фирме, компании. Концепция «Шесть сигм» ставит на первое место потребителя товаров и услуг и помогает, как утверждают ее разработчики, находить самые лучшие решения, опираясь на факты и данные. Она нацелена на три основные задачи:

- повысить удовлетворенность клиентов;
- сократить время цикла (производственного, операционного);
- уменьшить число дефектов.

Внедрение «Шести сигм» дает значительный экономический эффект. Исполнительный директор корпорации *General Electric* Джек

Уэлч объявил в ежегодном докладе, что всего за три года система «Шесть сигм» сэкономила компании более 2 миллиардов долларов [454].

Совершенно справедливо систему «Шесть сигм» рассматривают как «революционный метод управления качеством». Согласно «Шести сигмам» следует стремиться к достижению самого малого (из возможных) разброса контролируемого параметра по сравнению с полем допуска. Точнее, желательно добиться, чтобы ширина поля допуска была по крайней мере в 6 раз больше типового разброса «плюс-минус сигма». Отсюда и название - «Шесть сигм». Соотношение поля допуска с полем разброса (в «сигмах») связывают с числом дефектов (на миллион возможностей) и с выходом годной продукции (в %). Так, 6 «сигм» согласно [454] соответствуют 3,4 дефектов на 1000000 возможностей, или выходу годной продукции 99,99966%.

А пока столь высокий уровень качества не достигнут, можно оценивать ситуацию в «сигмах». И промежуточная задача может формулироваться так: с уровня 2,5 «сигма» подняться до уровня 4 «сигма».

***Инструменты системы «Шесть сигм».*** С помощью каких интеллектуальных инструментов достигается успех в системе «Шести сигм»? Перечислим их.

Это инструменты генерации идей и структурирования информации - экспертные оценки (различные варианты сбора информации и голосования, мозговой штурм и др.), диаграммы (средства, древовидные, «рыбий скелет» - схема Исикава), блок-схемы.

Это инструменты сбора данных - разнообразные варианты выборочного метода, всевозможные методики измерений (наблюдений, анализов, опытов, испытаний). Сюда же относятся методы определения «голоса потребителя» (т.е. предпочтений потребителей), контрольные листки, а также инструменты систематизации данных - электронные таблицы и базы данных.

Третья группа - инструменты анализа процессов и данных - анализ течения процесса, добавленной ценности, различные графики и диаграммы. В том числе диаграмма Парето, график временного ряда (тренда), диаграмма разброса (корреляционное поле). Затем - многочисленные инструменты статистического анализа (описание данных, оценивание и проверка статистических гипотез, методы корреляции и регрессии, классификации, снижения размерности, планирования экспериментов, анализа временных рядов, статистики нечисловых и интервальных данных и др.).

Наконец, четвертая группа - инструменты реализации решений и управления процессами. Среди них - методы управления проектами (планирование, бюджетирование, составление графиков, оптимизация коммуникаций, управление коллективом, диаграммы Ганта и др.). А также анализ потенциальных проблем, изучение видов и последствий отказов, анализ заинтересованных сторон, диаграмма поля сил, документирование процесса, сбалансированная система показателей и «приборная» панель процесса.

Таким образом, инструментарий системы «Шести сигм» весьма широк. Эти интеллектуальные инструменты помогают принимать правильные решения, решать проблемы и управлять переменами. Среди них, как следует из проведенного выше перечисления, основное место занимают различные математические методы исследования, прежде всего статистические и экспертные инструменты. Однако нельзя считать, что система «Шести сигм» и инструменты «Шести сигм» - это одно и то же.

***В чем новизна системы «Шесть сигм»?*** Как справедливо подчеркнуто в цитированной книге о системе «Шести сигм», возможно, вы говорите себе: «Мы уже давно делаем кое-что из этого». И уж, безусловно, вы читали почти обо всем из названных выше инструментов. Совершенно бесспорно, что многое в концепции «Шести сигм» не ново. Что действительно ново - так это *соединение всех этих элементов системы и ее инструментов в согласованный процесс управления*.

Действительно, различные виды инструментов повышения эффективности управления организацией, ее подразделениями, отдельными направлениями деятельности известны давно. Чтобы их успешно использовать, **НУЖНА СИСТЕМА ВНЕДРЕНИЯ**. Необходима тщательно разработанная методика создания и функционирования творческих коллективов, занимающихся анализом ситуации, подбором и внедрением современных инструментов управления. Такая методика и создана в системе «Шесть сигм». В этом и состоит суть нового шага в науке и практике управления предприятием и его подразделениями.

***Шесть основных элементов системы «Шесть сигм».*** Выделяют [454] шесть основных элементов, составляющих квинтэссенцию системы «Шесть сигм». Это

- ориентация на потребителя;
- управление на основе данных и фактов;
- процессный подход (где действия, там и процессы);

- проактивное управление (т.е. основанное на прогнозировании);  
а также два социально-психологических базисных положения:

- безграничное сотрудничество;
- стремление к совершенству без боязни поражений.

Конечно, каждый из этих элементов сам по себе хорошо известен в теории и практике управления (менеджмента). Дело в *системе* «Шесть сигм», в которую они объединены. В частности, в этой системе подробно расписаны роли различных участников команды - «черные пояса», «зеленые пояса», «мастера черных поясов», «чемпионы». В самих названиях ролей подчеркнута роль команды проекта по внедрению системы «Шесть сигм», соревнования между подразделениями и специалистами, энтузиазма в работе (аналогичного спортивному азарту), продвижения на основе освоенных знаний и полученных результатов (в спорте - переход от пояса к поясу). Весьма важна основополагающая роль членов высшего руководства компании, лично занимающихся развитием системы «Шесть сигм».

Анализ системы «Шесть сигм» показывает, что, несмотря на некоторое своеобразие терминов, связанное с корнями этой системы (лежащими в проблемах управления качеством), фактически «Шесть сигм» - это глубоко проработанная система внедрения современных подходов к управлению предприятием и его подразделениями, прежде всего контроллинга, на основе широкого и продвинутого использования математических методов исследования. Отметим большое место, которое занимают математические методы исследования, прежде всего статистические и экспертные методы, среди ее инструментов. Система «Шесть сигм» трудоемка, на внедрение нужны годы. Но и эффект велик.

***Проблемы внедрения математических методов исследования.***  
Полезно проанализировать изменение представлений о проблемах внедрения современных научных достижений в отечественную практику. В качестве примера для обсуждения рассмотрим теорию и методы планирования эксперимента, об истории которых в нашей стране рассказано в статье [455]. Как известно, локомотивом работ по планированию эксперимента в нашей стране являлся «незримый коллектив» под руководством В.В. Налимова, основные научные идеи этого коллектива и результаты их практического внедрения подробно описаны в научно-техническом журнале "Заводская лаборатория. Диагностика материалов".

Очевидно, совершенно необходимый первый этап - разработка самой научной теории до той стадии, когда предлагаемые рекоменда-

ции уже можно использовать на практике. Основной результат этого этапа - методические разработки и образцы внедрения. Для планирования эксперимента первый этап в основном завершился к началу 1970-х годов.

Термин «завершился» требует уточнения. Научные исследования, разумеется, продолжались после 1970 г. Они продолжают сейчас, и будут продолжаться в дальнейшем, поскольку любая научная область может - при наличии энтузиастов - развиваться до бесконечности. Речь о другом - к началу 1970-х годов была создана методическая база для массового внедрения полученных к тому времени научных результатов.

Следующий этап - пропаганда возможностей методов планирования эксперимента, преподавание и подготовка кадров. В статье [455] рассказано о многочисленных акциях 1960-70-х годов в этом направлении. Казалось, что дальше всё пойдет самотеком. Но не получилось. Широкого потока внедренческих работ не последовало. Блестящие работы не стали образцами для подражания.

И не только для планирования эксперимента. Примерно так же развивалась ситуация с внедрением экономико-математических методов. Хотя были и некоторые незначительные отличия. Например, удалось организовать Центральный экономико-математический институт РАН, а вот академического института по планированию эксперимента (и по статистическим методам в целом) нет до сих пор. И Межфакультетская лаборатория статистических методов МГУ им. М.В. Ломоносова, которая занималась развитием теории и практическим внедрением методов планирования эксперимента, расформирована в середине 1970-х годов. Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме "Кибернетика" после смерти его основателя А.И. Берга в 1979 г. перестал поддерживать работы по планированию эксперимента. Были и другие примеры того, что организационные успехи по тем или иным причинам не удавалось закрепить [455].

Стало ясно, что создания методов и их пропаганды недостаточно. Выявилась необходимость перехода к третьему этапу в развитии научно-практической дисциплины - этапу разработки организационных форм, обеспечивающих широкое внедрение. Наиболее ярким проявлением этого этапа было учреждение в 1990 г. Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА), объединяющей - прежде всего в секции статистических методов - специалистов по математическим методам исследования [48]. В статье [230] тех лет, посвященной проблемам внедрения прикладной статистики и других статистических методов,



была развернута программа создания сети научно-исследовательских и внедренческих институтов по этой тематике, аналогичной сети метрологических организаций. К сожалению, все эти глобальные планы организации внедрения рассматриваемых методов в государственном масштабе остались нереализованными из-за развала СССР и развертывания экономических «реформ» 1990-х годов, приведших к сокращению (в разы!) объемов научных исследований и численности работников в сфере науки и научного обслуживания.

Сейчас мы находимся на четвертом этапе. Надо разрабатывать и широко использовать новые организационные формы внедрения математических методов исследования на отдельных предприятиях. С похожими проблемами сталкиваются разработчики крупных информационных систем управления предприятиями (типа SAP R/3, Oracle, JD Edwards, Baan), занимающиеся их внедрением в конкретных организациях [22]. В частности, необходимо создание соответствующей службы под непосредственным началом одного из высших руководителей организации. Недаром внедрение контроллинга - современных методов управления предприятиями - обычно начинается именно с создания службы контроллинга и проработывания ее взаимодействия со всеми остальными структурами предприятия [84].

Система «Шесть сигм» ценна, прежде всего, своей организационной составляющей. Той, которой не уделяли внимания на ранних этапах истории внедрения современных математических методов исследования. Система «Шесть сигм» дает алгоритмы практической деятельности по организации внедрения. Чем она и интересна для отечественных специалистов.

### **4.3. Экспертные технологии - важная составная часть инструментария контроллинга**

Кроме вероятностно-статистических эконометрических методов, для контроллинга большое значение имеет такая важная область эконометрики, как экспертные оценки (обзор начального этапа развития этой научно-практической области проведен в статье [356], анализ современных проблем экспертных оценок дан в [99, 135, 365]). Нестабильность современной социально-экономической ситуации повысила интерес к применению экспертных оценок (и понизила практическое значение статистики временных рядов). Разнообразные процедуры экспертных оценок широко используются не только в контроллинге, но и в технико-экономическом анализе, в маркетинге, при оценке

инвестиционных проектов и во многих иных областях. Повысился и интерес к теории экспертных оценок, в том числе в связи с преподаванием (новой парадигме математических методов экономики соответствует учебник [52]).

Среди взглядов на теорию экспертных оценок есть и экстремистские, согласно которым эту теорию надо еще создавать. Мы считаем, что теория экспертных оценок была в основном создана в течение 1970-1980 гг. В теории экспертных оценок выделяются вопросы организации экспертиз и математические модели поведения экспертов. Методы обработки экспертных данных всегда основаны на тех или иных моделях поведения экспертов. Так, при использовании многих методов предполагается, что ответы поведение экспертов можно моделировать как совокупность независимых одинаково распределенных случайных элементов. Эти элементы часто принадлежат тому или иному пространству объектов нечисловой природы, т.е. их нельзя складывать и умножать на число.

Статистика объектов нечисловой природы была разработана в ответ на запросы теории экспертных оценок и представляет собой математико-статистическую основу этой теории. Предварительные итоги были подведены в 1979-1981 гг. в обзорах [144, 264] и монографии [7], а также в ряде монографий и сборников тех времен. На наш взгляд, с выходом обзора пяти авторов [144] заканчивается начальный период развития экспертных оценок в нашей стране - от первоначальных публикаций до создания теории. Следующий этап, продолжающийся уже более 30 лет - развитие теории. Итоги по состоянию на 1995 г. подведены в широко цитируемом обзоре [356].

Третий этап, на котором созданная теория широко применяется, еще не наступил. Пока используются в основном наиболее простые (и примитивные) процедуры экспертных оценок, описанные еще в первоначальных публикациях 1960-х и начала 1970-х годов. Показателем перехода к третьему этапу будет массовое преподавание современной теории экспертных оценок.

Как отмечалось выше, статистика объектов нечисловой природы является одной из четырех основных областей современной эконометрики (и прикладной математической статистики), наряду с одномерной статистикой, многомерным статистическим анализом, статистикой временных рядов и случайных процессов [154]. Ее отличительной чертой является широкое использование операций оптимизации - нахождения решений оптимизационных задач (типа медианы Кемени), а не операций суммирования, как в остальных трех облас-

тях. Из конкретных видов объектов нечисловой природы обратим внимание на люсианы (конечные последовательности независимых испытаний Бернулли с, вообще говоря, различными вероятностями успеха). В частности, на их основе строится непараметрическая теория парных сравнений, для ответов экспертов проверяются гипотезы согласованности, однородности и независимости.

Теория экспертных оценок продолжает развиваться. Один из новых подходов к выделению общей части во мнениях экспертов, выраженных в виде кластеризованных ранжировок, а именно, метод согласования кластеризованных ранжировок, развит в статье [202]. Новым методам экспертного оценивания вероятностей редких событий посвящены работы [99, 100, 371, 378].

За последние 30 лет в теории экспертных оценок получено много полезных для практики результатов (в том числе подходов к сбору и анализу данных, методик проведения экспертных исследований, алгоритмов расчетов). Все ценное должно быть использовано для эконометрической поддержки контроллинга.

В настоящем разделе анализируется развитие теории и практики экспертных оценок в нашей стране в послевоенные годы. Рассмотрено многообразие экспертных технологий, приведены основные идеи и публикации, позволяющие выявить движущие силы развития в этой перспективной научно-практической области.

Экспертные оценки – один из эффективных инструментов разработки и принятия управленческих решений. Они широко используются в различных отраслях народного хозяйства. Однако специалистам, применяющим экспертные оценки, зачастую известны лишь отдельные методы и технологии из этой развитой научно-практической области. Поэтому целесообразно дать представление о многообразии работ по теории экспертных оценок, выполненных в нашей стране.

В настоящее время не существует научно обоснованной общепринятой классификации методов и технологий экспертных оценок и тем более - однозначных рекомендаций по их применению. По нашему мнению, наиболее продвинутые результаты в рассматриваемой области были получены в результате работы неформального научного коллектива вокруг комиссии «Экспертные оценки» Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», организованной в 70-х годах. Раздел подготовлен в рамках методологии, созданной этим научным коллективом.

### 4.3.1. Классические методы экспертных оценок

Экспертные оценки активно использовались с незапамятных времен. После Второй мировой войны в рамках мощного научного движения, на знаменах которого сверкали модные 60 лет назад термины «кибернетика», «исследование операций», «системный подход», выделилась самостоятельная научно-практическая дисциплина – экспертные оценки. Сложились методы сбора и анализа экспертных оценок, которые мы сейчас называем классическими. В 1960-е гг. они освоены в нашей стране, доработаны и успешно применены. И только потом, в 1970-е гг., начались активные самостоятельные научные исследования, была сформирована полностью оригинальная отечественная научная школа в области экспертных оценок. Нашей стране принадлежит мировой приоритет в целом ряде направлений, о некоторых из которых речь пойдет ниже.

Вполне естественно, что сначала в нашей стране появились публикации о классических методах экспертных оценок (см., например, [456 - 458]). Речь идет о простейших методах, не требующих развитого математического аппарата.

С одной стороны, такие публикации были полезны, позволив широким массам специалистов познакомиться с основными идеями экспертных оценок. До сих пор классические методы активно используются в практической работе и излагаются в учебной литературе.

С другой стороны, как обычно бывает во многих областях деятельности, первоначальные достаточно тривиальные соображения широко распространились, вошли в массовое сознание инженеров и управленцев (менеджеров) и стали тормозом на пути внедрения более новых продвинутых результатов в области экспертных оценок, описанных, например, в работах [217, 459 - 463].

Вспомним слова великого физика Макса Планка, создателя квантовой теории света: «Новая научная идея редко внедряется путем постепенного убеждения и обращения противников, редко бывает, что Савл становится Павлом. В действительности дело происходит так, что оппоненты постепенно вымирают, а растущее поколение с самого начала осваивается с новой идеей» [464, с.188-189].

Необычность рассматриваемой ситуации в области экспертных оценок состоит в том, что новые научные идеи появились всего через несколько лет после широкого распространения в нашей стране классических методов экспертных оценок. Но – головы возможных пользователей были уже оккупированы тривиальностями (а иногда и

ошибками). В результате многие превосходные с научной точки зрения и высокоэффективные в приложениях результаты отечественных исследователей остаются малоизвестными, хотя получены еще в 70-е годы.

Центром исследований в научно-практической области "Экспертные технологии" является всесоюзный (ныне всероссийский) научно-исследовательский семинар «Экспертные оценки и анализ данных». Этот семинар был организован по предложению академика А.Н. Колмогорова на механико-математическом факультете МГУ Ю.Н. Тюриным, Б.Г. Литваком и П.Ф. Андруковичем. Он работает с 1973 г., сначала в МГУ им. М.В. Ломоносова, а затем в Институте проблем управления РАН. В разные годы им руководили д.ф.-м.н. Ю.Н. Тюрин, д-ра техн. наук Б.Г. Литвак, А.И. Орлов, А.А. Дорофеев, Ф.Т. Алескерев, Д.А. Новиков, Ю.В. Сидельников. В работе семинара участвовали сотни исследователей.

#### **4.3.2. Научные результаты мирового уровня**

Участники неформального научного коллектива участников семинара обычно начинали с освоения современных зарубежных идей, переходя затем к самостоятельным исследованиям, приводящим, как правило, к новым научным результатам мирового значения. Рассмотрим несколько сюжетов, соответствующих этой общей схеме.

Так, освоив проблематику теории измерений, участники семинара перешли к изучению инвариантных алгоритмов. Основной полученный результат мирового уровня – характеристика средних величин шкалами измерения. Найдены необходимые и достаточные условия, выделяющие средние величины, результат сравнения которых инвариантен относительно допустимых преобразований в тех или иных шкалах. Цикл теорем о средних величинах – наиболее важное достижение в теории измерений, полученное в нашей стране.

В теории нечеткости также был получен принципиально важный результат мирового уровня – найден способ сведения теории нечетких множеств к теории случайных множеств. Это – основное отечественное достижение в теории нечеткости.

Большое влияние на развитие исследований в области экспертных оценок оказали работы американского математика Джона Кемени, прежде всего книга [143]. В ней был предложен подход к аксиоматическому введению расстояний между нечисловыми ответами экспертов (на примере упорядочений) и дан метод нахождения итогов-

вого мнения комиссии экспертов как решения оптимизационной задачи. Участники семинара по примеру Кемени построили аксиоматику для введения расстояний между различными объектами нечисловой природы. В обзоре [465] сведены вместе результаты более чем 150 исследований. В честь Дж. Кемени расстояния между элементами различных пространств бинарных отношений сейчас называют расстояниями Кемени, а введенные на их основе средние в этих пространствах – медианами Кемени.

Необходимо добавить, что и после 1985 г., когда была выпущена обзорная работа Г.В. Раушенбаха [465] по публикациям, базирующимся на подходе Кемени к аксиоматическому введению меры близости между нечисловыми ответами экспертов, появлялись новые результаты. Так, например, в работе Ю.В. Сидельникова [466] были введены пять аксиом и доказано, что эти аксиомы на множестве векторов предпочтения однозначно определяют меру близости. Аналогичный результат был получен и на множестве ранжирований. В работе [467] аксиоматически введена метрика подобия и изучена с помощью вероятностной модели.

Большое внимание уделялось различным вариантам парных и множественных сравнений. Если на Западе рассматривалась параметрическая теория (модели Льюса, Бредли-Терри, Терстоуна), то в нашей стране была построена не имеющая аналогов непараметрическая теория парных сравнений (люсианов), причем в асимптотике растущей размерности [369].

### **4.3.3. Итоги первого этапа работы семинара**

В 70-е гг. было выпущено три сборника статей [348 - 350], содержащих научные труды участников семинара «Экспертные оценки и анализ данных». Эти сборники до сих пор являются актуальными, включенные в них работы содержат заметно более продвинутые научные результаты, чем публикации по «классическим методам экспертных оценок», поскольку последние опираются на идеи 40-60-х гг. Прошедшие десятилетия позволили более четко выявить теоретический смысл и прикладные возможности разработанных тогда подходов. Сборники статей [348 - 350] следует отнести к новой парадигме математических методов экономики (к периоду ее зарождения), а классические методы экспертных оценок [456 - 458] - к старой парадигме, не соответствующей современным требованиям.

Полученные результаты были обобщены в ряде монографий, написанных руководителями и участниками семинара [7, 85, 145, 468], и прежде всего в неоднократно изданном программном докладе пяти наиболее активных и продуктивных исследователей [144, 264]. К сожалению, этот принципиально важный доклад не был развернут в подробную монографию. «Доклад пяти» – веха в развитии отечественных исследований в области экспертных оценок. Закончился период становления самостоятельной научно-прикладной дисциплины. К концу 70-х гг. экспертные оценки получили и организационное оформление – в рамках комиссии «Экспертные оценки» Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика».

#### 4.3.4. Восьмидесятые годы

Научные исследования развивались вглубь и вширь. Регулярно выпускались сборники статей [351, 277 - 279], проводились всесоюзные конференции [269 - 270]. Разумеется, работы по экспертным оценкам публиковались не только в изданиях семинара, но и во многих иных. Укажем для примера на работы руководителей семинара А.А. Дорофеюка [469] и Ю.В. Сидельникова [354], на монографии по многомерному шкалированию экспертных и иных данных [141, 142]. Авторы «доклада пяти» защитили докторские (Б.Г. Литвак, А.И. Орлов, Ю.Н. Тюрин) и кандидатские (Г.А. Сатаров, Д.С. Шмерлинг) диссертации.

Были выполнены многочисленные прикладные работы. В частности, разработаны комплексы нормативно-методических документов по экспертным методам управления качеством продукции (ГОСТы, методические указания и др.) и по экспертизе научно-исследовательских работ в медицине и биологии (методические рекомендации по проведению экспертной оценки планируемых и законченных научных работ в области медицины и по подготовке и проведению конкурса проектов исследований и разработок в области физико-химической биологии и биотехнологии).

Исследования по экспертным оценкам шли в тесном контакте с работами в области прикладной статистики и других статистических методов (отраженными позже, уже в XXI в., в учебниках [5, 16]), многокритериальной оптимизации [470, 471], математических методов в социологии (как показано в обзоре [472]) и т.п. В литературе экспертные оценки иногда выступают под теми или иными «псевдонимами». Например, академик РАН Н.Н. Моисеев в своих выдающихся науч-

ных, учебных и научно-публицистических книгах [217, 462, 463, 474] использовал термин «неформальные процедуры».

#### **4.3.5. Экспертные оценки и статистика нечисловых данных**

Основным отечественным достижением последней четверти XX в. в области статистических методов анализа данных является создание статистики нечисловых данных (в других терминах, нечисловой статистики, статистики объектов нечисловой природы). Ныне статистика нечисловых данных – одна из четырех основных областей прикладной статистики, наряду со статистикой числовых величин, многомерным статистическим анализом и статистикой временных рядов [5, 16, 36].

Для нас важно, что именно необходимость разработки адекватных методов анализа экспертных мнений стимулировала развитие статистики нечисловых данных. Не случайно основополагающая статья [146], излагающая программу построения новой области статистики, опубликована в одном из первых сборников трудов семинара. Эта статья интересна также переплетением, неразрывной связью основных идей статистики нечисловых данных и современной теорией экспертных оценок.

Кратко напомним суть статистики нечисловых данных. Начнем с того, что исходный объект в прикладной статистике – это выборка, т.е. совокупность независимых одинаково распределенных случайных элементов. Какова природа этих элементов? В классической математической статистике элементы выборки – это числа. В многомерном статистическом анализе – вектора. А в нечисловой статистике элементы выборки – это объекты нечисловой природы, которые нельзя складывать и умножать на числа. Объекты нечисловой природы лежат в пространствах, не имеющих векторной структуры.

Многочисленные примеры объектов нечисловой природы приведены в разделе 3.5 настоящей монографии. Наглядно видно, что подавляющее большинство объектов нечисловой природы могут быть получены в качестве ответов экспертов. К ним относятся, в частности:

- значения качественных признаков, т.е. результаты кодировки объектов экспертизы с помощью заданного перечня категорий (градаций);

- упорядочения (ранжировки) экспертами образцов продукции (при оценке её технического уровня и конкурентоспособности) или



заявок на проведение научных работ (при проведении конкурсов на выделение грантов);

- классификации, т.е. разбиения объектов экспертизы на группы сходных между собой (кластеры);

- толерантности, т.е. бинарные отношения, описывающие сходство объектов между собой, например, сходства тематики научных работ, оцениваемого экспертами с целью рационального формирования экспертных советов внутри определенной области науки;

- результаты проведенных экспертами парных сравнений или контроля качества продукции по альтернативному признаку («годен» - «брак»), т.е. последовательности из 0 и 1;

- множества (обычные или нечеткие), например, зоны, пораженные коррозией, или перечни возможных причин аварии, составленные экспертами независимо друг от друга;

- слова, предложения, составленные из них тексты, представленные экспертами по заданию организаторов экспертизы;

- векторы, координаты которых - совокупность значений разнотипных признаков, например, результат составления статистического отчета о научно-технической деятельности организации (т.н. форма № 1-наука) или анкета эксперта, в которой ответы на часть вопросов носят качественный характер, а на часть - количественный;

- ответы на вопросы экспертной, маркетинговой или социологической анкеты, часть из которых носит количественный характер (возможно, интервальный), часть сводится к выбору одной из нескольких подсказок, а часть представляет собой тексты; и т.д.

Интервальные оценки, полученные от экспертов, тоже можно рассматривать как пример объектов нечисловой природы, а именно, как частный случай нечетких множеств. А именно, если характеристическая функция нечеткого множества равна 1 на некотором интервале и равна 0 вне этого интервала, то задание нечеткого множества эквивалентно заданию интервала. Напомним, что *теория нечетких множеств в определенном смысле сводится к теории случайных множеств* [5, 7, 16].

С 70-х гг. в основном на основе запросов теории экспертных оценок (а также технических исследований, экономики, социологии и медицины) развивались конкретные направления статистики объектов нечисловой природы. Были установлены основные связи между конкретными видами таких объектов, разработаны для них базовые вероятностные модели. Итоги подведены в монографии [7], в предисловии к которой впервые появился термин «статистика объектов нечисловой

природы», а в тексте постоянно рассматриваются вопросы сбора и анализа экспертных оценок.

Следующий этап (80-е гг.) - выделение статистики нечисловых данных в качестве самостоятельной дисциплины, ядром которой являются методы статистического анализа данных произвольной природы. Хотя для работ этого периода характерна сосредоточенность на внутренних проблемах нечисловой статистики, полученные результаты были нацелены на применение для статистического анализа субъективных данных - экспертных оценок. Основные результаты коллективного труда подведены в сборнике научных работ [87]. Характерно, что он был подготовлен совместно подкомиссией «Статистика объектов нечисловой природы» комиссии «Экспертные оценки» Научного совета АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика» и Институтом социологических исследований АН СССР. Видим, что статистика нечисловых данных на тот момент рассматривалась как часть теории экспертных оценок.

К 90-м гг. статистика объектов нечисловой природы с теоретической точки зрения была достаточно хорошо развита, основные идеи, подходы и методы были разработаны и изучены математически, в частности, доказано достаточно много теорем. Однако она оставалась недостаточно апробированной на практике. И в 90-е гг. наступило время перейти от математико-статистических исследований к применению полученных результатов на практике. К этому периоду относится публикация большой серии статей в рамках раздела «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория» (основного места публикации в СССР и РФ работ по прикладной статистике), посвященных теории и практике нечисловой статистики.

В статистике объектов нечисловой природы одна и та же математическая схема может с успехом применяться во многих областях, а потому ее лучше всего формулировать и изучать в наиболее общем виде, для объектов произвольной природы.

Для классической математической статистики характерна операция сложения - при расчете выборочных характеристик распределения (выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия и др.), в регрессионном анализе и других областях этой научной дисциплины постоянно используются суммы. Математический аппарат - законы больших чисел, Центральная предельная теорема и другие теоремы - нацелены на изучение сумм. В нечисловой же статистике нельзя использовать операцию сложения, поскольку элементы выборки лежат в пространствах, где нет операции сложения. Методы обра-

ботки нечисловых данных основаны на принципиально ином математическом аппарате - на применении различных расстояний (точнее, мер различия, близости, метрик и псевдометрик) в пространствах объектов нечисловой природы. (Псевдометрика отличается от метрики тем, что в системе из четырех аксиом метрики отбрасывается условие: если  $d(x, y) = 0$ , то  $x = y$ .)

Основные идеи статистики объектов нечисловой природы, принципиальная новизна нечисловой статистики раскрыты в разделе 3.5 настоящей монографии. Поэтому не будем рассматривать здесь принципиально новые идеи, развиваемые в статистике объектов нечисловой природы для данных, лежащих в пространствах произвольного вида. Цель - решение классических задач описания данных, оценивания, проверки гипотез - но для неклассических данных, а потому неклассическими методами.

#### **4.3.6. Современный этап развития экспертных оценок**

С конца 80-х гг. число научных работников в нашей стране уменьшилось в разы. На порядок сократилось количество участников научных семинаров и конференций. Однако отечественная научная школа в области экспертных оценок успела достичь стадии зрелости и устояла. Этому способствовала и востребованность экспертных технологий во многих областях человеческой деятельности. Слово «эксперт» стало модным.

Зрелость научной области проявилась в том, что ведущие отечественные специалисты выпустили заметно большее число монографий, подводющих итоги исследования, чем в предыдущие десятилетия. Из них выделим книги [54, 55, 59, 342, 355, 475 - 481, 483, 485]. В рассматриваемом массиве публикаций экспертные оценки часто рассматривались вместе с проблемами принятия решений [54, 55, 59, 476, 477, 485]. Большое внимание уделялось проблеме выбора [478], в том числе в условиях многокритериальности [479]. Были проанализированы процедуры голосования в рамках комиссий экспертов [480].

Разделы, посвященные экспертным оценкам, на современном историческом этапе включают в учебники по различным дисциплинам, в частности, по теории принятия решений [54, 55, 59, 477], по эконометрике и прикладной статистике [5, 16]. Это свидетельствует о том, что теория и практика экспертных оценок вошла в «базовое ядро»

знаний, которыми должны владеть инженеры, менеджеры, экономисты, специалисты в иных областях.

Поток новых идей, подходов, концепций, методологий, методов, конкретных постановок, моделей, теорем и алгоритмов в области экспертных оценок не только не иссякает, но год от году усиливается. Назовем некоторые из новшеств.

Теория организационных систем [342], прежде всего, теория активных систем [481], т.е. систем, элементы которых обладают собственными интересами и волей, позволяющей действовать независимо, нуждаются в развитии и применении современных методов экспертных оценок. Подходы теории активных систем особенно интересны для решения задач управления предприятиями и другими социально-экономическими структурами. Такой современный раздел менеджмента, как контроллинг [84, 482], немыслим без использования продвинутых методов экспертных оценок [21], реализованных на основе современных информационных технологий.

Принципиально важным является появление работ по экспертным технологиям [355, 483]. От разработки и изучения отдельных методов экспертных оценок осуществлен переход к разработке процедур, включающих все этапы технологического процесса сбора и анализа экспертной информации. Произошел качественный скачок – от отдельных инструментов интеллектуальной деятельности к целостным технологиям интеллектуальной деятельности. Аналогичный скачок осуществлен и в смежной области статистических методов – появились высокие статистические технологии [5, 16, 51, 391].

Из западных разработок наибольший интерес вызвал метод анализа иерархий Т. Саати [484]. К сожалению, он является некорректным [485 - 487]. К аргументам этих статей надо добавить, что метод Саати некорректен с точки зрения теории измерений, поскольку построен на неправомерной оцифровке (переходе к количественной шкале) данных, измеренных в порядковой шкале. От его недостатков удалось избавиться сотрудникам Института проблем управления им. В.А.Трапезникова. Они разработали метод векторной стратификации [488], согласно которому иерархическая структура показателей комплексного критерия формируется путем дихотомической конкретизации документированной формулировки цели.

Из недавно разработанных принципиально новых подходов укажем в качестве примера на метод согласования кластеризованных ранжировок [202]. «Турнирный» метод ранжирования вариантов впервые опубликован в 2005 г. [360], а в соседней статье дано его

теоретическое обоснование [361]. Применению экспертных оценок для задач стратегического планирования посвящена работа [489]. Список легко продолжить. Мы ограничились здесь лишь наиболее заметными публикациями, в основном книжными.

Состояние и перспективы экспертных оценок неоднократно анализировались ведущими специалистами [356, 358, 367, 490]. Отмечалось, что перед исследователями – большое поле деятельности. Например, в [356] отмечалась актуальность разработки методов анализа интервальных экспертных оценок, в которых мнения экспертов выражены интервалами. Основой для разработки таких методов может послужить статистика интервальных данных, рассмотренная в [5, 54]. Однако теория интервальных экспертных оценок стоит лишь в начале своего пути, хотя ее перспективность очевидна.

Экспертным оценкам уделено большое внимание в основополагающей монографии по статистике нечисловых данных [36], в которой также приведен обширный список литературных источников по развитию экспертных оценок в нашей стране. Книги и статьи по рассматриваемой тематике имеются в открытом доступе на сайте «Высокие статистические технологии» [491], его форуме [492] и на сайте Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге Научно-образовательного центра "Контроллинг и управленческие инновации" МГТУ им. Н.Э. Баумана [493].

#### **4.3.7. О многообразии экспертных технологий**

Итак, экспертные технологии – обширная совокупность интеллектуальных инструментов для решения научно-технических и социально-экономических задач, а также задач в других областях человеческой деятельности.

В чем основная причина все более широкого применения экспертных технологий? Для применения математических методов исследования, независимо от области их использования, нужны исходные данные. Есть два общих пути получения данных – объективные результаты измерений, наблюдений, испытаний, анализов, опытов и субъективные мнения высококвалифицированных специалистов (экспертов). Необходимость и целесообразность разработки и применения методов сбора и анализа экспертных оценок доказана практикой. Например, проведенное в начале 1960-х годов экспертное исследование позволило предсказать момент высадки человека на Луну с точностью до месяца [52].

Один из центров публикации научных работ по экспертным технологиям - раздел «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов». В этом разделе опубликовано достаточно много статей, посвященных разработке новых методов экспертных оценок и обсуждению вопросов их практического применения [365]. В частности, развитие экспертных технологий в нашей стране с теоретической точки зрения проанализировано в обзоре [135, 494], а с прикладной – в работе [358] одного из ведущих отечественных исследователей в этой области Б.Г. Литвака (1940 - 2012).

По нашей экспертной оценке, отечественная научная школа в области теории и практики экспертных оценок создана неформальным исследовательским коллективом вокруг постоянно действующего научного семинара «Экспертные оценки и анализ данных», о котором уже упоминалось в начале настоящего раздела. Программная статья [264] наиболее активных руководителей и участников этого семинара Ю.Н. Тюрина, Б.Г. Литвака, А.И. Орлова, Г.А. Сатарова, Д.С. Шмерлинга во многом определила развитие теории и практики экспертных оценок в нашей стране на десятилетия вперед, вплоть до настоящего момента. К сожалению, выпущенный на основе этой статьи препринт [144] не был развернут в подробную монографию.

Экспертные технологии – не только проверенные временем инструменты решения конкретных прикладных задач. Это – быстро развивающаяся научная область. В частности, именно потребности теории и практики экспертных оценок стимулировали разработку новой парадигмы прикладной статистики [114]. Развитие современных технологий экспертных оценок шло в тесном взаимодействии с созданием центральной области современных статистических методов – статистики объектов нечисловой природы [163] (краткое название этой области прикладной математической статистики – нечисловая статистика [36]). Можно констатировать, что нечисловая статистика является теоретическим «зеркалом» современных экспертных технологий. Развитие информационно-коммуникационных технологий позволило разработать и внедрить новую область экспертных оценок – сетевую экспертизу [495]. Отметим, что модификация известного в теории экспертиз метода фокальных объектов дает новые возможности в научно-техническом творчестве [496].

Необходимость разработки новых математических методов исследования вызвана, в частности, тем, что эксперты дают оценки в различных шкалах измерения, прежде всего в порядковых шкалах, а

также в вербальной форме. Поэтому значительная часть публикаций раздела «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» посвящена методам анализа нечисловых экспертных данных. Эти методы должны быть инвариантны относительно допустимых преобразований шкал измерения. Конкретная шкала выделяется группой допустимых преобразований. Например, для порядковой шкалы такой группой является совокупность всех строго возрастающих преобразований шкалы. Порядковую шкалу можно представить себе как резиновый стержень с нанесенными на него делениями, который можно произвольно растягивать и сжимать, но нельзя рвать. Порядковую шкалу иногда называют ранговой, поскольку инвариантные методы в этой шкале часто являются функциями от рангов результатов измерений. В обзоре [292] приведена сводка научных публикаций, относящихся к средним величинам, инвариантным относительно допустимых преобразований шкал измерения. Рядом помещена статья [198], в которой выделены основные результаты в рассматриваемой области. Ранее репрезентативная теория измерений была проанализирована с различных сторон в опубликованных рядом статьях [290, 291]. Уточнению (с помощью измеряемых данных) экспертных оценок, выставленных в ранговых шкалах, посвящена статья [497]. Предпочтительность использования медианы экспертных оценок (вместо среднего арифметического) обсуждается в работе [164].

Продолжается интенсивная разработка новых математических моделей получения, анализа и применения экспертных оценок. Так, в работе [322] проанализированы методы визуального представления тесноты связей. Квантификации (или, как говорят, оцифровке) предпочтений, выраженных в вербальной форме, посвящена статья [498]. Опыт практической работы по анализу дефектности отливок методом экспертных оценок разобран в публикации [358].

Экспертные оценки – важнейшая составная часть методов принятия решений, в частности, управления рисками и прогнозирования (см., например, обзор [499] по математическим методам оценки рисков). К теории принятия решений примыкают, в частности, работа [500] по определению весовых коэффициентов на основании экспертных оценок, исследование [501] по обоснованию вида рациональной экспертной оценки знаний учащихся, статья [360], посвященная математическим моделям квалиметрического анализа многофакторных объектов с бинарными факторами.

Вполне естественно, что именно авторами раздела «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» опубликованы основные отечественные монографии и учебники по теории и практике экспертных оценок [52, 355, 495, 496].

Современные методы экспертных оценок предоставляют собой эффективные интеллектуальные инструменты для решения прикладных задач во многих предметных областях, кроме того, сами являются источником дальнейших научных исследований. Экспертное оценивание является, зачастую, незаменимым инструментом, позволяющим разрабатывать обоснованные управленческие решения при отсутствии достаточного объема результатов наблюдений [52, 59, 494].

#### **4.3.8. Экспертное оценивание вероятностей редких событий**

Экспертные технологии активно применяются, например, в Группе компаний «Волга-Днепр», осуществляющей нестандартные грузоперевозки на самых мощных в мире самолетах АН-124 «Руслан» и являющейся мировым монополистом в этой области. В ходе разработки автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий (АСППАП) при организации и производстве воздушных перевозок экспертные опросы летного состава (всего около 20000 экспертных оценок) позволили получить исходные данные для деревьев событий и других математических моделей, предназначенных для оценки эффективности управленческих решений при создании систем обеспечения безопасности сложных технических систем [96, 98, 380]. При разработке АСППАП возникла необходимость применения экспертных технологий для оценивания вероятностей редких событий [379]. В частности, их необходимо использовать при моделировании на основе деревьев событий (многообразие моделей на основе деревьев событий рассмотрено в статье [98, 380]). Экспертами оценивались передаточные параметры для дерева событий при развитии авиационного события (происшествия) на основе логико-вероятностной модели [502] (представляющие из себя в первом приближении условные вероятности) в условиях почти полного отсутствия статистических данных. Отсутствие данных связано с несколькими причинами. Во-первых, для сбора части данных требовались большие человеческие и временные затраты, и к моменту проведения экспертного опроса они не были готовы. Во-вторых, часть дан-



ных для оценки условных вероятностей невозможно получить в принципе, поскольку промежуточные события из дерева событий [502], не приведшие к авиационному событию, часто никак и нигде не анализируются, не записываются и не сохраняются. Здесь можно привести простую аналогию: затруднительно статистически оценить, с какой вероятностью превышение скорости приведет к автомобильной аварии, поскольку большинство превышений скорости не приводят к авариям и остаются вне поля зрения исследователей.

Необходимо сопоставление двух подходов к получению важных для управления безопасностью полетов и предотвращения авиационных происшествий выводов (например, оценок вероятностей авиационных событий / происшествий) – на основе экспертных технологий и на основе анализа статистических данных. Дело в том, что рассматриваемые события зачастую встречаются в единичных случаях (менее 10 случаев за все время наблюдения), например, с частотой порядка  $10^{-5}$ , поэтому доверительные границы для вероятностей весьма широки. Как следствие, нельзя априори утверждать, что анализ статистических данных дает более точные результаты, чем экспертные технологии. Предложенная нами экспертная технология оценки вероятностей редких событий позволила успешно решить задачи, стоявшие перед разработчиками системы АСПАП [378]. В терминах статьи [51] эту экспертную технологию следует отнести к высоким статистическим технологиям, которые можно применять для статистического анализа как результатов измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов), так и ответов экспертов.

Подведем итоги раздела. В теории экспертных оценок применяются различные математические методы, прежде всего методы системной нечеткой интервальной математики [32, 33, 263]. При сборе и обработке мнений экспертов большое значение имеют метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов [128]. Потребности развития теории и практики экспертных оценок дали стимул к разработке статистики объектов нечисловой природы [82], а затем полученные в новой области математической статистики результаты позволили продвинуться в теории экспертных оценок, поднимающей научный уровень выполнения прикладных работ, как это подробно показано выше. Можно констатировать, что именно потребности развития теории и практики экспертных оценок привели к появлению новой парадигмы математической статистики [63].

## **ЧАСТЬ 2-Я. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО- КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ В КОНТРОЛЛИНГЕ**

### **ГЛАВА 5. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО- КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ИНСТРУМЕНТ КОНТРОЛЛИНГА**

*В главе описываются возможности применения Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) в качестве перспективного инструмента контроллинга и менеджмента в российской корпорации экономики знаний и формулируется ряд задач, стоящих перед контроллингом, которые, по мнению авторов, могли бы решаться с применением АСК-анализа. В данной главе рассматриваются цели корпорации и перспективы контроллинга, информационная модель деятельности менеджера и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности, обосновывается целесообразность применения метода системно-когнитивного анализа для решения поставленных задач, раскрывается понятие причинно-следственной зависимости и предлагается аппарат когнитивных функции в качестве инструмента для выявления и формального представления причинно-следственных зависимостей [148].*

#### **5.1. Кратко об автоматизированном системно-когнитивном анализе**

АСК-анализу посвящено много работ: 19 монографий [3-19, 237, 254]<sup>3</sup>, почти 300 статей [3-273]. Поэтому здесь мы ограничимся его кратким описанием.

##### **5.1.1. Что же такое АСК-анализ?**

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) представляет собой новый универсальный метод искусственного интеллекта, представляющий собой единственный в настоящее время вариант автоматизированного системного анализа, а именно, системный анализ, структурированный по базовым когнитивным операциям.

Известно, что системный анализ является одним из общепризнанных в науке методов решения проблем и многими учеными рассматривается вообще как метод научного познания. Однако как впер-

<sup>3</sup> Все они находятся в полном открытом доступе на сайте проф.Е.В.Луцко: <http://lc.kubagro.ru/>

вые заметил еще в 1984 году проф. И. П. Стабин<sup>4</sup> на практике применение системного анализа наталкивается на **проблему**. Суть этой проблемы в том, что обычно системный анализ успешно применяется в сравнительно простых случаях, в которых в принципе можно обойтись и без него, тогда как в действительно сложных ситуациях, когда он чрезвычайно востребован и у него нет альтернатив, сделать это удается гораздо реже. Проф. И. П. Стабин предложил и путь решения этой проблемы, который он видел в автоматизации системного анализа.

### **5.1.2. Работы каких ученых сыграли большую роль в создании АСК-анализа?**

О профессоре И. П. Стабине, который предложил саму идею автоматизации системного анализа мы уже упомянули выше.

Затем необходимо отметить отечественных классиков системного анализа проф. Ф. И. Перегудова и проф. Ф. П. Тарасенко, которые в ряде основополагающих работ<sup>5</sup> подробно рассмотрели математические методы, которые в принципе могли бы быть применены для автоматизации отдельных этапов системного анализа. Однако даже самые лучшие математические методы не могут быть применены на практике без реализующих их программных систем, а путь от математического метода к программной системе долог и сложен. Для этого необходимо разработать численные методы или методики численных расчетов, реализующие математический метод, а затем разработать программную реализацию системы, основанной на этом численном методе.

В числе первых попыток реальной автоматизации системного анализа следует отметить докторскую диссертацию проф. В. С. Симанкова (2002). Эта попытка была основана на высокой детализации этапов системного анализа и подборе уже существующих программных систем, автоматизирующих эти этапы. Эта попытка была реализована, однако, лишь для специального случая исследования в области возобновляемой энергетики, т.к. системы оказались различных разработчиков, созданные с помощью различного инструментария и не имеющие программных интерфейсов друг с другом, т.е. не обра-

---

<sup>4</sup> Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ.- М.: Машиностроение, 1984. –309 с.

<sup>5</sup> Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. - 320 с., Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.. Основы системного анализа. Томск Изд-во науч.-техн. лит. 1997. 389с.

зующие единой автоматизированной системы. Эта попытка, безусловно, явилась большим шагом по пути, предложенному проф. И. П. Стабиным, но и ее нельзя признать обеспечившей достижение поставленной им цели (создание автоматизированного системного анализа), т.к. она не привела к созданию единой универсальной программной системы, автоматизирующей системный анализ, которую можно было бы применять в различных предметных областях.

### **5.1.3. Кем и когда создан АСК-анализ?**

Автоматизированный системно-когнитивный анализ предложен и разработан проф. Е. В. Луценко в 2002 году<sup>6</sup> и получил детальное и всестороннее развитие в последующих работах.

Основная идея, позволившая сделать это, состоит в рассмотрении системного анализа как метода познания (отсюда и «когнитивный» от «*cognitio*» – знание, познание, лат.). Это позволило структурировать системный анализ не по этапам, как пытались сделать ранее, а по базовым когнитивным операциям (БКОСА), т.е. таким операциям, к комбинациям которых сводятся остальные. Эти операции образуют когнитивный конфигуратор и их оказалось не очень много, всего 10:

- 1) присвоение имен;
- 2) восприятие;
- 3) обобщение (синтез, индукция);
- 4) абстрагирование;
- 5) оценка адекватности модели;
- 6) сравнение, идентификация и прогнозирование;
- 7) дедукция и абдукция; 8) классификация и генерация конструкций;
- 9) содержательное сравнение;
- 10) планирование и принятие решений об управлении.

Каждая из этих операций достаточно элементарна для формализации и программной реализации.

---

<sup>6</sup> Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с., и нескольких более ранних работах, модель АСК-анализа впервые в полном виде опубликована в 1991 году [273], личный сайт: <http://lc.kubagro.ru/>

#### **5.1.4. Что включает АСК-анализ?**

Автоматизированный системно-когнитивный анализ включает: формализуемую когнитивную концепцию, математическую модель, методику численных расчетов и реализующий их программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос".

##### **Компоненты АСК-анализа:**

- формализуемая когнитивная концепция и следующий из нее когнитивный конфигуратор;
- теоретические основы, методология, технология и методика АСК-анализа;
- математическая модель АСК-анализа, основанная на системном обобщении теории информации;
- методика численных расчетов, в универсальной форме реализующая математическую модель АСК-анализа, включающая иерархическую структуру данных и 24 детальных алгоритма 10 БКОСА;
- специальное инструментальное программное обеспечение, реализующее математическую модель и численный метод АСК-анализа – Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос".

##### **Этапы АСК-анализа:**

- 1) когнитивная структуризация предметной области;
- 2) формализация предметной области (конструирование классификационных и описательных шкал и градаций и подготовка обучающей выборки);
- 3) синтез системы моделей предметной области (в настоящее время система «Эйдос» поддерживает 3 статистические модели и 7 моделей знаний);
- 4) верификация (оценка достоверности) системы моделей предметной области;
- 5) повышение качества системы моделей;
- 6) решение задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений;
- 7) исследование моделируемого объекта путем исследования его моделей: кластерно-конструктивный анализ классов и факторов; содержательное сравнение классов и факторов; изучение системы детерминации состояний моделируемого объекта, нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети прямого счета; построение классических когнитивных моделей (когнитивных карт); построение интегральных когнитивных моделей (интегральных когнитивных карт).

### **5.1.5. Какие ученые принимали и сейчас принимают участие в развитии АСК-анализа?**

Д.э.н., к.т.н. проф. Луценко Е.В. [3-273], Заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., проф. Лойко В.И., д.э.н., Ph.D., к.ф.-м.н., профессор Трунев А.П. (Канада), д.т.н., д.э.н., к.ф.-м.н., профессор Орлов А.И., д.т.н., проф. Симанков В.С., к.т.н., доцент полковник в отставке Коржаков В.Е., д.э.н., проф. Ткачев А.Н., д.э.н., проф. Крохмаль В.В., д.т.н., доцент Сафронова Т.И., д.э.н., профессор Барановская Т.П., к.э.н., доцент Макаревич О.А., к.п.н., проф. Некрасов С.Д., к.т.н., доцент, полковник в отставке Лаптев В.Н., д.э.н., к.т.н., доцент, полковник в отставке Ермоленко В.В., к.п.н., доцент, полковник в отставке Третьяк В.Г., к.п.н. Щукин Т.Н., к.п.н. майор Наприев И.Л., к.м.н. Сергеева Е.В.(Фомина Е.В.) и др.

### **5.1.6. Каков индекс цитирования ученых, принимающих участие в развитии АСК-анализа?**

Работы по АСК-анализу вызывают значительный интерес у научной общественности. Об этом свидетельствуют высокие индексы цитирования ведущих ученых, принимающих участие в развитии АСК-анализа (проф.Е.В.Луценко занимает 2-ю позицию в рейтинге ученых Краснодарского края по индексу Хирша (РИНЦ) и 4-ю среди российских ученых в области кибернетики<sup>7</sup>).

### **5.1.7. Сколько докторских и кандидатских диссертаций защищено с применением АСК-анализа и в каких областях науки?**

Метод системно-когнитивного анализа и его программный инструментальный интеллектуальная система "Эйдос" были успешно применены при проведении ряда кандидатских и докторских диссертационных работ в ряде различных предметных областей по экономическим, техническим, психологическим и медицинским наукам. С применением АСК-анализа проведены исследования и по ним защищены диссертации:

- 3 доктора экономических наук

Е.В.Луценко: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>

А.Н.Ткачев: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=20>

В.В.Крохмаль: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=22>

<sup>7</sup> <http://dissertation-info.ru/index.php/-100-/180--100-.html>

- 2 доктора технических наук:

В.С.Симанков:

<http://www.yandex.ru/yandsearch?text=профессор Симанков Владимир Сергеевич>

Т.И.Сафронова: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=111>

- 4 кандидата психологических наук:

С.Д.Некрасов: <http://manag.kubsu.ru/index.php/ofup/kafedry/174-nekrasov>

В.Г.Третьяк: <http://law.edu.ru/person/person.asp?persID=1345265>

Т.Н.Щукин: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=94>

<http://2045.ru/expert/27.html>

И.Л.Наприев: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=573>

- 1 кандидат технических наук:

Е.В.Луценко: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>

- 1 кандидат экономических наук:

Л.О.Макаревич: <http://www.mesi.ru/upload/iblock/b5a/Автореферат%20Макаревич%20ЛО.pdf>

<http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=1377>

- 1 кандидат медицинских наук:

Сергеева Е.В.: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=1034>

Фомина Е.В.: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=813>

В настоящее время в процессе выполнения и выхода на защиту еще несколько диссертаций на соискание ученых степеней кандидатов и докторов экономических наук.

### **5.1.8. Сколько грантов РФФИ и РГНФ выполнено и выполняется с применением АСК-анализа?**

Метод системно-когнитивного анализа и его программный инструментальный интеллектуальная система "Эйдос" были успешно применены при выполнении ряда грантов РФФИ и РГНФ (пронумерованы только одобренные проекты):

#### **РФФИ:**

| № | Номер проекта | Название проекта   | Начало - окончание |
|---|---------------|--|--------------------|
|   | 02-01-00035-а | Разработка компьютерных методов изучения эмерджентных свойств плодовых культур с дальнейшим использованием их для оптимизации выращивания  | 2002 - 2004        |
| 1 | 02-05-64234-а | Разработка теории многокритериальной оценки ландшафтных и метеорологических характеристик юга России для увеличения продуктивности плодовых культур на основе создания системы банков данных и | 2002 - 2003        |

|   |                           |  |                |
|---|---------------------------|--|----------------|
|   |                           | компьютерного моделирования.   |                |
| 2 | 03-04-96771-<br>р2003юг_а | Разработка новой методологии районирования сортов сельскохозяйственных культур на основе системного подхода при анализе и математическом прогнозе их жизнеобеспечения и продуктивности                         | 2003 -<br>2005 |
| 3 | 03-07-96801-<br>р2003юг_в | Создание системы мониторинга, прогнозирования, анализа и поддержки управленческих решений по продуктивности плодовых культур на основе электронных баз данных  | 2003 -<br>2005 |
|   | 06-06-96644-<br>р_юг_а    | Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом   | 2006 -<br>2008 |
|   | 07-07-13510-<br>офи_ц     | Инвестиционное управление АПК на основе методологии системно-когнитивного анализа  | 2007 -<br>2008 |
|   | 08-06-99005-<br>р_офи     | Управление в АПК исходя из критерия качества жизни   | 2008 -<br>2009 |
|   | 09-06-13509-<br>офи_ц     | Системно-когнитивные основы инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом  | 2009 -<br>2010 |
| 4 | 11-06-96508-<br>р_юг_ц    | Системно-когнитивные основы инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом  | 2011 -<br>2012 |
|   | 13-07-96507               | Принципы создания облачного сервиса по курсу математики с визуализацией понятийного аппарата, процесса доказательств теорем и выполнения практических заданий  | 2013 –<br>2014 |
| 5 | 15-06-02569               | Когнитивные модели прогнозирования развития многоотраслевой корпорации   | 2015 –<br>2017 |
|   | 15-29-02530               | Управление генресурсами семейства Rosaceae и Juglandaceae для сохранения и использования биоразнообразия культурных растений на основе информационной системы, включая оцифровку коллекций                     | 2015 –<br>2017 |
|   | 15-29-02545               | Ампелографическое и молекулярно-генетическое изучение происхождения, структуры, динамики генетических ресурсов рода Vitis (Tournef) L., их систематизация и оцифровка для эффективного управления биоресурсами | 2015 –<br>2017 |

**РГНФ:**

| № | Номер проекта | Название проекта  | Начало -<br>окончание |
|---|---------------|---|-----------------------|
| 1 | 13-02-00440а  | Методологические основы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона с применением технологий искусственного интеллекта | 2013-<br>2015         |



### **5.1.9. Сколько монографий, патентов, публикаций входящих в Перечень ВАК есть по АСК-анализу?**

По проблематике АСК-анализа издано 20 монографий (еще две в стали подготовки к печати), получено 27 патентов (и еще два в стадии оформления) на системы искусственного интеллекта, их подсистемы, режимы и приложения, издано около 300 статей в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ. В одном только Научном журнале КубГАУ (входит в Перечень ВАК РФ с 26-го марта 2010 года) опубликовано более 200 статей по различным теоретическим и практическим аспектам АСК-анализа общим объемом около 300 у.п.л.

### **5.1.10. В каких областях уже применялся АСК-анализ?**

По этим публикациям, грантам и диссертационным работам видно, что АСК-анализ уже успешно применялся в следующих предметных областях и научных направлениях:

- региональная экономика;
- отраслевая экономика;
- экономика предприятий;
- технические науки – интеллектуальные системы управления в возобновляемой энергетике;
- технические науки – мелиорация и управление мелиоративными системами;
- психология личности;
- психология экстремальных ситуаций;
- психология профессиональных и учебных достижений;
- медицинская диагностика;
- прогнозирование результатов применения агротехнологий;
- принятие решений по выбору рациональных агротехнологий;
- геофизика: прогнозирование землетрясений;
- геофизика: прогнозирование параметров магнитного поля Земли;
- геофизика: прогнозирование движения полюсов Земли.

Исследования по некоторым из перечисленных направлений мы постараемся отразить в данной монографии.

### **5.1.11. В каких областях может применяться АСК-анализ?**

Он может применяться во всех областях, в которых для решения своих профессиональных задач специалист использует свой естественный интеллект, профессиональный опыт и компетенцию.

Главный вывод, который, можно обоснованно сделать на основе вышесказанного, состоит в том, что автоматизированный системно-когнитивный анализ имеет все основные признаки нового перспективного междисциплинарного научного направления в рамках системного анализа.

### **5.1.12. Internet-ссылки по АСК-анализу**

Сайт проф. Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>. Данный сайт посетило уже около 480000 посетителей с уникальными IP-адресами.

Страничка проф. Е.В.Луценко на сайте Научного журнала КубГАУ: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>. В расчете на фамилию автора приходится более 214000 прочтений статей.

### **5.1.13. О плагиаторах, использующих работы по АСК-анализу, находящиеся в Internet в открытом доступе**

Авторы научных работ по АСК-анализу всегда размещали их в свободном открытом доступе, чем не преминули воспользоваться плагиаторы. Лучше всего об этом написано в статье «Групповой плагиат: от студента до министра»<sup>8</sup>. Чтобы найти многочисленные «трупы» плагиаторов, включая диссертации, достаточно в Internet в любой поисковой системе сделать запрос, например: «Коэффициенты эмерджентности Хартли, Харкевича, Шеннона», которые автор системной теории информации (СТИ) проф. Е.В.Луценко назвал так в

---

<sup>8</sup> Вяткин В.Б. Групповой плагиат: от студента до министра. - Троицкий вариант — Наука - <http://trv-science.ru> - [Электронный ресурс]. Адрес доступа: <http://trv-science.ru/2011/11/08/gruppovoj-plagiat-ot-studenta-do-ministra/> или: <http://trv-science.ru/2011/11/08/gruppovoj-plagiat-ot-studenta-do-ministra/print/>

честь этих выдающихся ученых в области теории информации. При этом автор следовал сложившейся научной традиции называть единицы измерения и математические выражения в честь известных ученых. Причем часто *плагиаторы даже не понимают, что сами основоположники и классики теории информации не предлагали этих коэффициентов, а предложены они были в работах автора [7, 273].* Наверное, поэтому они и не считают нужным делать ссылки и пишут, например:

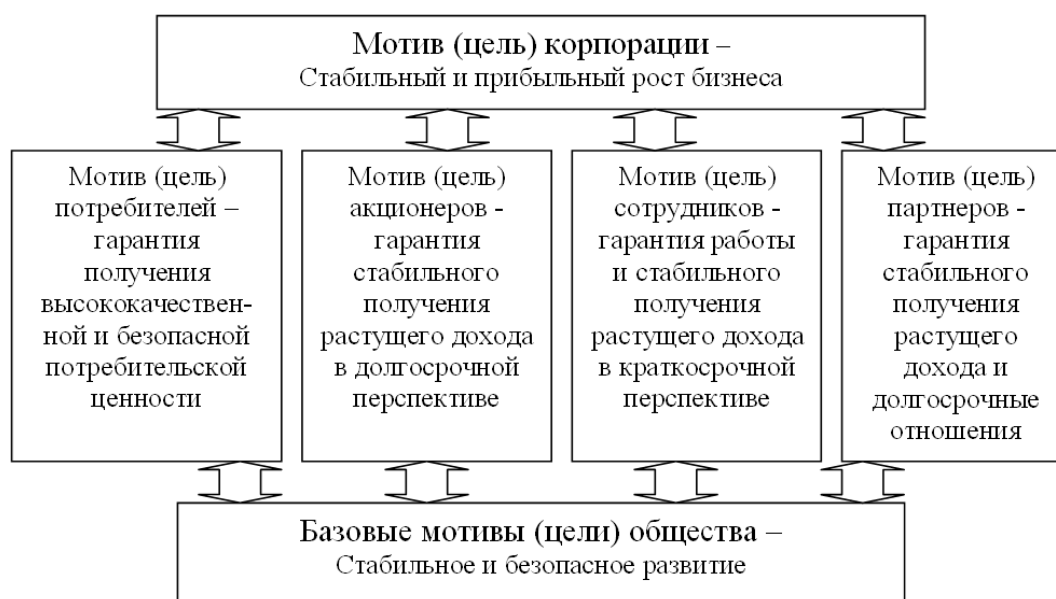
1. «По Харкевичу коэффициент эмерджентности определяет степень детерминированности системы...» (подчеркнуто нами, авт., в цитате сохранены орфографические ошибки плагиатора).

2. «Отсюда строится системная численная мера количества информации в ИС на основе оценки **эмерджентности системы (по Хартли и Харкевичу)**» (выделено плагиатором).

Эти фразы легко найти в Internet. Здесь автор не считает нужным уделять вопросу о плагиате большего внимания. Отметим лишь, что эта плагиаторская деятельность не просто продолжается, а даже набирает обороты.

## **5.2. О целях организации, функциях контроллинга и его роли в достижении этих целей**

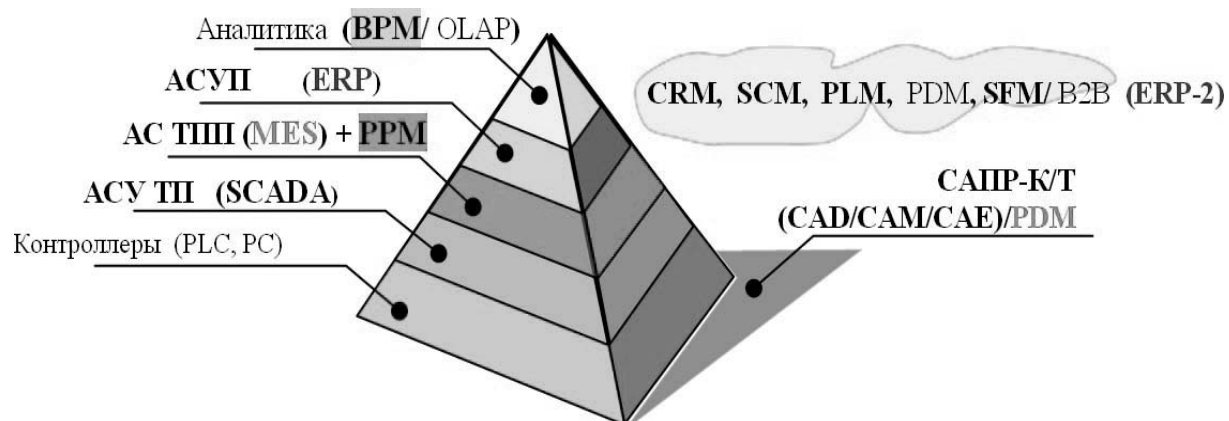
По вопросу определения целей корпорации в современной науке не сложилось общепринятой точки зрения и в различных научных направлениях этот вопрос решается по-разному. Например, в неоклассической теории считается, что целью корпорации является максимизация дохода, прибыли; в бихевиористской теории – получение удовлетворительной прибыли и дохода; институциональной теории – минимизация транзакционных издержек; теории корпорации Дж. Гэлбрейта – гарантированный уровень прибыли и максимальный темп роста; в предпринимательской же теории полагают, что цель корпорации зависит от личных целей предпринимателя [223]. При этом цели корпорации, а также различных связанных с нею социальных групп людей и государства совпадают лишь частично (рисунок 2):



**Рисунок 2. Цели корпорации, а также связанных с ней социальных групп и государства по С.Ю. Полонскому [223]**

Таким образом, наиболее распространенная точка зрения, состоящая в том, что цель корпорации заключается исключительно в получении максимальной прибыли, является неоправданно упрощенной. Более того, максимизация прибыли может быть и нежелательной, например, если это достигается за счет ущерба целям работников и государства. В любом случае ясно, что для достижения этих целей необходимо *управлять* корпорацией, как в целом, так и на различных уровнях ее иерархической структурной организации.

Современный уровень культуры управления в развитых странах (в которых уже построено общество, основанное на знаниях) предполагает использование ряда корпоративных информационных систем (КИС), используемых на различных уровнях иерархии обработки информации (рисунок 3):



**Рисунок 3. Корпоративные информационные системы (КИС - CALS), по А.Г. Киселеву [224]**

Из рисунка 3 видно, что:

- в фундаменте пирамиды обработки информации корпорации находятся автоматические системы управления чисто техническими объектами управления (САУ, т.е. по сути системы управления машинами);

- на среднем уровне мы имеем дело уже с автоматизированными системами управления (АСУ) человеко-машинными объектами управления от АСУ ТП, до АС ТПП и АСУП;

- на верхнем уровне расположены автоматизированные системы организационного управления (АСОУ) и аналитические системы, в которых объектом управления выступают как конкретные люди, так и коллективы.

Не во всех корпорациях представлены нижние уровни, приведенные на рисунке 3, например, нижние уровни более характерны для производственных компаний, оснащенных достаточно современным технологическим оборудованием.

Если проанализировать «долю» человека и техники в объектах управления различных иерархических уровней корпорации, то окажется, что в ее фундаменте находятся чисто технические системы, с повышением уровня иерархии доля человека в объектах управления возрастает, а доля техники соответственно уменьшается, и в вершине пирамиды техники уже вообще нет, а остается только человек.

Эта ситуация, по-видимому, обусловлена тем, что на различных уровнях иерархии корпорации на практике используются знания различной степени формализации:

- на самом верхнем уровне – это интуитивные знания и опыт, т.е. знания вообще неформализованные, не выраженные на каком-либо языке или в какой-либо системе кодирования (ноу-хау);

- на промежуточных уровнях знания частично формализованы, например вербализованы, т.е. представлены с помощью слов в звуковой или текстовой форме, а также научных книг, учебников и методических указаний с иерархическим структурированным содержанием;

- на самом низком уровне представлены хорошо формализованные знания, т.е. знания в форме математических моделей и баз знаний (БЗ) интеллектуальных систем.

Однако *проблема* состоит в том, что приобретение, внедрение и использование всех систем, приведенных на рисунке 5, является целесообразным лишь для достаточно крупных корпораций, тогда как для средних и малых фирм, которых *большинство*, это вряд ли воз-

можно. Это обусловлено как высокой стоимостью этих систем, так и сложностью их освоения, внедрения и применения, избыточностью функций, отсутствием информационных взаимосвязей между ними, многообразием разработчиков и программных инструментальных средств, с помощью которых они созданы.

Сложилась парадоксальная ситуация, состоящая в том, что внедрение корпоративных информационных *систем* на практике часто осуществляется *не системно*, т.е. они *фактически* не образуют целостной корпоративной информационной системы, аналогично тому, как до возникновения локальных компьютерных сетей не образовывали единой системы не связанные друг с другом автоматизированные рабочие места (АРМы).

Одна из современных тенденций развития контроллинга состоит в том, что он проникает в фирмы все меньшего и меньшего масштаба деятельности, т.е. в этих фирмах появляются небольшие подразделения или даже просто отдельные сотрудники, выполняющие функции контроллинга.

Если раньше менеджмент использовал в своей работе методики и инструментарий, разработанный в крупных научных центрах, обычно зарубежных, то позже была осознана необходимость адаптации и локализации этих методик, с целью повышения степени их соответствия условиям конкретной фирмы и времени (адекватности), а значит и эффективности их применения.

Однако и работы по адаптации и локализации методик являются весьма наукоемкими и требовали больших затрат времени и денег, а значит были малодоступными, т.к. могли выполняться лишь небольшим количеством специалистов в стране.

Вместе с тем достигнутый в настоящее время уровень развития управления фирмами требует более оперативного и конкретного подхода к контроллингу, при котором знания о деятельности фирмы выявляются *в самой фирме* с учетом ее динамики и в фирме же доводятся до уровня инновационных технологий и используются на практике. Это и есть основная задача контроллинга.

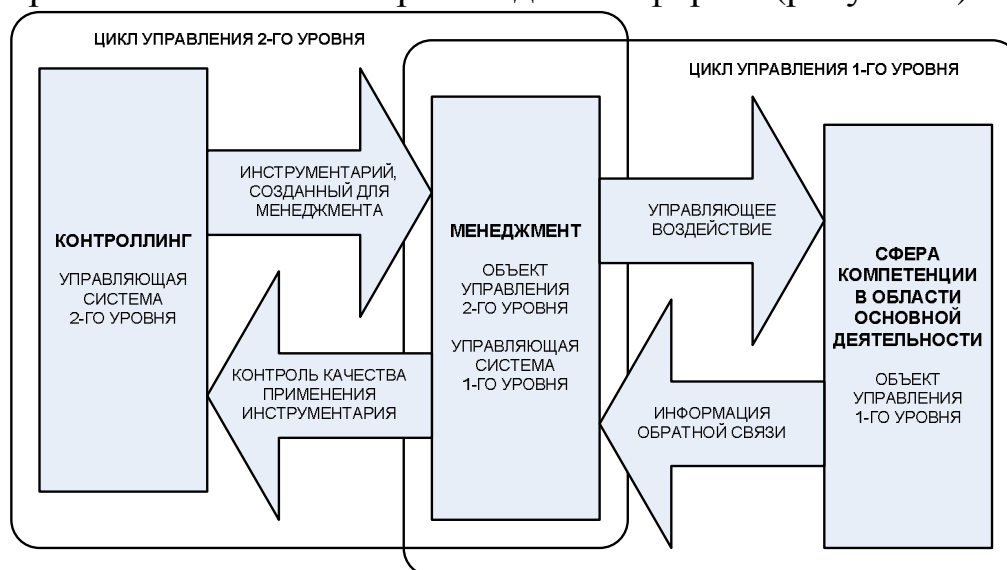
Таким образом, контроллер, – это, по сути, ученый, профессионально занимающийся непрерывным *исследованием* своей фирмы и производящий инновационный интеллектуальный продукт в форме знаний различной степени формализации, готовых *по своей степени коммерциализации* для внедрения и практического использования менеджментом корпорации.

Соответственно подразделение контроллинга в фирме является ее инновационным подразделением, призванным создать и поддерживать в адекватном состоянии модель этой фирмы, обеспечивающую решение задач прогнозирования ее развития и поддержки принятия управленческих решений, направленных на достижение целей фирмы и разумного баланса интересов фирмы, ее сотрудников и акционеров, а также государства.

Менеджмент же призван использовать на практике инструментарий и методики, разработанные контроллерами, т.е. фактически менеджеры являются *пользователями* и исполнителями инновационных технологий и методик их применения, разработанных контроллерами.

Однако только *создать* (или приобрести, адаптировать и локализовать) инструментарий и предоставить его менеджменту фирмы еще недостаточно для его успешного применения на практике: для этого необходимо также *обучить* менеджмент использованию этого инструментария, а также *контролировать качество* его применения и учитывать пожелания пользователей при совершенствовании этого инструментария. И все это также входит в функции контроллинга.

Основные функции контроллинга состоят в планировании, учете, контроле и анализе, регулировании (корректировке). Все эти функции хорошо соответствуют этапам цикла управления. Таким образом, можно считать, что контроллинг представляет собой надстроечную *управляющую систему*, *объектом управления* для которой выступает управляющая система нижнего уровня (менеджмент), обеспечивающая управление основным производством фирмы (рисунок 4):



**Рисунок 4. Контроллинг, как система управления менеджментом (управление управлением)**

Например:

– в сфере управления персоналом контроллер с использованием специальных программных систем разрабатывает (или адаптирует и локализует) *профессиограммы* и методики их применения, предоставляет менеджерам по персоналу основанные на них тесты профессиональной пригодности, обучает менеджеров методике их применения, контролирует качество применения эти тесты и совершенствует их с учетом опыта применения и динамики предметной области;

– в сфере бухгалтерского учета контроллер (администратор системы и программист 1С) адаптирует базовую систему 1С с использованием встроенного языка программирования, обучает пользователей ее использованию, контролирует качество ее применения, учитывает их пожелания по адаптации системы к изменяющимся условиям;

– в сфере образования контроллер (учебное управление) разрабатывает или адаптирует и локализует образовательные технологии, т.е. методики обучения и воспитания, а также учебно-методическое обеспечение учебного процесса, предоставляет его преподавателям, обучает их его применению, контролирует качество преподавания, совершенствует образовательные технологии и его учебно-методическое обеспечение с учетом фактически достигнутого качества обучения и воспитания.

Обращает на себя внимание, что контроллинг призван выполнять в фирмах те функции, которые очевидно в определенной степени выполнялись в них и раньше, но не назывались этим термином. Необходимо отметить также, что в настоящее время роль контроллинга и менеджмента и разделение функций и сфер компетенции между ними не до конца осознанна и выяснена даже в чисто научном плане. Тем не менее есть основания констатировать наличие некоторых тенденций, вызывающих беспокойство.

Надстроечные управленческие подразделения, которые по своему месту в структуре организации занимают место подразделений контроллинга, часто избегают выполнения его функций во всей их полноте. На практике эти подразделения обычно стремятся, и небезуспешно, *снять с себя функции* инструментального и методического обеспечения менеджмента, как наиболее наукоемкие и просто трудоемкие, а за собой оставить лишь функции *контроля* и особенно *надзора*. При этом функции обеспечения работы менеджмента фактически возлагаются на самих менеджеров («самоконтроллинг»), хотя менеджерам эти функции совершенно не свойственны. *Получается, что «дело спасения утопающих – это дело самих утопающих», т.е. вместо того, чтобы создать условия, при которых бы утопающих во-*



*обще не было, или хотя бы просто спасать утопающих, эти структуры надзирают за тем, чтобы утопающие правильно спасали самих себя.* Прекрасная позиция: полное снятие с себя всякой ответственности за результат и полное самоустранение от процесса управления с целью достичь нужного результата.

Если продолжить приведенные выше примеры с управлением персоналом, бухгалтером и образованием, то эти тенденции, которые часто можно наблюдать, выражаются в том, чтобы:

- менеджеры по персоналу в перерывах между выполнением своих основных функций сами искали где-то тесты, необходимые для их работы (естественно, неадаптированные и нелокализованные;

- бухгалтера в перерывах между выполнением своих основных функций сами писали на языках программирования различные программы, которые им нужны;

- преподаватели в перерывах между занятиями писали учебно-методические комплексы, учебные пособия, а также разрабатывали учебное программное обеспечение и презентации.

Такой подход приводит к профанации всех этих видов деятельности.

С другой стороны не следует возлагать на контроллеров функции менеджеров («самоменеджмент»), т.е. требовать от них, чтобы они не только обеспечивали работу менеджеров, но и сами выполняли их функции. Например, не следует нагружать талантливых и продуктивных системных программистов разработкой прикладных программ, которые они будут разрабатывать с помощью созданных ими инструментальных средств. Необходимо признать, что этим довольно часто «грешат» руководители, не вполне осознающие всю важность именно функций контроллинга для успешности деятельности их менеджмента.

Таким образом, мы из всего многообразия функций контроллинга для дальнейшего рассмотрения сосредотачиваемся на тех, которые считаем основными:

1. Создание инструментов для менеджеров.
2. Обучение менеджеров использованию инструментов.
3. Контроль качества использования инструментов менеджерами.

### 5.3. Информационная модель деятельности менеджера и место АСК-анализа в этой деятельности

Информационная модель деятельности менеджера, представленная на рисунке 5, разработана на основе модели, впервые предложенной В.Н. Лаптевым (1984).

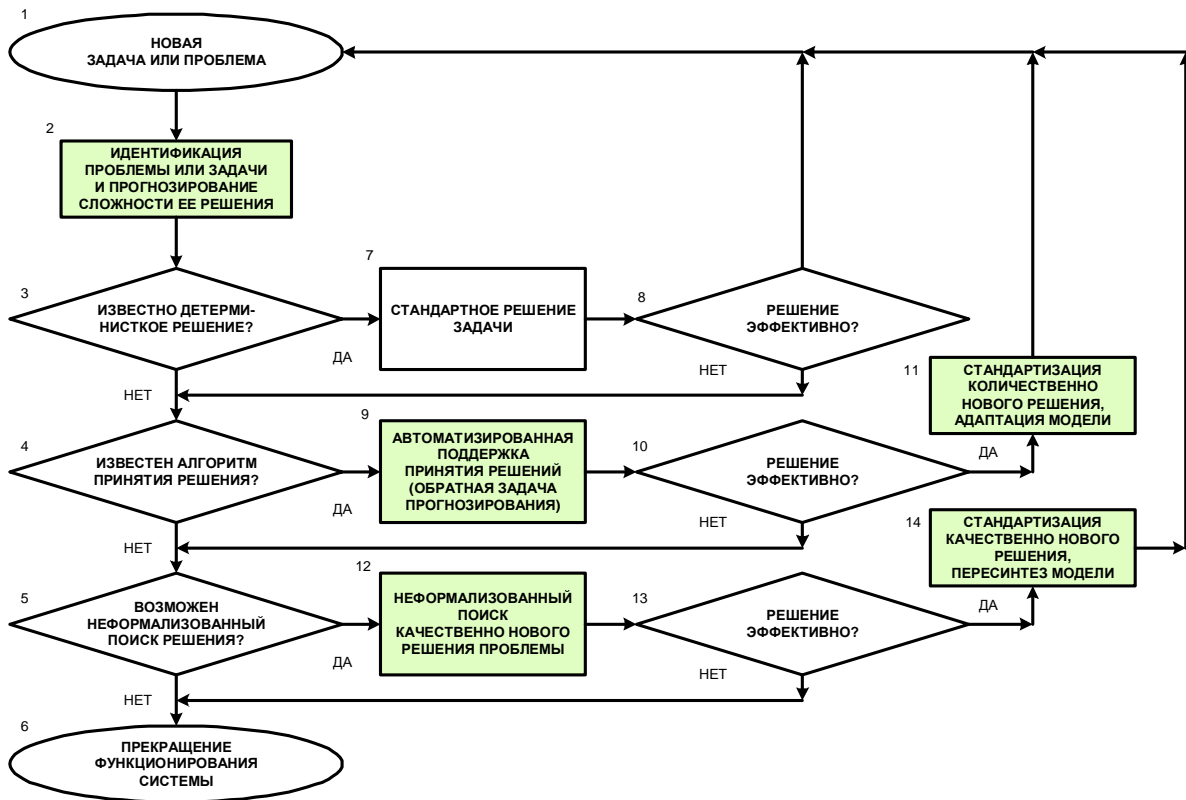


Рисунок 5. Информационная модель деятельности менеджера и место систем искусственного интеллекта в этой деятельности

На вход системы управления поступает задача или проблема. Толкование различия между ними также дано В.Н. Лаптевым и состоит в следующем. Ситуация, при которой фактическое состояние системы не совпадает с желаемым (целевым) называется *проблемной ситуацией* и представляет собой:

- *задачу*, если способ перевода системы из фактического состояния в желаемое точно известен, и необходимо лишь применить его;
- *проблему*, если способ перевода системы из фактического состояния в желаемое не известен, и необходимо сначала его разработать и только после этого применить.

Таким образом, можно считать, что *проблема* – это задача, способ решения которой неизвестен. Это означает, что если этот способ разработать, то этим самым проблема сводится к задаче, перево-

*дится в класс задач.* Проще говоря, проблема – это сложная задача, а задача – это простая проблема.

Но и проблемы различаются по уровню сложности:

– для решения одних достаточно *автоматизированной* системы поддержки принятия решений;

– для решения других – обязательным является творческое неформализуемое на современном этапе развития технологий искусственного интеллекта участие *людей*: в первую очередь контроллеров, экспертов, а также менеджеров.

Блоки, в которых могут применяться интеллектуальные технологии, т.е. современные системы искусственного интеллекта, на рисунке 7 показаны с затемненным фоном:

– блоки 2 и 12: система распознавания образов, идентификации и прогнозирования;

– блоки 9, 11, 12 и 14: автоматизированная система поддержки принятия решений.

Теперь можно уже более конкретно и обоснованно сформулировать, что *задачей контроллеров* является с применением этих интеллектуальных систем создание и верификация соответствующих интеллектуальных приложений, т.е. конкретных моделей, на основе которых могут решаться задачи идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений в корпорации.

*Задачей же менеджеров* является применение на практике разработанных контроллерами интеллектуальных приложений. Конечно, в задачи контроллера входит и обучение менеджеров, и контроль за их работой с применением данных технологий.

Итак, одна из важнейших современных тенденций развития технологии контроллинга состоит в том, что эти технологии все больше и больше проникают в фирмы все меньшего размера. Однако для того, чтобы контроллер мог соответствовать этим требованиям времени ему необходим соответствующий адекватный *инструмент*, обеспечивающий возможно наиболее полную автоматизацию его функций. По сути дела ему необходима своего рода *интеллектуальная автоматизированная система научных исследований (ИАСНИ)*, т.е. система, обеспечивающая поддержку тех интеллектуальных, познавательных (когнитивных) функций и операций, которые ученый выполняет в процессе познания и научного исследования предметной области. Современный уровень развития систем искусственного интеллекта и интеллектуальных автоматизированных систем управления позволяет ставить и решать задачу создания таких систем.

#### 5.4. Обоснование целесообразности применения системно-когнитивного анализа в контроллинге (метризация шкал)

Вышесказанное позволяет обоснованно сформулировать ряд общих требований к методам решения различных задач интеллектуального управления современной фирмой, ориентированной на экономику знаний, которые в перспективе могли бы стать адекватным инструментом автоматизированной поддержки основных функций контроллера в малых и средних фирмах.

**Первое требование.** Метод должен обеспечивать решение сформулированной проблемы в условиях неполной (фрагментированной) зашумленной исходной информации большой размерности, не отражающей всех ограничений и ресурсов и не содержащей полных повторений всех вариантов сочетаний прибыли, рентабельности, номенклатуры и объемов продукции, причем получение недостающей информации представляется принципиально невозможным.

**Второе требование.** Метод должен быть недорогим в приобретении и использовании, т.е. для этого должно быть достаточно одного стандартного персонального компьютера, недорогого лицензионного программного обеспечения и одного сотрудника, причем курс обучения этого сотрудника должен быть несложным для него, т.е. не предъявлять к нему каких-то сверхжестких нереалистичных требований.

**Третье требование.** Вся необходимая и достаточная исходная информация для применения метода должна быть в наличии в бухгалтерии, планово-экономических и других подразделениях фирмы.

**Четвертое требование.** Метод должен быть адаптивным, т.е. оперативно учитывать изменения во всех компонентах моделируемой системы.

**Пятое требование.** Метод должен обеспечивать выявление причинно-следственных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных различной природы (как качественных, так и количественных, причем измеряемых в различных единицах измерения) и применение знания этих зависимостей для решения задач идентификации, прогнозирования и принятия решений в различных предметных областях.

Наконец можно выдвинуть и **шестое требование.** Для решения различных задач управление фирмой на всех иерархических уровнях информационной пирамиды корпорации, приведенных на рисунке 5,

возможно за исключением 1-го, должен использоваться *один* математический метод, *один* алгоритм его численной реализации и *единый* программный инструментарий для осуществления этого алгоритма, т.е. *одна* реализующая программная система.

Для разработки адаптивной методики, необходимой для решения рассмотренных здесь проблем управления фирмой, выбран метод автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), как удовлетворяющий всем обоснованным выше требованиям.

В статье [201] измерительные шкалы рассматриваются как инструмент создания формальных моделей реальных объектов и инструмент повышения степени формализации этих моделей до уровня, достаточного для их реализации на компьютерах.

Описываются различные типы измерительных шкал, позволяющие создавать модели различной степени формализации; приводятся типы преобразований, допустимые при обработке эмпирических данных, полученных с помощью шкал различного типа; ставится задача метризации шкал, т.е. преобразования к наиболее формализованному виду; предлагается 7 способов метризации всех типов шкал, обеспечивающих совместную сопоставимую количественную обработку разнородных факторов, измеряемых в различных единицах измерения за счет преобразования всех шкал к одним универсальным единицам измерения в качестве которых выбраны единицы измерения количества информации. Все эти способы метризации реализованы в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос»

Измерительные шкалы рассматриваются как инструмент создания формальных моделей реальных объектов и инструмент повышения степени формализации этих моделей до уровня, достаточного для их реализации на компьютерах.

С данными эмпирических измерений, полученными с помощью измерительной шкалы определенного типа, корректно могут быть проведены лишь вполне определенные математические преобразования, допустимые в данной шкале, тогда как другие преобразования над ними являются некорректными и, строго говоря, бессмысленными.

На практике это часто не осознается, особенно руководством, или осознается, но недостаточно четко и на это попросту «закрывают глаза».

Например, оценки в школе или вузе представляют собой порядковые оценки уровня знаний и, хотя внешне выглядят точно как числа, фактически числами не являются. Это наглядно демонстрируется

тем, что, не смотря на то, что  $2+3=5$  суммарные знания двоечника и троечника не равны знаниям отличника. Тем более некорректно вычислять некие средние баллы аттестатов или полученные учащимися факультета по результатам государственных экзаменов или защиты дипломных проектов, но это всегда делается.

Разные типы шкал обеспечивают различную *степень формализации моделей*, создаваемых с их использованием.

Спрашивается, а зачем повышать степень формализации модели? Дело в том, что чем выше степень формализации модели, тем более развитые и точные математические методы могут быть применены в этих моделях и тем точнее решаются различные задачи в реальной области<sup>9</sup> с использованием этих моделей, в частности тем проще использовать эти модели при проектировании и создании искусственных. Из этого ясно, что при эмпирических исследованиях:

– необходимо четко отдавать себе отчет о том, какого типа измерительные шкалы в нем используются;

– надо стремиться к использованию измерительных шкал наиболее высокой степени формализации.

Но раз так, то почему же тогда абсолютные шкалы или хотя бы шкалы отношений не применяются всегда, а в ряде случаев на практике используются номинальные, порядковые и интервальные шкалы, а также шкала разностей, имеющие ограничения на возможные математические операции с эмпирическими данными, полученными с помощью этих шкал? Иногда этого и не требуется по условиям задачи, но чаще всего просто потому, что отсутствуют<sup>10</sup> соответствующие измерительные системы<sup>11</sup> с необходимыми для этого возможностями, т.е. способные *сразу, т.е. непосредственно в процессе измерений, представить измеряемые величины в абсолютной шкале или шкале отношений*.

Но оказывается это возможно сделать и *после* завершения самого процесса измерения, т.е. уже после прекращения контакта измерительной системы с измеряемым объектом. Иначе говоря, *возможно провести такую математическую обработку данных, полученных в результате измерений с помощью измерительной шкалы определенной степени формализации, которая бы повысила эту степень формализации*.

<sup>9</sup> Прежде всего это задачи идентификации, прогнозирования и принятия решений.

<sup>10</sup> Или где-то существуют, но на практике исследователям недоступны

<sup>11</sup> Т.е. измерительные инструменты, методики и технологии, включая датчики измерений, каналы связи между датчиками и системой обработки, а также методы математической обработки

Для этого необходимо обоснованно ввести на исходной шкале отношения порядка по степени выраженности свойства, измеряемого шкалой, начало отсчета и единицу измерения. Эта идея, по видимому, впервые была четко сформулирована в 1958 году датским математиком Г. Рашем (*Georg Rasch*)<sup>12</sup> и им же была поставлена и решена соответствующая «задача метризации шкал», т.е. задача преобразования шкалы к наиболее формализованному виду. Это название связано с понятием *метрики, под которой в физике понимается способ измерения расстояний* между градациями (значениями) шкалы. Иначе говоря, метризация шкалы проводится с целью повышения степени ее формализации и осуществляется путем ввода метрики, т.е. единицы измерения на этой шкале. В современном понимании *метризация шкалы предполагает не только введение единицы измерения, но также и отношений порядка и начала отсчета на ней.*

Модель Г.Раша математически тесно связана с моделью логитов, предложенной в 1944 году Джозефом Берксоном (*Joseph Berkson*)<sup>13</sup> и здесь мы ее не приводим, т.к. она подробно описана в литературе. Модель Г.Раша (с учетом ее модификаций) является чуть ли не единственной широко известной в настоящее время моделью метризации измерительных шкал.

Однако в системно-когнитивном анализе (АСК-анализ) и его программном инструментарии: интеллектуальной системе «Эйдос» предлагается [201] еще 7 способов метризации *всех* типов шкал<sup>14</sup>, обеспечивающих, кроме того еще и корректную *совместную* сопоставимую количественную обработку *разнородных* по своей природе факторов<sup>15</sup>, измеряемых в различных единицах измерения.

В АСК-анализе факторы формально описываются шкалами, а значения факторов – градациями шкал. Существует три основных группы факторов: физические, социально-экономические и психологические (субъективные) и в каждой из этих групп есть много различных видов факторов, т.е. есть много различных физических факторов, много социально-экономических и много психологических, но в АСК-анализе все они рассматриваются *с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта, на который они действуют, в определенное состояние, и*

<sup>12</sup> См. так называемую «Модель Раша».

<sup>13</sup> <http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Функция%20Логит>

<sup>14</sup> даже шкалы отношений и абсолютной шкалы

<sup>15</sup> физических, социальных и субъективных, и в каждой из этих групп факторов есть много различных видов факторов

при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: **единицах количества информации**. Именно по этой причине вполне корректно складывать силу и направление влияния всех действующих на объект значений факторов, независимо от их природы, и определять результат *совместного* влияния на объект *системы* значений факторов. При этом в общем случае объект является *нелинейным* и факторы внутри него взаимодействуют друг с другом, т.е. для них не выполняется принцип суперпозиции [196].

*Если же разные факторы измеряются в различных единицах измерения, то результаты сравнения объектов будут зависеть от этих единиц измерения, что совершенно недопустимо из теоретических соображений.*

Представим себе, что мы сравниваем студентов по их росту и весу, причем рост выражен в сантиметрах, а вес в килограммах (таблица 8):

**Таблица 8 – Сравнение студентов по их росту и весу, измеряемым в их обычных единицах измерения**

|           | 1-й студент | 2-й студент | 3-й студент | Сумма |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------|
| Рост (см) | 178         | 173         | 173         | 351   |
| Вес (кг)  | 75          | 65          | 75          | 140   |
| Сумма     | 253         | 238         | 248         | 491   |

Для сравнения студентов мы просто складываем рост и вес для каждого студента, и потом сравниваем эти числа, например, находим модуль их разности:  $|253-238|=15$  и считаем, что она отражает сходство-различие студентов по этим параметрам. Проверим корректность этого метода путем сравнения 3-го студента с ростом как у 2-го студента 173 сантиметра и весом как 1-го студента 75 килограммов. Спрашивается, на какого студента он больше похож: на 1-го или 2-го? Очевидно, что он должен иметь одинаковое сходство и различие с обоими этими студентами, т.к. у него в равной степени представлены признаки их обоих. Однако, для 3-го студента сумма роста и веса равна:  $173+75=248$  и его отличие от 1-го составляет  $|253-248|=5$ , а от 2-го:  $|238-248|=10$ , т.е. получается, что третий студент отличается от 2-го больше, чем от 1-го. Этот результат является некорректным и связан с тем, что рост 1-го и 2-го студентов отличается на 5 сантиметров,



а вес на 10 килограммов. Конечно, сложение и вычитание величин, измеряемых в разных единицах измерения, некорректно само по себе. Но особенно хорошо это заметно, когда мы меняем единицы измерения. Так если рост измерять не в сантиметрах, а в миллиметрах, то его числовое выражение возрастет в 10 раз как и его влияние на сходство-различие студентов, а роль веса при этом сравнении соответственно снизится. И наоборот, если рост оставить в сантиметрах, а вес начать измерять не в килограммах, а в граммах, то тогда сходство-различие студентов в основном будет определять уже их вес, т.к. его количественное выражение и влияние на результаты сравнения возрастет в 1000 раз.

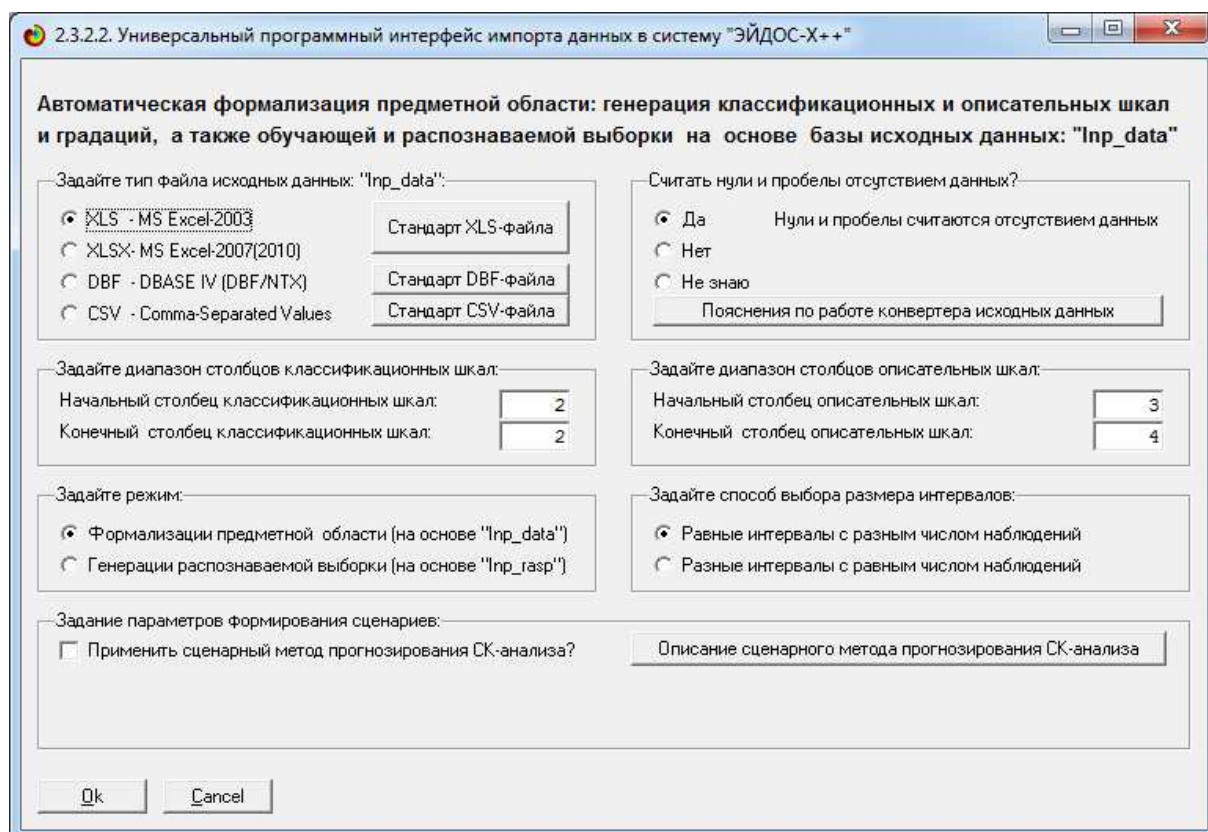
В АСК-анализе и системе предложено кардинальное решение проблем сравнения объектов, описанных в измерительных шкалах различных типов и размерностей [201]. Продолжим пример со студентами. В соответствии с методологией АСК-анализа и методикой применения системы «Эйдос» для сравнения студентов используем не их рост и вес в обычных единицах измерения, а количество информации о том, что перед нами тот или иной студент, которое содержится в его росте и весе. Можно сравнить 3-го студента с первыми двумя по суммарному количеству информации в его признаках о сходстве с 1-м и 2-м студентами. Это будет вполне корректно и результат такого сравнения вообще не будет зависеть от исходных единиц измерения роста и веса, т.е. будет *инвариантным* относительно единиц измерения исходных признаков, как и должно быть.

Рассмотрим численный пример, демонстрирующий, что выбор единиц измерения никак не влияет на модель и результат сравнения с ее применением.

**Таблица 9 – Исходные данные**

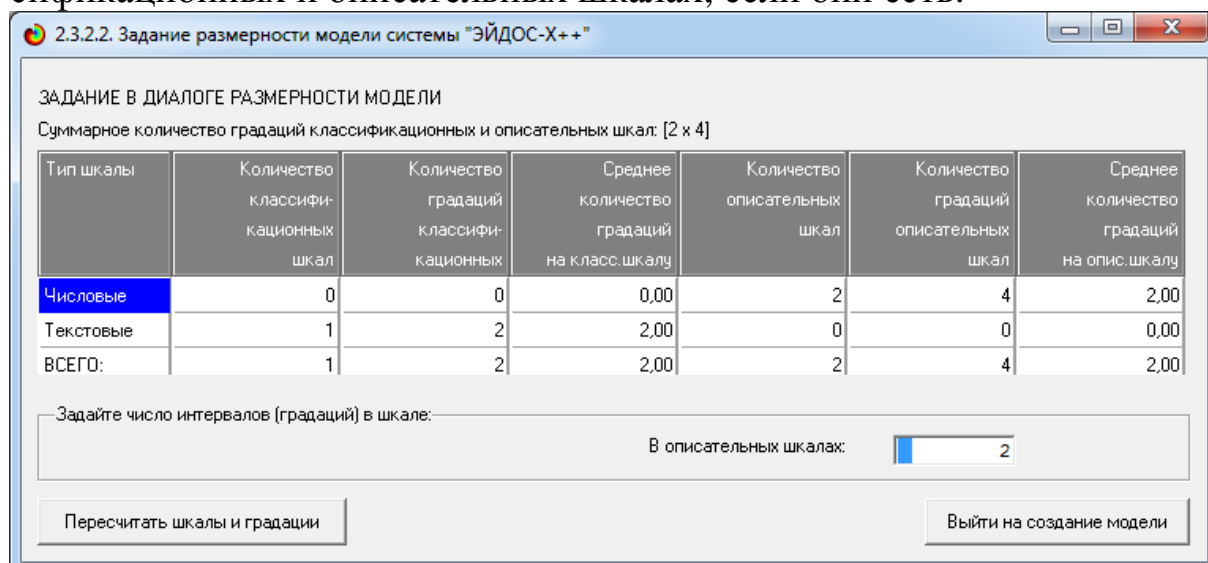
| Источник данных | Классификационная шкала | Описательные шкалы |          |
|-----------------|-------------------------|--------------------|----------|
|                 | Студент                 | Рост (см)          | Вес (кг) |
| 1-й студент     | 1-й                     | 178                | 75       |
| 2-й студент     | 2-й                     | 173                | 65       |

С помощью программного интерфейса системы «Эйдос-Х++» (рисунок 6) данные из таблицы 4 вводятся в систему.



**Рисунок 6. Начальная экранная форма программного интерфейса системы «Эйдос-X++» с внешними базами данных**

В первой экранной форме задается диапазон столбцов таблицы исходных данных 9 классификационными шкалами и диапазон столбцов с описательными шкалами. В экранной форме, представленной на рисунке 7, задается количество интервалов в числовых классификационных и описательных шкалах, если они есть.



**Рисунок 7. Вторая экранная форма программного интерфейса системы «Эйдос-X++» с внешними базами данных**

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» суммарное количество классификационных и описательных *шкал* не должно превышать **1500**, а суммарное количество градаций в них ограничено только размерами дисковой памяти<sup>16</sup>.

При этом программным интерфейсом создаются справочники классификационных и описательных шкал и градаций и с их использованием кодируются исходные данные и формируется обучающая выборка (таблицы 10 - 12):

**Таблица 10 – Справочники классификационных шкал и градаций**

| Код класса | Наименование класса |
|------------|---------------------|
| 1          | СТУДЕНТ-1-й         |
| 2          | СТУДЕНТ-2-й         |

Классы представляют собой градации классификационных шкал.

**Таблица 11 – Справочники описательных шкал и градаций**

| Код признака | Наименование признака                    |
|--------------|--|
| 1            | РОСТ (СМ)-1/2-{173.0000000, 175.5000000} |
| 2            | РОСТ (СМ)-2/2-{175.5000000, 178.0000000} |
| 3            | ВЕС (КГ)-1/2-{65.0000000, 70.0000000}    |
| 4            | ВЕС (КГ)-2/2-{70.0000000, 75.0000000}    |

Признаки представляют собой градации описательных шкал.

**Таблица 12 – Обучающая выборка**

| Код объекта | Наименование объекта | Классы |      |      |
|-------------|----------------------|--------|------|------|
|             |                      | CLS1   | ATR1 | ATR2 |
| 1           | 1-й студент          | 1      | 2    | 4    |
| 2           | 2-й студент          | 2      | 1    | 3    |

В результате синтеза и верификации моделей в режиме 3.5 системы «Эйдос-Х++» создаются матрица абсолютных частот (таблица 13) и матрица информативностей (таблица 14):

**Таблица 13 – Матрица абсолютных частот**

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | Классы      |             |
|--------------|--|-------------|-------------|
|              |  | 1-й студент | 2-й студент |
| 1            | РОСТ (СМ)-1/2-{173.0000000, 175.5000000}   | 0           | 1           |
| 2            | РОСТ (СМ)-2/2-{175.5000000, 178.0000000}   | 1           | 0           |
| 3            | ВЕС (КГ)-1/2-{65.0000000, 70.0000000}      | 0           | 1           |
| 4            | ВЕС (КГ)-2/2-{70.0000000, 75.0000000}      | 1           | 0           |

<sup>16</sup> Проводились численные эксперименты до 100000 градаций классификационных шкал и 100000 градаций описательных шкал. Программный интерфейс испытывался на вводе в систему «Эйдос-Х++» данных и Excel-файла с 880000 строк, это заняло 7 минут.

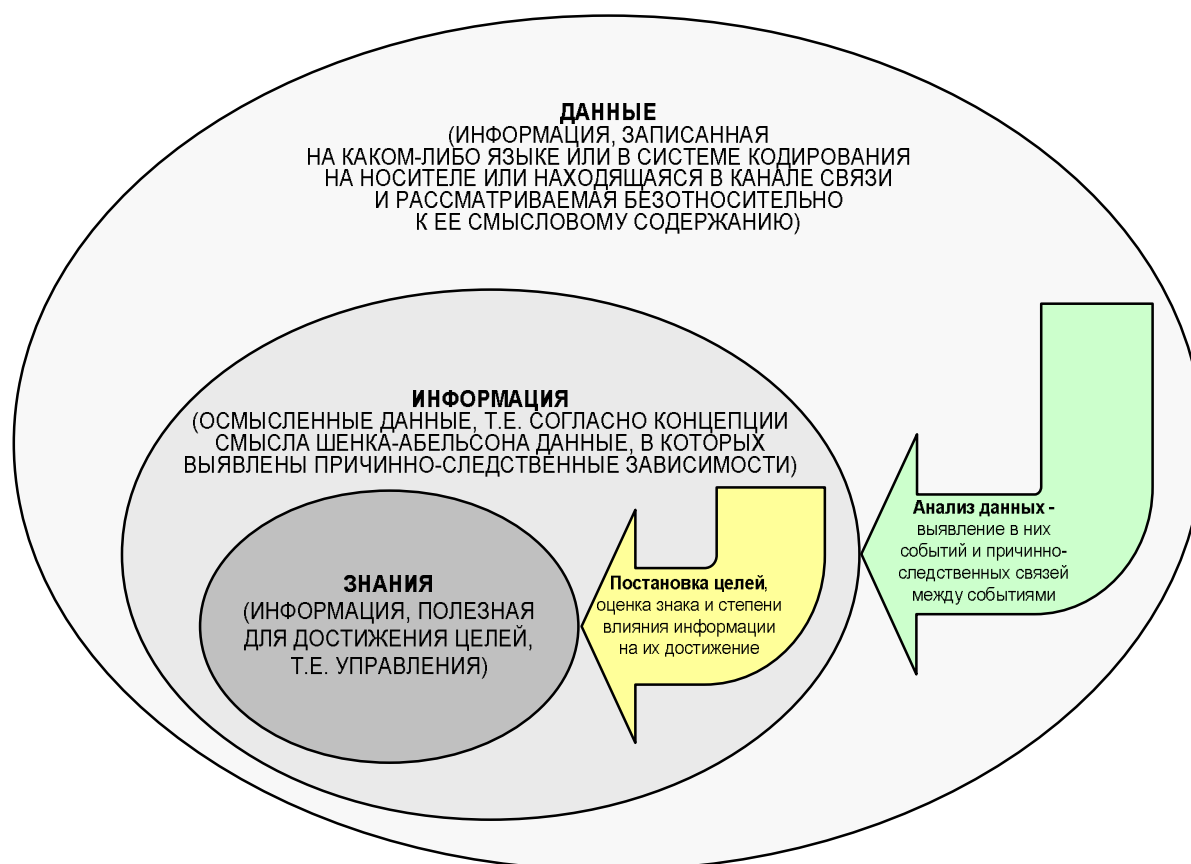
Таблица 14 – Матрица информативностей

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | Классы      |             |
|--------------|--|-------------|-------------|
|              |  | 1-й студент | 2-й студент |
| 1            | РОСТ (СМ)-1/2-{173.0000000, 175.5000000}   | 0,0000000   | 0,5000000   |
| 2            | РОСТ (СМ)-2/2-{175.5000000, 178.0000000}   | 0,5000000   | 0,0000000   |
| 3            | ВЕС (КГ)-1/2-{65.0000000, 70.0000000}      | 0,0000000   | 0,5000000   |
| 4            | ВЕС (КГ)-2/2-{70.0000000, 75.0000000}      | 0,5000000   | 0,0000000   |

Из таблицы 9 видно, что каждому интервальному значению роста и веса соответствует 0.5 бит информации о принадлежности студента с этим признаком к тому или иному классу. Ясно, что если в таблицах 8, 9 и 11 одинаково переставить десятичную запятую в интервальных значениях роста и веса, то на коды в обучающей выборке (таблица 12), а значит и на абсолютные частоты их наблюдения по классам (таблица 13) и количество информации, рассчитываемое на их основе (таблица 14), это никак не повлияет.

Рассмотрим *этапы* последовательного повышения степени формализации модели путем преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания, применяемые в автоматизированном системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос-Х++» [7] (рисунок 8):

**О соотношении содержания понятий: «Данные», «Информация» и «Знания»**



**Рисунок 8. О соотношении содержания понятий: «Данные», «Информация», «Знания»**

**Данные** – это информация, записанная на каком-либо носителе или находящаяся в каналах связи и представленная на каком-то языке или в системе кодирования и рассматриваемая безотносительно к ее смысловому содержанию.

Исходные данные об объекте управления обычно представлены в форме баз данных, чаще всего временных рядов, т.е. данных, привязанных ко времени. В соответствии с методологией и технологией автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), развиваемой проф. Е.В.Луценко, для управления и принятия решений использовать непосредственно исходные данные не представляется возможным. Точнее сделать это можно, но результат управления при таком подходе оказывается мало чем отличающимся от случайного. Для реального же решения задачи управления необходимо предварительно преобразовать данные в информацию, а ее в знания о том, какие воздействия на корпорацию к каким ее изменениям обычно, как показывает опыт, приводят.

**Информация** есть осмысленные данные.

Смысл данных, в соответствии с концепцией смысла Шенка-Абельсона, состоит в том, что известны причинно-следственные зависимости между событиями, которые описываются этими данными. Таким образом, данные преобразуются в информацию в результате операции, которая называется «Анализ данных», которая состоит из двух этапов:

1. Выявление событий в данных (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и преобразование с их использованием исходных данных в обучающую выборку, т.е. в базу событий – эвентологическую базу).

2. Выявление причинно-следственных зависимостей между событиями.

В случае систем управления событиями в данных являются совпадения определенных значений входных факторов и выходных параметров объекта управления, т.е. по сути, случаи перехода объекта управления в определенные будущие состояния под действием определенных сочетаний значений управляющих факторов. Качественные значения входных факторов и выходных параметров естественно формализовать в форме лингвистических переменных. Если же вход-

ные факторы и выходные параметры являются числовыми, то их значения измеряются с некоторой погрешностью и фактически представляют собой интервальные числовые значения, которые также могут быть представлены или формализованы в форме лингвистических переменных (типа: «малые», «средние», «большие» значения экономических показателей).

Какие же математические меры могут быть использованы для количественного измерения силы и направления причинно-следственных зависимостей?

Наиболее очевидным ответом на этот вопрос, который обычно первым всем приходит на ум, является: «Корреляция». Однако, в статистике это хорошо известно, что это совершенно не так. Для преобразования исходных данных в информацию необходимо не только выявить события в этих данных, но и найти причинно-следственные связи между этими событиями. В АСК-анализе предлагается 7 количественных мер причинно-следственных связей, основной из которых является семантическая мера целесообразности информации по А.Харкевичу.

Знания – это информация, полезная для достижения целей.

Значит для преобразования информации в знания необходимо:

1. Поставить цель (классифицировать будущие состояния моделируемого объекта на целевые и нежелательные).
2. Оценить полезность информации для достижения этой цели (знак и силу влияния).

Второй пункт, по сути, выполнен при преобразовании данных в информацию. Поэтому остается выполнить только первый пункт, т.к. классифицировать будущие состояния объекта управления как желательные (целевые) и нежелательные.

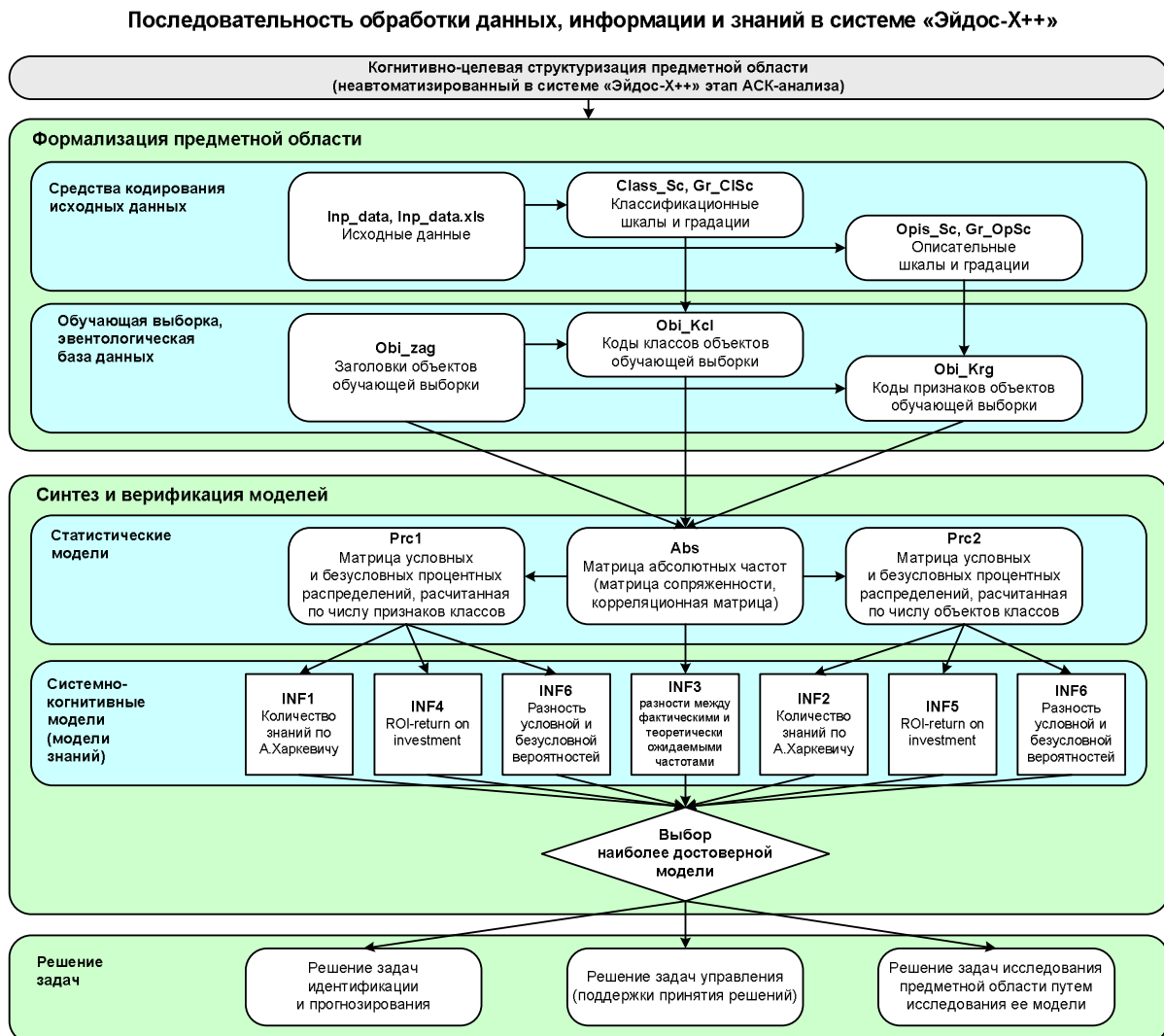
Знания могут быть представлены в различных формах, характеризующихся различной степенью формализации:

- вообще неформализованные знания, т.е. знания в своей собственной форме, ноу-хау (мышление без вербализации есть медитация);
- знания, формализованные в естественном вербальном языке;
- знания, формализованные в виде различных методик, схем, алгоритмов, планов, таблиц и отношений между ними (базы данных);
- знания в форме технологий, организационных, производственных, социально-экономических и политических структур;

– знания, формализованные в виде математических моделей и методов представления знаний в автоматизированных интеллектуальных системах (логическая, фреймовая, сетевая, продукционная, нейросетевая, нечеткая и другие).

Таким образом, для решения сформулированной проблемы необходимо осознанно и целенаправленно **последовательно повышать степень формализации** исходных данных до уровня, который позволяет ввести исходные данные в интеллектуальную систему, а затем:

- преобразовать исходные данные в информацию;
- преобразовать информацию в знания;
- использовать знания для решения задач управления, принятия решений и исследования предметной области (рисунок 9):



**Рисунок 9. Порядок преобразования «Данных» в «Информацию», а ее в «Знания» в АСК-анализе и системе «Эйдос»**

Основные публикации автора АСК-анализа по вопросам выявления, представления и использования знаний:

- <http://www.twirpx.com/file/793311/>
- Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л.
- Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

Знания могут быть представлены в различных формах, характеризующихся различной *степенью формализации*:

- вообще неформализованные знания, т.е. знания в своей собственной форме, ноу-хау (мышление без вербализации есть медитация);
- знания, формализованные на естественном вербальном языке;
- знания, формализованные в виде различных методик, схем, алгоритмов, планов, таблиц и отношений между ними;
- знания в форме технологий, организационных производственных, социально-экономических и политических структур;
- знания, формализованные в виде математических моделей и методов представления знаний в автоматизированных интеллектуальных системах (логическая, фреймовая, сетевая, продукционная, нейросетевая, нечеткая и другие).

Таким образом, для решения задачи метризации шкал в АСК-анализе необходимо осознанно и целенаправленно ***последовательно повышать степень формализации*** исходных данных до уровня, который позволяет ввести исходные данные в интеллектуальную систему, а затем:



- преобразовать исходные данные в информацию;
- преобразовать информацию в знания;
- использовать знания для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области.

Для этого в АСК-анализе предусмотрены следующие этапы [7]:

1. Когнитивная структуризация предметной области, при которой определяется, что мы хотим прогнозировать и на основе чего (конструирование классификационных и описательных шкал).

2. Формализация предметной области [7]:

- разработка градаций классификационных и описательных шкал (номинального, порядкового и числового типа);
- использование разработанных на предыдущих этапах классификационных и описательных шкал и градаций для формального описания (кодирования) исследуемой выборки.

3. Синтез и верификация (оценка степени адекватности) модели [9].

4. *Если модель адекватна*, то ее использование для решения задач идентификации, прогнозирования и принятия решений, а также для исследования моделируемой предметной области [7].

## ГЛАВА 6. КОНТРОЛЛИНГ НАУЧНОЙ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 6.1. Краткие замечания по контроллингу научной деятельности

Ряд вопросов контроллинга науки рассмотрен в статьях одного из авторов настоящей книги проф. А.И. Орлова:

Орлов А.И. Два типа методологических ошибок при управлении научной деятельностью // Управление большими системами / Сборник трудов. Специальный выпуск 44. Наукометрия и экспертиза в управлении наукой / [под ред. Д.А. Новикова, А.И. Орлова, П.Ю. Чеботарева]. М.: ИПУ РАН, 2013. – С.32–54.

Орлов А.И. Наукометрия и управление научной деятельностью // Управление большими системами / Сборник трудов. Специальный выпуск 44. Наукометрия и экспертиза в управлении наукой / [под ред. Д.А. Новикова, А.И. Орлова, П.Ю. Чеботарева]. М.: ИПУ РАН, 2013. – С.538 – 568.

Наукометрия и экспертиза в управлении наукой: сборник статей / Под ред. Д.А. Новикова, А.И. Орлова, П.Ю. Чеботарева. - М.: ИПУ РАН, 2013. – 572 с.

Орлов А.И. Критерии выбора показателей эффективности научной деятельности // Контроллинг. – 2013. – №3(49). – С.72-78.

Орлов А.И. О показателях эффективности научной деятельности // Экономический анализ: теория и практика. – 2014. – № 7 (358). – С.21–29.

Мухин В.В. О контроллинге научной деятельности / В.В. Мухин, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 256 – 275. – IDA [article ID]: 1001406013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/13.pdf>, 1,25 у.п.л

Орлов А.И. Наука как объект управления / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1244 – 1274. – IDA [article ID]: 1011407082. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/82.pdf>, 1,938 у.п.л.

Развернутое освещение этих вопросов планируется дать в последующих работах авторов.

## 6.2. Контроллинг образовательной деятельности

### 6.2.1. Web-портал по УМК в составе сайта университета: актуальность и возможность создания

*В данном разделе обосновывается и развивается идея, реализация которой по мнению авторов позволила бы очень существенно уменьшить трудоемкость разработки учебно-методических комплексов (УМК), упростить их подписание и утверждение различными должностными лицами и повысить их качество, сделать труд разработчиков УМК более творческим, освободив его от технических и рутинных моментов [203].*

#### 6.2.1.1. Структура учебно-методического комплекса (УМК)

Рассмотрим структуру учебно-методического комплекса (УМК) (рисунок 10):

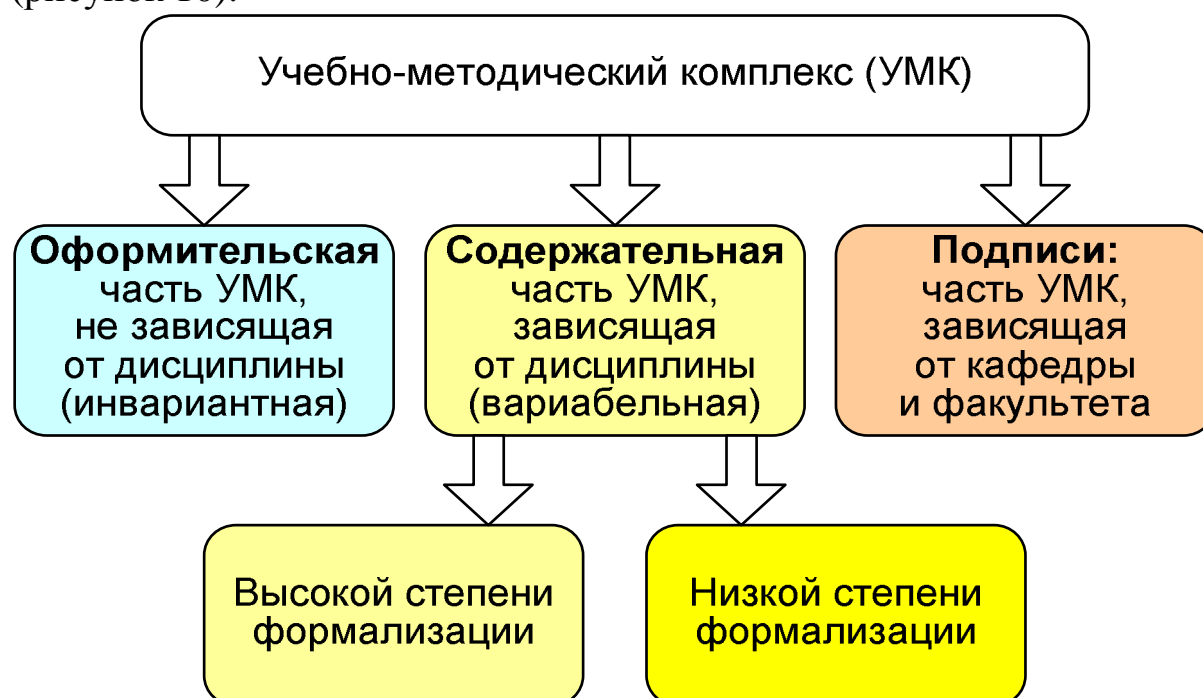


Рисунок 10. Структура учебно-методического комплекса (УМК)

УМК представляет собой некий стандартизированный текст, шаблон, набор бланков или оригинал-макет.

В этот шаблон вставляется высокоформализованный текст, который берется из государственного образовательного стандарта, примерной программы и учебного плана. Это название специальности,

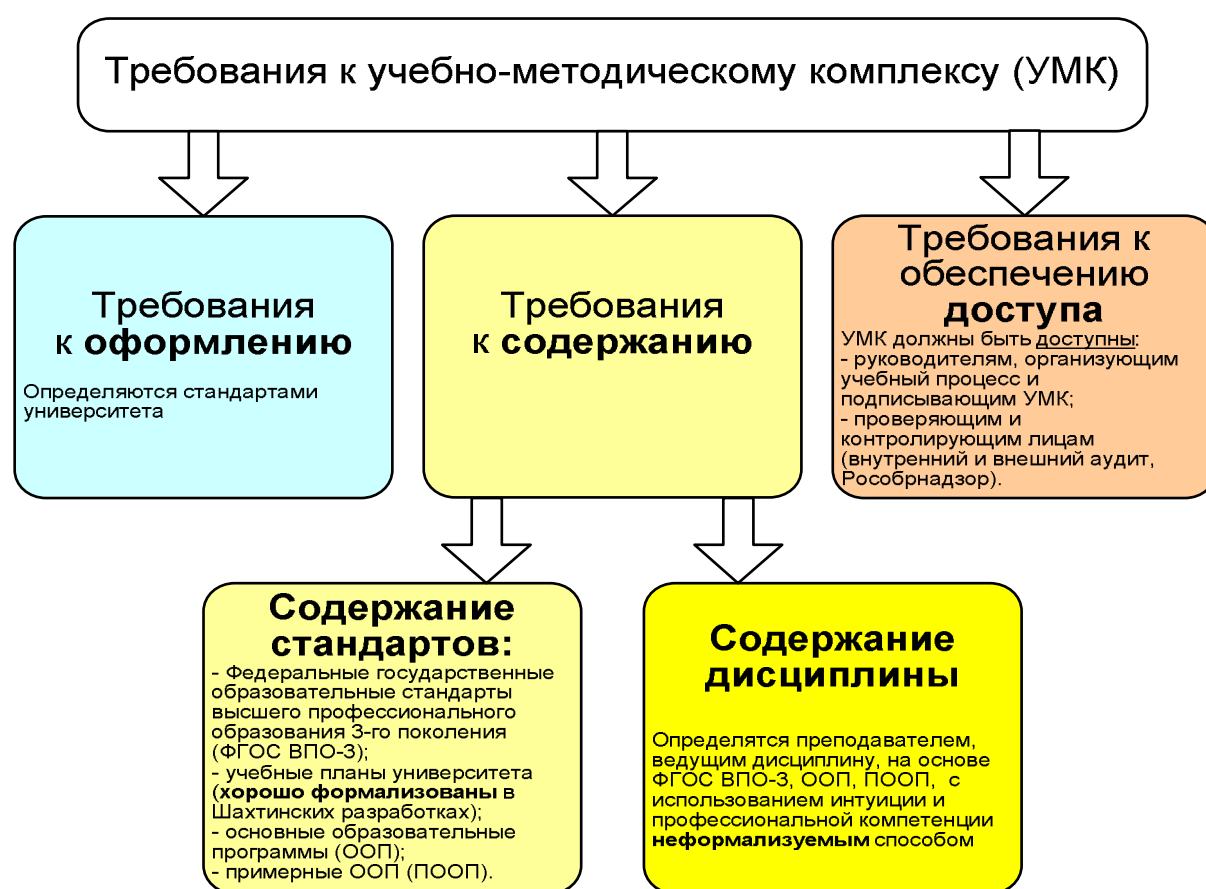
направления подготовки, название дисциплины, набор и формулировки компетенций.

Низкоформализованная часть УМК – это его содержательная часть, заполняемая преподавателем по дисциплине.

Кроме того УМК включает в себя подписи его разработчика, методиста, заведующего кафедрой и декана.

### 6.2.1.2. Требования к учебно-методическому комплексу (УМК) и к доступу к нему

Обратимся к рисунку 11:



**Рисунок 11. Требования к учебно-методическому комплексу (УМК) и к доступу к нему**

Требования к УМК делятся на требования к оформлению, требования к содержанию и требования к доступу. Требования к содержанию определяются содержанием образовательных стандартов и содержанием дисциплины.

### 6.2.1.3. Проблемы, возникающие при разработке учебно-методических комплексов (УМК) и при обеспечении доступа к ним

При разработке УМК возникает ряд проблем, классификация которых приведена на рисунке 12:

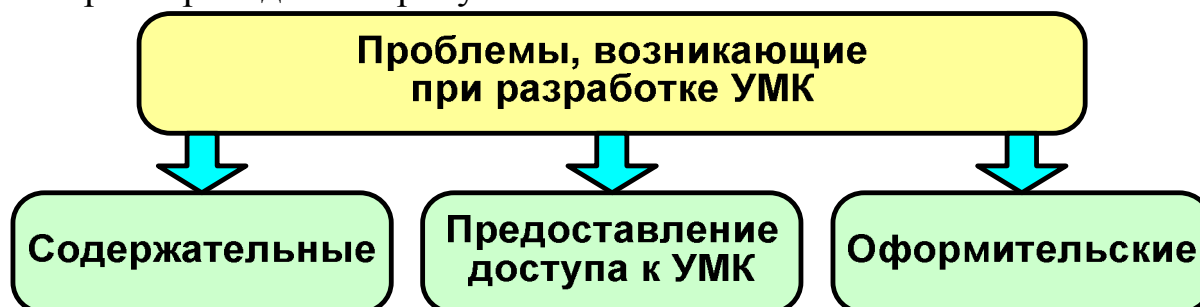


Рисунок 12. Классификация проблем, возникающих при разработке УМК

Эти проблемы можно разделить на содержательные и чисто оформительские, а также на проблемы подписания проектов УМК у председателей учебно-методических комиссий и деканов, а иногда и у проректоров (по магистерским и аспирантским программам), проблемы представления доступа к утвержденным УМК внутренним и внешним проверяющим, а также всем заинтересованным в таком доступе и имеющим на него полномочия.

### 6.2.1.4. Функционально-стоимостной анализ затрат на решение проблем

Львиную долю затрат при разработке УМК занимает не содержательная неформализуемая работа с ним, требующая опыта преподавания и профессиональной компетентности, которыми обладают профессора и доценты (ППС), как правило и разрабатывающие УМК, а рутинная чисто техническая и легко автоматизируемая работа по выборкам данных из учебных планов, ООП и других документов, а также по приданию УМК внешнего вида, соответствующего внутреннему стандарту, принятому в данном вузе, т.е. работа по оформлению текста, т.е. по сути, верстка, которая представляют собой работу не профессора или доцента, а технического редактора. Это было бы не так страшно, если бы эти стандарты не менялись ежегодно, а иногда и по нескольку раз в год, и даже в месяц, и у каждого преподавателя не было бы чуть ли по десятку дисциплин<sup>17</sup>. При этом, как показывает

<sup>17</sup> При переходе на болонскую систему обучения: бакалавриат и магистратуру, резко уменьшилось число часов на дисциплину и соответственно возросло их количество у

опыт, при изменении стандарта *содержание* УМК меняется очень незначительно, т.к. определяется самим содержанием учебной дисциплины. Изменения же касаются, как правило, самого стандарта или шаблона *оформления* УМК, т.е. вида шрифтов, интервалов, таблиц и т.п.

Не секрет, что проверки УМК на практике часто сводятся к формальной проверке правильности их оформления (размеры шрифтов, интервалов, вид таблиц и т.п.), правильности номеров и дат различных протоколов, наличия всех необходимых подписей и практически не касается содержания. Это можно понять, т.к. проверяющим проще проверить внешнюю сторону УМК, чем вникать в их содержание, но с этим нельзя согласиться, т.к. по глубокому убеждению авторов (и как мы знаем других разработчиков УМК) работа по выборке данных из стандартных документов и разработка всего этого текстового оформления (верстка) вообще не дело профессоров и доцентов. При этом именно оформлению УМК при проверке уделяется основное внимание, и именно оформление занимает основную часть трудоемкости разработки УМК. При этом совершенно ясно, что *едва ли если в УМК что-то будет написано не тем шрифтом то это как-то существенно скажется на качестве преподавания этой дисциплины*. Это совершенно не означает, что мы призываем писать разные УМК разными шрифтами и вообще упразднить стандарт, мы лишь обращаем внимание на то, что если бы подход, подобный действующему в настоящее время в области разработки УМК действовал бы в бухгалтерии, например, то бухгалтера бы делали проводки 1% времени и 99% вручную оформляли бы выходные формы, стандарт бы которых постоянно изменялся и их бы наказывали не за ошибочное содержание этих форм, а за их вид, не тот шрифт заголовка, не тот отступ и т.п. Но этого не происходит, т.к. у бухгалтеров есть система 1С, которая снимает все подобные проблемы сразу для всех ее пользователей, а у разработчиков УМК нет никаких функционально подобных средств автоматизации их труда, отделяющих работу над содержанием от формы его представления.

### 6.2.1.5. Традиционный подход к решению проблем и оценка степени его соответствия предъявляемым требованиям

Разработчик УМК, как правило профессор или доцент, работая над содержанием УМК одновременно непрерывно работает и над формой представления этого содержания, т.е. занимается версткой, т.е. чуждыми для него чисто техническими рутинными операциями по изготовлению оригинал-макета УМК и при этом еще и переносит информацию из хорошо формализованных баз данных в УМК. При этом доступ к УМК возможен только при физической передаче распечатанных, подписанных утвержденных полностью оформленных экземпляров, обычно при личной встрече, что весьма затруднительно.

Таким образом, традиционный подход к разработке УМК морально и физически безнадежно устарел и актуальным является создание специализированной корпоративной системы электронного документооборота, обеспечивающей современный уровень совместной распределенной в пространстве и времени работы над УМК всех, задействованных в этом процессе специалистов.

### 6.2.1.6. Требования к современному методу решения поставленных проблем

Рассмотрим рисунок 13:

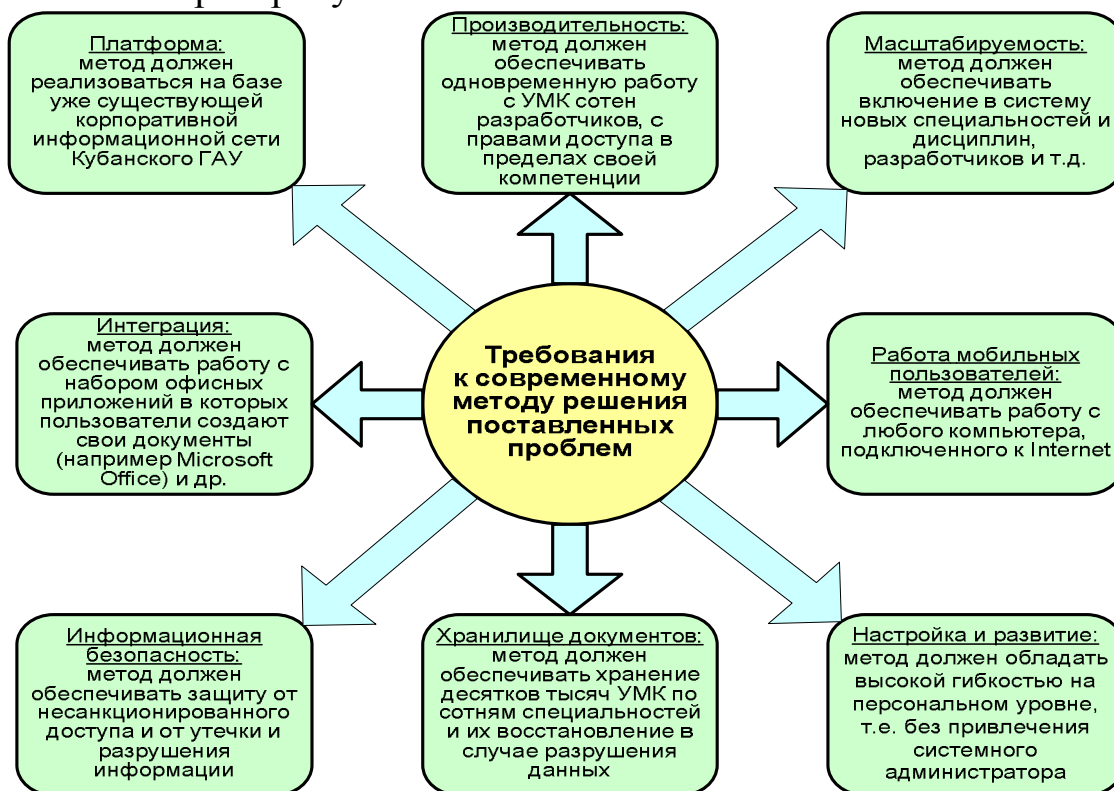


Рисунок 13. Требования к методу решения проблем

Всем перечисленным требованиям удовлетворяет web-портал по УМК, который по своим функциям относится к системам электронного документооборота (СЭД), входящим в состав корпоративной информационной системы (КИС).

#### **6.2.1.7. Идея и концепция предлагаемого решения проблем**

Идея и концепция решения проблем с УМК состоит в том, что на уже существующей технической основе: корпоративной сети университета и Internet, предлагается создать одну из важнейших подсистем автоматизированной системы управления (АСУ) вузом, а именно подсистему корпоративной работы с УМК, автоматизирующую хорошо формализованные функции по одному из важнейших направлений научно-методической работы. В этой системе бы были зарегистрированы с различными правами, соответствующими их области компетенции, все авторы УМК, подписывающие и утверждающие их, руководители университета, а также контролирующие и проверяющие его работу по данному направлению деятельности

В качестве примеров успешной и эффективной реализации подобной технологии могут служить системы, обеспечивающие on-line работу через Internet РГНФ и РФФИ, а также сайты электронного правительства и система on-line отчетов по НИР, разработанная в Адыгейском государственном университете и успешно используемая для этих целей с 2010 года<sup>18</sup>. Преподаватели заполняют в этой системе специальные формы отчетности через Internet, внося текст в окна, а отчет о НИР печатается в стандартной на момент его распечатки форме, которая совершенно не зависит от преподавателя.

#### **6.2.1.8. Функциональное описание web-портала по УМК в составе сайта университета**

Web-портал должен поддерживать:

**1. Полное (100%) отделение работы ППС над содержанием УМК от работы над формой представления этого содержания (верстки), т.е. возможность работы над содержанием УМК совершенно безотносительно к его оформлению. Все содержание УМК, которое возможно взять из высоко формализованных баз данных должно быть взято из этих баз данных без участия разработчика УМК. Разработчик же УМК должен выполнять толь-**

<sup>18</sup> См.: <http://nis.adygnet.ru/index.php?module=main>



*ко те работы, которые в настоящее время невозможно автоматизировать, т.е. работы связанные с его профессиональной компетенцией в области науки, соответствующей преподаваемой дисциплине.*

2. Возможность *централизованного* изменения формы представления УМК одним человеком – системным администратором web-портала по УМК во исполнение распоряжения ответственных разработчиков нового стандарта представления из учебного управления и управления обеспечения качества. Когда разрабатывается и утверждается руководством новый макет УМК он должен вноситься в список стандартов с возможностью его выбора из этого списка преподавателем, разрабатывающим УМК.

3. Распечатку УМК в виде текстового файла с содержанием, заданным ППС, в форме, заданной разработчиком нового стандарта. Если изменяется только форма – то УМК распечатывается в новой форме без участия разработчика с тем же содержанием. Но при изменении стандарта УМК может изменяться не только оформление, но и состав содержания. Поэтому некоторые разделы при распечатке в новом стандарте могут оказаться незаполненными (система должна сообщить об этом в результате проверки полноты заполнения обязательных полей). В этом случае разработчику УМК нужно заполнить лишь только эти новые незаполненные разделы и УМК нового стандарта практически готов!

4. Доступ к УМК с любого компьютера, подключенного к Internet и имеющего установленный браузер с виртуальной JAWA-машиной, без необходимости инсталляции какой-либо клиентской части:

- разработчикам в режиме чтения и записи (до утверждения УМК, а после - только в режиме чтения);
- подписывающим и утверждающим - в режиме чтения УМК и записи только к листу замечаний и полям для подписей;
- контролирующим, проверяющим, руководителям и всем, имеющим на это право – только в режиме чтения и специальным режимам, отражающим ход разработки и утверждения УМК в разрезах по специальностям, факультетам, кафедрам и разработчика (ППС). При этом все: и разработчики УМК, и подписывающие, утверждающие, контролирующие, проверяющие, руководители и все, имеющим на это право, имеют доступ ко всем УМК, в том числе и находящимся в процессе разработки, и этот доступ они могут осуществлять в любое

удобное для них время с любого компьютера, имеющего доступ к Internet;

- идентификация личности всех работающих с УМК должна осуществляться с применением электронной подписи. После идентификации личности должна осуществляться авторизация с предоставлением прав доступа, соответствующих должности сотрудника.

#### **6.2.1.9. Обобщенная структура web-портала по УМК**

В предварительном плане, т.е. на предпроектной стадии, предлагается следующая структура web-портала по УМК:

1. Справочник высшего руководства университета.
2. Справочник факультетов с привязкой к курирующим проректорам.
3. Справочник кафедр с привязкой к факультетам.
4. Справочник специальностей с привязкой к факультетам, на которых по ним ведется обучение.
5. Справочник учебных дисциплин с указанием всей информации, которая есть в учебных планах (расписание) с привязкой к кафедрам, на которых они преподаются.
6. Справочник деканов с привязкой к их факультетам.
7. Справочник Председателей методических комиссий с привязкой к их факультетам.
8. Справочник Заведующих кафедрами с привязкой к кафедрам.
9. Справочник разработчиков УМК с привязкой к кафедрам и дисциплинам, по которым они ведут занятия и разрабатывают УМК.
10. Справочник контролирующих.
11. Справочник проверяющих.
12. База данных УМК.
13. Базы данных анализа ситуации по разработке, подписанию, утверждению и проверке УМК.

#### **6.2.1.10. Работы и ресурсы, необходимые для создания web-портала по УМК**

Создание web-портала по УМК включает следующие основные работы:

1. Разработка Технико-экономического обоснования (ТЭО) целесообразности создания web-портала по УМК.

2. Разработка Технического задания (ТЗ), описывающего web-портал по УМК функционально, т.е. конкретизирующего, что он должен обеспечивать.

3. Разработка Технического проекта (ТП) web-портала по УМК, в котором конкретизируются:

- даталогическая и инфологическая модели баз данных;
- алгоритмы работы с базами данных;
- структура web-портала по УМК, его подсистемы и режимы, дерево диалога от главного меню до экранных форм;
- обосновывается выбор инструментального программного обеспечения для разработки web-портала по УМК.

4. Разработка Рабочего проекта (РП), в котором разрабатывается программное обеспечение web-портала по УМК и этапы его внедрения и сопровождения. Внедрение должно включать краткое обучение всех пользователей портала.

Для выполнения этих работ необходимы следующие ресурсы:

1. Воля руководства Университета по созданию web-портала по УМК.

2. Юридическое обеспечение, в котором бы разработчикам web-портала по УМК давались необходимые полномочия на получение необходимой информации от различных подразделений университета.

3. Разработчики программно-информационного обеспечения web-портала по УМК (в составе Центра информационных технологий университета).

4. Контент-менеджеры, обеспечивающую первоначальное наполнение и поддержку в актуальном состоянии справочных баз данных web-портала по УМК (в составе Центра информационных технологий).

#### **6.2.1.11. Работы и ресурсы, необходимые для эксплуатации и развития web-портала по УМК**

Поддержка эксплуатации web-портала по УМК включает:

1. Администрирование (обеспечение работоспособности, надежности, информационной безопасности, регистрация всех категорий пользователей портала).

2. Информационное наполнение справочников и поддержание их в актуальном состоянии.

3. Наполнение и корректировку баз данных УМК (осуществляют разработчики УМК).

4. Сопровождение эксплуатации, т.е. консультативная поддержка всех категорий пользователей.

Для выполнения этих работ (по-видимому в составе Центра информационных технологий) необходимы:

1. Администратор web-портала по УМК,
2. Контент-менеджеры.
3. Специалисты по сопровождению эксплуатации.

#### **6.2.1.12. Оценка социально-экономической эффективности web-портала по УМК**

Можно обоснованно ожидать, что создание и ввод в эксплуатацию web-портала по УМК:

1. Резко снизит трудоемкость и затраты времени на разработку и совершенствование УМК.
2. Высвободит время профессорско-преподавательского состава для подготовки к занятиям и ведения научно-исследовательской работы.
3. Существенно улучшит рабочую атмосферу и душевное состояние сотрудников – разработчиков УМК.
4. Сделает «прозрачным» весь процесс разработки и корректировки УМК и существенно повысит степень управляемости этого процесса.
5. Резко снизит трудоемкость и затраты времени на подписание и утверждение УМК.
6. Резко снизит трудоемкость и затраты времени на контроль и проверку УМК.

Финансовые затраты на создание, поддержку эксплуатации и развитие web-портала по УМК включают в основном фонд оплаты труда его разработчиков (разовые) и специалистов по эксплуатации (постоянные). Эти затраты *на порядок* меньше, чем прямые потери от непроизводительного труда сотен разработчиков УМК, неизбежные в настоящее время при существующей технологии.

#### **6.2.1.13 Выводы**

Создание Web-портала по УМК в составе сайта университета позволит освободить огромную армию специалистов наивысшей квалификации, 99% которых имеют научные звания и степени кандидатов и докторов наук, доцентов и профессоров, от несвойственной им рутинной работы технического редактора, которая сейчас занимает 99% трудоемкости разработки УМК, и использовать их время, силы,

профессиональную компетенцию и талант более разумно по прямому назначению для более творческой работы над содержательной частью УМК, преподавания и научной работы.

### **6.2.2. Применение АСК-анализа для сопоставимой оценки эффективности вузов**

*Раздел посвящен решению проблемы, заключающейся в том, что с одной стороны рейтинг российских вузов востребован, а с другой стороны пока он не создан. Предлагаемая идея решения проблемы состоит в применении отечественной лицензионной инновационной интеллектуальной технологии для этих целей: а именно предлагается применить автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос». Эти методы подробно описываются в этом контексте. Предлагается рассмотреть возможности применения данного инструментария на примере университетского рейтинга Гардиан, и рассматриваются его частные критерии (показатели вузов). Указываются источники данных и методика их подготовки для обработки в системе «Эйдос». В соответствии с методологией АСК-анализа описывается установка системы «Эйдос», ввод исходных данных в нее и формализация предметной области, синтез и верификация модели, их отображение и применение для решения задач оценки рейтинга Гардиан для российских вузов и исследования объекта моделирования. Рассматриваются перспективы и пути создания интегрированного рейтинга российских вузов и эксплуатации рейтинга в адаптивном режиме. Указываются ограничения предлагаемого подхода и перспективы его развития.*

#### **6.2.2.1. Формулировка проблемы**

Университетские рейтинги давно стали общепринятым в мире методом оценки эффективности вузов<sup>19</sup>.

Этими рейтингами для решения различных задач пользуются и потенциальные студенты, и их родители, и ученые, и руководители. Таким образом, они востребованы практически всем обществом.

Недавно и министерство образования и науки РФ обратилось к идее создания подобного рейтинга для российских вузов, и это в общем нельзя не приветствовать.

<sup>19</sup> См., например: <http://www.hotcourses.ru/study-in-the-uk/choosing-a-university/university-rankings-guide/>

Однако первый опыт создания подобного рейтинга, по-видимому, приходится признать неудачным, т.к. он вызвал большой поток совершенно справедливой и хорошо обоснованной критики со стороны научно-педагогического сообщества. Возражения вызвали, прежде как сами критерии оценки эффективности вузов<sup>20</sup>, так и полная непрозрачность процедуры формирования этих критериев, а также то, что за бортом широкого обсуждения (которого, вообще не было) осталось и само понятие эффективности вузов, т.е. их основное назначение. А ведь именно тем, что понимается под эффективностью вузов, определяются и критерии ее оценки. Но предложенные критерии оказались таковы, что у многих возникло вполне обоснованное подозрение, что под эффективностью вузов при их формировании понималось вовсе не качество образования, а нечто другое не свойственное вузам.

Эта критика звучит и на научных конференциях,<sup>21</sup> и в научных публикациях. А то, о чем не принято говорить на научных конференциях и писать в научных публикациях, высказывается на форумах и на личных страницах ученых и педагогов. Например, на своем личном сайте доктор педагогических наук профессор А.А.Остапенко пишет: «Основных критериев, как мы помним пять: средний балл ЕГЭ принятых на обучение студентов; объём научных работ на одного сотрудника; количество иностранцев-выпускников; доходы вуза в расчёте на одного сотрудника, а также общая площадь учебно-лабораторных зданий в расчёте на одного студента. Как они связаны с эффективностью вуза и что такое эффективность вообще понять, мысля рационально, непросто. Даже всерьёз обсуждать эти критерии как-то странно»<sup>22</sup>. Но мы все же выскажем одно соображение. На наш взгляд довольно странно выглядит попытка сравнения друг с другом вузов разных направленности подготовки, т.е. например аграрных вузов и вузов, готовящих специалистов для атомной и ракетно-космической промышленности. Иначе говоря, для вузов разной направленности должны быть свои рейтинги.

Правда со временем, наверное, в какой-то степени и под влиянием этой критики, позиция Минобрнауки РФ стала меняться. А то, что к тому времени уже успели закрыть несколько вузов, как говорят: «имеющих признаки неэффективности»<sup>23</sup>, – это как бы и не так важ-

<sup>20</sup> <http://yandex.ru/yandsearch?lr=35&text=критерии%20оценки%20эффективности%20вузов&lr=35>

<sup>21</sup> Достаточно сделать запрос: «научные конференции форумы по эффективности вузов»

<sup>22</sup> <http://ost101.livejournal.com/> <http://profdavidson.ucoz.ru/>

<sup>23</sup> На наш взгляд такие признаки имеют все вузы. Поэтому дело не в том, имеют они такие признаки или нет, а в том, на сколько эти признаки существенны в совокупности.

но. Динамику этих изменений позиции профильного министерства можно проследить по Нормативно-правовым документам Минобрнауки РФ, устанавливающим критерии оценки эффективности деятельности вузов<sup>24</sup>.

Таким образом, налицо **проблема**, которая состоит в том, что с одной стороны рейтинг российских вузов востребован, а с другой стороны как-то пока не очень получается его сформировать. То есть, как обычно желаемое не совпадает с действительным, и «хотели как лучше, а вышло как всегда» (В.С.Черномырдин).

## **6.2.2.2. Авторский подход к решению проблемы**

### **6.2.2.2.1. Идея предлагаемого решения проблемы**

Идея решения проблемы проста: обратиться к мировому опыту в этой области, творчески его переосмыслить применительно к российским реалиям и разработать свои научно-обоснованные подходы, с учетом всего лучшего, что есть в мировом опыте.

Существует несколько популярных и авторитетных рейтингов вузов<sup>1</sup>:

- Университетский рейтинг The Guardian<sup>25</sup>;
- Университетский рейтинг Times<sup>26</sup>;
- Мировой рейтинг Times Higher Education<sup>27</sup>;
- Рейтинг мировых вузов Шанхайского Университета<sup>28</sup>.

Мы не будем их здесь описывать, т.к. по ним достаточно информации в общем доступе, в т.ч. по приведенным ссылкам.

Но хотели бы отметить, что для поддержки любого подобного рейтинга необходима соответствующая инфраструктура, оснащенная различными видами обеспечения ее деятельности (финансовое, кадровое, организационное, техническое, математическое, программное, информационное и т.д.). Все эти виды обеспечения в совокупности представляют собой технологию ведения и применения данного рейтинга.

Естественно, никто технологию не продает, а если и продает, то так дорого, что купить ее практически невозможно. Поэтому возникает вопрос о разработке или поиске подобной технологии в России.

Таким образом, востребованы теоретическое обоснование, математическая модель, методика численных расчетов (т.е. структуры

<sup>24</sup> <http://uup.samgtu.ru/node/211>

<sup>25</sup> <http://www.theguardian.com/education/table/2011/may/17/university-league-table-2012>

<sup>26</sup> [http://extras.thetimes.co.uk/public/good\\_university\\_guide\\_landing?CMP=KNGvcvp1-university%20rankings](http://extras.thetimes.co.uk/public/good_university_guide_landing?CMP=KNGvcvp1-university%20rankings)

<sup>27</sup> [http://extras.thetimes.co.uk/public/good\\_university\\_guide\\_landing?CMP=KNGvcvp1-university%20rankings](http://extras.thetimes.co.uk/public/good_university_guide_landing?CMP=KNGvcvp1-university%20rankings)

<sup>28</sup> [http://www.educationindex.ru/article\\_ranking-shanghai-2014.aspx](http://www.educationindex.ru/article_ranking-shanghai-2014.aspx)

данных и алгоритмы их обработки) а также реализующие их инструментальные (программные) средства, обеспечивающие создание, поддержку, развитие и применение подобных рейтингов.

Данная статья как раз и посвящена рассмотрению отечественной лицензионной инновационной интеллектуальной технологии, обеспечивающей решение поставленной проблемы. А именно предлагается применить для этой цели автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос».

#### **6.2.2.2.2. Автоматизированный системно-когнитивный анализ и интеллектуальная система «Эйдос» как инструментарий решения проблемы**

Этот подход кратко описан в статье [148]. Здесь рассмотрим его подробнее.

Прежде всего, возникает вопрос о том, **что понимается под эффективностью вузов?** Ведь ясно, что прежде чем оценивать эффективность вузов было бы неплохо, а на самом деле совершенно необходимо, разобраться с тем, что же это такое. Причина этого ясна: выбор критериев оценки во многом обуславливается тем, что именно оценивается.

Ясно, что по этому поводу существует много различных мнений, которые в различной степени аргументированы или не аргументированы и отражают позиции руководителей образования и науки, профессионального научно-педагогического сообщества и различных слоев населения. По мнению автора, с научной точки зрения некорректно и неуместно говорить о каких-то критериях оценки эффективности вузов, если не определено само это понятие эффективности, т.е. отсутствует консенсус в профессиональной среде по поводу того, что же это такое.

Очевидно, для достижения такого консенсуса в наше время необходимо широкое обсуждение этого вопроса в научной печати, Internet и СМИ. Однако такое обсуждение не было организовано и критерии оценки эффективности или признаков неэффективности практически **неожиданно** «свалились научно-педагогическому сообществу как снег на голову».

Уже после этого, как это произошло, началось обсуждение этого вопроса на различных научных конференциях, в научной и периодической прессе, на личных сайтах, формах и т.п. Но пока шло это об-



суждение и пока оно не пришло к какому-либо консенсусу в этом вопросе, ряд вузов были закрыты, филиалы сокращены и т.д.

По мнению автора, цель вуза в том, чтобы формировать компетентных и творчески мыслящих специалистов в соответствии с прогнозом социального заказа, т.е. таких, которые будут востребованы обществом в будущем периоде профессиональной деятельности этих специалистов, который составляет 30-40 лет. А должен ли вуз зарабатывать, должен ли он иметь те или иные площади в расчете на одного учащегося – это все нужно знать только для того, чтобы спрогнозировать, сможет ли он выполнить свою основную задачу, т.е. подготовку специалистов. Ни в коем случае нельзя рассматривать эти показатели как самоцель, т.к. достижение тех или иных их значений, вообще говоря, может и ничего не говорить о достижении цели вуза. Несут ли эти критерии какую-либо информацию о достижении цели вуза, и какую именно по величине и знаку, – это еще надо определить в процессе специального исследования, которое, скорее всего не было проведено. Странно, что об этом приходится писать, но приходится, т.к. похоже, об этом стали забывать.

Когда консенсус профессионального научно-педагогического сообщества по вопросу о том, что же понимать под «эффективностью вуза» будет достигнут, на первый план выступает вопрос о том, *с помощью какого метода оценивать эту эффективность, т.е. как ее измерить.*

Для авторов вполне очевидно, что этот метод должен представлять собой какой-то вариант метода многокритериальной оценки. Это обусловлено просто тем, что такие сложные и многофакторные системы как вузы в принципе невозможно оценивать по одному показателю или критерию. Чтобы обоснованно выбрать метод оценки эффективности вузов необходимо сначала научно обосновать требования к нему, а затем составить рейтинг методов по степени соответствия обоснованным требованиям и выбрать метод, наиболее удовлетворяющий обоснованным требованиям.

Применение метода факторного анализа для этих целей, по видимому, некорректно, т.к. этот метод, предъявляющий настолько жесткие требования к исходным данным об объекте моделирования, что их практически невозможно выполнить. Во-первых, факторный анализ – это **параметрический** метод, предполагающий, что исходные данные подчиняются многомерным нормальным распределениям. Во-вторых, это метод **неустойчивый**, т.е. небольшие изменения исходных данных могут привести к значительным изменениям в мо-

дели. Поэтому исходные данные для факторного анализа должны быть абсолютно точными, что невозможно не только фактически, но даже в принципе. В-третьих, **перед** началом факторного анализа необходимо определить **наиболее важные факторы**, которые и будут исследоваться в создаваемой модели. Но при этом в руководствах по факторному анализу не уточняется, каким способом это предлагается сделать. А между тем при большом количестве факторов, что является обычным для большинства реальных задач, это не тривиальная задача, которую вручную решить невозможно.

Когда метод оценки эффективности вузов выбран, необходимо ответить на вопрос о том, *на основе каких частных критериев оценивать эффективность вузов и какой исходной информацией о вузах для этого необходимо располагать?*

Ясно, что эти критерии в общем случае могут иметь как количественную, так и качественную природу и могут измеряться в различных единицах измерения. Кроме того эти критерии могут иметь различную силу и направление влияния на интегральную оценку эффективности вузов. Конечно, возникают вопросы как *о способе определения системы критериев эффективности вуза*, так и *о способе определения силы и направления влияния критериев на оценку эффективности вузов*.

Но еще более существенным является вопрос: *«О способе сопоставимого сведения разнородных по своей природе и измеряемых в различных единицах измерения частных критериев эффективности в один количественный интегральный критерий эффективности вуза»*.

Отметим, что в материалах Минобрнауки РФ и о критериях оценки эффективности вузов<sup>29</sup> даже не упоминается вопрос о том, что когда значения частных критериев для того или иного вуза установлены, то необходимо каким-то образом на их основе получить обобщающую количественную оценку его эффективности в виде **одного** числа, т.е. надо как-то объединить значения всех частных критериев в одной формуле, в одном математическом выражении, которое и называется «Интегральный критерий».

Поэтому, наверное, и говорят не об эффективности или неэффективности вуза, а всего лишь «о признаках неэффективности», а признаками являются значения отдельных частных критериев. Если таких признаков неэффективности много, то делают вывод о том, что

<sup>29</sup> См., например: <http://uup.samgtu.ru/node/211>

вуз неэффективен. Фактически такой подход, который может быть и применялся, можно назвать неосознанным применением частных критериев и интегрального критерия, т.е. «неосознанным многокритериальным подходом». При таком подходе все частные критерии имеют одинаковый вес, например принимающий значения 0 (неэффективен) и 1 (эффективен). Когда значения всех частных критериев для вуза установлены, то эти веса суммируются и сумма сравнивается с минимальными и максимальными оценками, полученными для всех вузов. Допустим, в Минобрнауки РФ из каких-то своих соображений решили, что в результате оценки эффективности вузов должно быть закрыто из-за низкой эффективности 1.5% вузов. Тогда все вузы сортируются по убыванию этой суммы и 1.5% с конца рейтинга помещаются в «черный список».

Но такой «неосознанный многокритериальный подход» очень и очень уязвим для критики.

Во-первых, возникает законный вопрос о том, почему все критерии имеют одинаковый вес, хотя даже интуитивно ясно, что они имеют разное значение и по-разному влияют на эффективность вуза (которая, кстати, непонятно в чем заключается).

Во-вторых, непонятно, как можно складывать средний балл ЕГЭ принятых на обучение студентов, объем научных работ на одного сотрудника, количество иностранцев-выпускников, доходы вуза в расчёте на одного сотрудника и общую площадь учебно-лабораторных зданий в расчёте на одного студента. За подобные математические операции ставят двойку по физике в 7-м классе средней школы. Там школьников учат, что перед тем как складывать величины, измеренные в разных единицах измерения, например рост учащихся, выраженный в метрах (1.72) и выраженный в сантиметрах (160), нужно перевести эти величины в одну единицу измерения, например в метры или в сантиметры. А иначе получится:  $1.72+160=161.72$ , т.е. некий результат, не поддающийся разумной содержательной интерпретации<sup>30</sup>. Как бы нечто похожее и на таком же научном уровне не получилось при оценке наличия у вуза «признаков неэффективности». Но научно-педагогическую общественность не поставили в известность о том, каким образом вычисляется интегральная оценка эффективности вуза на основе установленных для него значений частных критериев. Поэтому высказанное опасение остается не снятым.

---

<sup>30</sup> Проще говоря «ерундой».

В развитом осознанном многокритериальном подходе для вычисления значения интегрального критерия нужно знать силу и направление влияния каждого значения частных критериев на величину этого интегрального критерия. Интегральные критерии бывают трех видов: аддитивные, мультипликативные и общего вида. Чаще всего используются аддитивные интегральные критерии, в которых значение интегрального критерия равно просто сумме значений частных критериев. Но чтобы значения частных критериев можно было корректно суммировать необходимо, чтобы они были значениями на числовых измерительных шкалах [201], и чтобы они измерялись в одних и тех же единицах измерения или были безразмерными.

Оба эти требования выполняются в Автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ), в котором все значения всех факторов, независимо от того количественные они или качественные и в каких единицах они измеряются в исходных данных, в моделях системы «Эйдос» (системно-когнитивных моделях) они все измеряются в одних и тех же единицах измерения – единицах количества информации [201]. Поэтому метод АСК-анализа и предлагается для решения поставленной проблемы.

АСК-анализ представляет собой один из современных методов искусственно интеллекта, который предоставляет научно обоснованные ответы на все эти вопросы, но самое существенное, что он оснащен широко и успешно апробированным универсальным программным инструментарием, позволяющим решить эти вопросы не только как обычно на теоретическом концептуальном уровне, но и на практике. Модели знаний АСК-анализа основаны на нечеткой декларативной модели представления знаний, предложенной автором в 1983 году и являющейся гибридной моделью, сочетающей в себе преимущества фреймовой, нейросетевой и четкой продукционной моделей и обеспечивающей создание моделей очень больших размерностей до 10 млн. раз превышающих максимальные размерности моделей знаний экспертных систем с четкими продукциями:

- от фреймовой модели модель представления знания системы «Эйдос» отличается существенно упрощенной программной реализацией и более высоким быстродействием без потери функциональности;

- от нейросетевой тем, что обеспечивает хорошо обоснованную теоретически содержательную интерпретацию весовых коэффициентов на рецепторах и обучение методом прямого счета [20];

– от четкой продукционной модели – нечеткими продуктами, представленными в декларативной форме, что обеспечивает эффективное использование знаний без их многократной генерации для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемого объекта.

АСК-анализ является непараметрическим методом, устойчивым к шуму в исходных данных, позволяющий корректно обрабатывать неполные (фрагментированные) исходные данные, описывающие воздействие взаимозависимых факторов на нелинейный [7] объект моделирования.

Суть метода АСК-анализа в том, что он позволяет рассчитать на основе исходных данных какое *количество информации* содержится в значениях факторов, обуславливающих переходы объекта моделирования в различные будущие состояния, причем как в желательные, так и в нежелательные [201].

Он состоит в целенаправленном *последовательном повышении степени формализации* исходных данных до уровня, который позволяет ввести исходные данные в компьютерную систему, а затем преобразовать исходные данные в информацию; информацию преобразовать в знания; использовать знания для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области.

Рассмотрим подробнее вопросы выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и системе «Эйдос».

**Данные – это информация, записанная на каком-либо носителе или находящаяся в каналах связи и представленная на каком-то языке или в системе кодирования и рассматриваемая безотносительно к ее смысловому содержанию.**

Исходные данные об объекте управления обычно представлены в форме баз данных, чаще всего временных рядов, т.е. данных, привязанных ко времени. В соответствии с методологией и технологией автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), развиваемой проф. Е.В.Луценко, для управления и принятия решений использовать непосредственно исходные данные не представляется возможным. Точнее сделать это можно, но результат управления при таком подходе оказывается мало чем отличающимся от случайного. Для реального же решения задачи управления необходимо предварительно преобразовать данные в информацию, а ее в знания о том, какие воздействия на корпорацию к каким ее изменениям обычно, как показывает опыт, приводят.

**Информация есть осмысленные данные.**

Смысл данных, в соответствии с концепцией смысла Шенка-Абельсона, состоит в том, что известны причинно-следственные зависимости между событиями, которые описываются этими данными. Таким образом, данные преобразуются в информацию в результате операции, которая называется «Анализ данных», которая состоит из двух этапов:

1. Выявление событий в данных (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и преобразование с их использованием исходных данных в обучающую выборку, т.е. в базу событий – эвентологическую базу).

2. Выявление причинно-следственных зависимостей между событиями.

В случае систем управления событиями в данных являются совпадения определенных значений входных факторов и выходных параметров объекта управления, т.е. по сути, случаи перехода объекта управления в определенные будущие состояния под действием определенных сочетаний значений управляющих факторов. Качественные значения входных факторов и выходных параметров естественно формализовать в форме лингвистических переменных. Если же входные факторы и выходные параметры являются числовыми, то их значения измеряются с некоторой погрешностью и фактически представляют собой интервальные числовые значения, которые также могут быть представлены или формализованы в форме лингвистических переменных (типа: «малые», «средние», «большие» значения экономических показателей).

Какие же математические меры могут быть использованы для количественного измерения силы и направления причинно-следственных зависимостей?

Наиболее очевидным ответом на этот вопрос, который обычно первым всем приходит на ум, является: «Корреляция». Однако, в статистике это хорошо известно, что это совершенно не так. Для преобразования исходных данных в информацию необходимо не только выявить события в этих данных, но и найти причинно-следственные связи между этими событиями. В АСК-анализе предлагается 7 количественных мер причинно-следственных связей, основной из которых является семантическая мера целесообразности информации по А.Харкевичу.

**Знания** – это информация, полезная для достижения целей<sup>31</sup>.

Значит для преобразования информации в знания необходимо:

1. Поставить цель (классифицировать будущие состояния моделируемого объекта на целевые и нежелательные).
2. Оценить полезность информации для достижения этой цели (знак и силу влияния).

Второй пункт, по сути, выполнен при преобразовании данных в информацию. Поэтому остается выполнить только первый пункт, т.к. классифицировать будущие состояния объекта управления как желательные (целевые) и нежелательные.

Знания могут быть представлены в различных формах, характеризующихся различной степенью формализации:

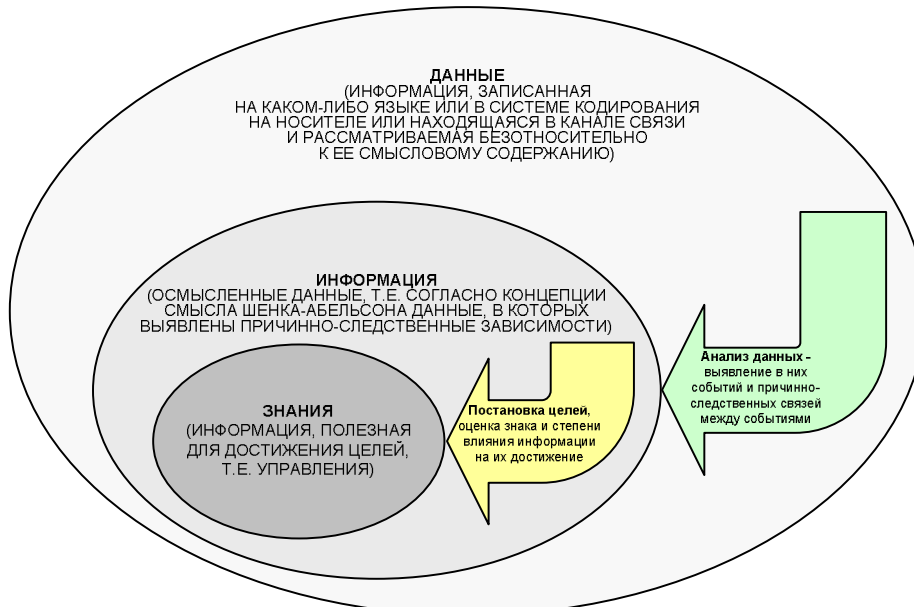
- вообще неформализованные знания, т.е. знания в своей собственной форме, ноу-хау (мышление без вербализации есть медитация);
- знания, формализованные в естественном вербальном языке;
- знания, формализованные в виде различных методик, схем, алгоритмов, планов, таблиц и отношений между ними (базы данных);
- знания в форме технологий, организационных, производственных, социально-экономических и политических структур;
- знания, формализованные в виде математических моделей и методов представления знаний в автоматизированных интеллектуальных системах (логическая, фреймовая, сетевая, продукционная, нейросетевая, нечеткая и другие).

Таким образом, для решения сформулированной проблемы необходимо осознанно и целенаправленно **последовательно повышать степень формализации** исходных данных до уровня, который позволяет ввести исходные данные в интеллектуальную систему, а затем:

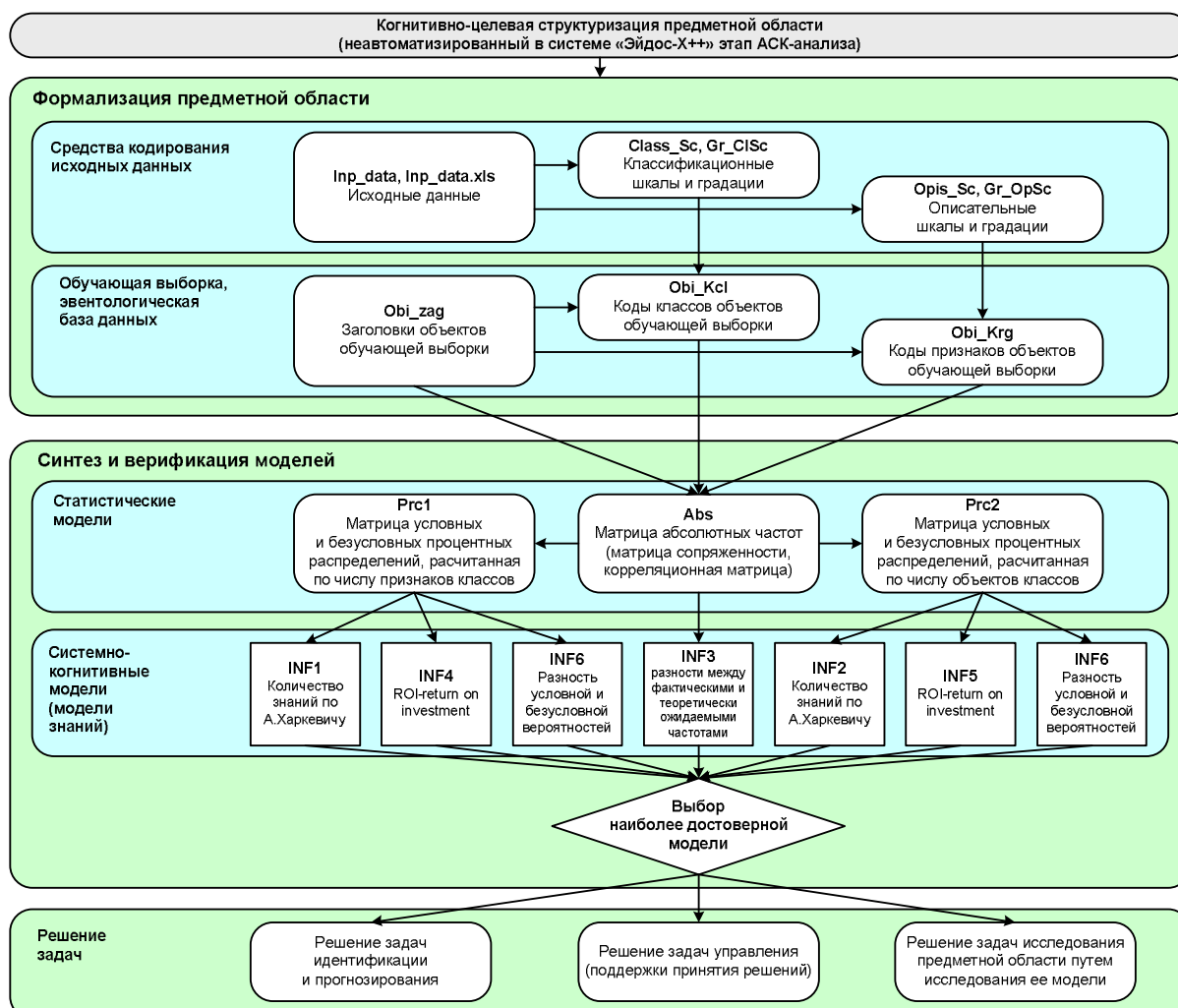
- преобразовать исходные данные в информацию;
- преобразовать информацию в знания;
- использовать знания для решения задач управления, принятия решений и исследования предметной области (рисунок 14).

<sup>31</sup> Основные публикации автора АСК-анализа по вопросам выявления, представления и использования знаний: <http://www.twirpx.com/file/793311/>, Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л., Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 042110001210197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

## О соотношении содержания понятий: «Данные», «Информация» и «Знания»



## Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос-Х++»



**Рисунок 14. Соотношение содержания понятий: «Данные», «Информация», «Знания» и этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям**



АСК-анализ имеет следующие этапы [7]:

- когнитивно-целевая структуризация предметной области;
- формализация предметной области (формирование классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки);
- синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей;
- решение задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области в наиболее достоверных из созданных моделей.

Единственный неавтоматизированный в системе «Эйдос» этап – это первый, а остальные приведены на рисунке 14.

АСК-анализ имеет ряд особенностей, которые обусловили его выбор в качестве метода решения проблемы:

1. Имеет *теоретическое обоснование*, основой которого является *семантическая мера целесообразности информации* А.Харкевича.

2. Обеспечивает *корректную сопоставимую количественную* обработку *разнородных* по своей природе факторов, измеряемых в *различных единицах* измерения, *высокую точность* и независимость результатов расчетов от единиц измерения исходных данных.

3. Обеспечивает построение *многомерных моделей* объекта моделирования непосредственно на основе *неполных и искаженных* эмпирических данных о нем.

4. Имеет развитую и *доступную программную реализацию* в виде универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос».

Очень важно, что этот инструментарий и методики его использования для решения сформулированных задач могут быть доступны всем заинтересованным сторонам не только на федеральном уровне, но и в самих вузах, что позволит им осуществлять аудиторскую самооценку и видеть свое место и динамику среди других вузов. Это позволит руководителям вузов принимать более осознанные и научно обоснованные решения, направленные на повышение эффективности и рейтинга их вуза. Конечно, для реализации на практике регулярного рейтингового анализа вузов необходимо создание соответствующей достаточно разветвленной инфраструктуры.

Более подробному и конкретному исследованию связанных с этим вопросов и посвящена данная работа, в которой далее кратко расстраивается университетский рейтинг Гардиан (который выбран просто в качестве примера), а затем приводится численный пример его реализации в форме приложения интеллектуальной системы «Эй-

дос». Отметим, что создание этого приложения *не требует программирования* [147, 151, 233], т.е. система «Эйдос» анализирует исходные данные рейтинга и строит модель, в которой отражено как влияют значения частных критериев на значение интегрального критерия, т.е. на итоговую общую оценку рейтинга вуза.

### **6.2.2.2.3. Частные критерии университетского рейтинга Гардиан**

Университетский рейтинг Гардиан<sup>32</sup> выгодно отличается от других тем, что измеряет качество преподавания, использования учебных ресурсов, а также оценивает уровень исследовательской деятельности, что очень полезно для тех, кто интересуется послевузовскими программами – магистратурой, докторантурой и проч.

Как указано на официальном сайте рейтинга<sup>10</sup> в нем используются следующие **частные критерии**:

1. Качество преподавания, которое оценивается национальным студенческим исследованием (NSS): процент удовлетворенных студентов.
2. Получение обратной связи от преподавателя и качество заданий. Оценивается опросом NSS, в котором устанавливается процент удовлетворенных студентов.
3. Результаты опроса NSS, в котором оценивается процент студентов, удовлетворенных общим качеством выбранной программы.
4. Затраты на студента – оценка по 10-балльной шкале.
5. Соотношение студент – работник вуза: количество студентов на штатную единицу университета.
6. Карьерные перспективы: процент выпускников, сумевших найти работу или продолжить обучение в течение полугода после окончания вуза.
7. Уровень прогресса студентов на основе сравнения университетских результатов с оценками предыдущего сертификата (обычно, школьного или университетского): оценка по 10-балльной шкале. Данный показатель демонстрирует, насколько преподавательский состав способен повлиять на улучшение успеваемости студентов.
8. Проходной балл при поступлении в вуз на основе оценок предыдущего сертификата обучения (школьный или университетский сертификат).

<sup>32</sup> <http://www.theguardian.com/education/table/2011/may/17/university-league-table-2012>

Отметим, что считаем важным достоинством данного рейтинга то, что он ведется по различным направлениям подготовки, которых 45 (таблица 15):

**Таблица 15 – Направления подготовки, по которым проводился университетский рейтинг Гардиан**

| №  | Наименование                                    |
|----|---|
| 1  | Agriculture, forestry and food                  |
| 2  | American studies                                |
| 3  | Anatomy and physiology                          |
| 4  | Anthropology                                    |
| 5  | Archaeology and Forensics                       |
| 6  | Architecture                                    |
| 7  | Art and design                                  |
| 8  | Biosciences                                     |
| 9  | Building and town and country planning          |
| 10 | Business and management studies                 |
| 11 | Chemistry                                       |
| 12 | Classics  |
| 13 | Computer sciences and IT                        |
| 14 | Dentistry                                       |
| 15 | Drama and dance                                 |
| 16 | Earth and marine sciences                       |
| 17 | Economics                                       |
| 18 | Education                                       |
| 19 | Engineering: chemical                           |
| 20 | Engineering: civil                              |
| 21 | Engineering: electronic and electrical          |
| 22 | Engineering: general                            |
| 23 | Engineering: materials and mineral              |
| 24 | Engineering: mechanical                         |
| 25 | English   |
| 26 | Geography and environmental studies             |
| 27 | History and history of art                      |
| 28 | Law   |
| 29 | Mathematics                                     |
| 30 | Media studies, communications and librarianship |
| 31 | Medicine  |
| 32 | Modern languages and linguistics                |
| 33 | Music   |
| 34 | Nursing and paramedical studies                 |
| 35 | Pharmacy and pharmacology                       |
| 36 | Philosophy                                      |
| 37 | Physics   |
| 38 | Politics  |
| 39 | Psychology                                      |
| 40 | Religious studies and theology                  |
| 41 | Social policy and administration                |
| 42 | Sociology                                       |
| 43 | Sports science                                  |
| 44 | Tourism, transport and travel                   |
| 45 | Veterinary science                              |

В университетском рейтинге Гардиан содержатся рейтинги 155 вузов. Однако интегральный критерий, позволяющий получить рейтинговую оценку вуза на основе установленных для него значений частных критериев, на официальном сайте рейтинга Гардиан<sup>33</sup> не приводится. Поэтому для того, чтобы применить данный рейтинг на практике необходимо реконструировать его интегральный критерий и соз-

<sup>33</sup> <http://www.theguardian.com/education/table/2011/may/17/university-league-table-2012>

дать модель, отражающую силу и знак связи между значениями частных критериев и значениями интегрального критерия. Решим эту задачу в системе «Эйдос» на численном примере на основе реальных данных рейтинга Гардиан.

## 6.2.2.3. Численный пример

### 6.2.2.3.1. Источники исходных данных

В нижней части одной из страниц официального сайта университетского рейтинга Гардиан<sup>34</sup> есть ссылка на Excel-таблицу, которую мы использовали в качестве исходных данных:

***Download the data***

- **DATA: download the full spreadsheet.**

Кликнув по этой ссылке, мы получаем on-line доступ к этой Excel-таблице (рисунок 15):

| Uni group                         | Heasa code | 2012 max tuition fee | 2009/10 full-time first degree students | 2008/09 drop-out rate (all first degree entrants) | Average Teaching Score | NSS Teaching (%) | NSS Overall (%) | Expenditure per student 10 | Student:sta ratio | Career prospects (%) | Value added score/10 | Entry Tariff | NSS Feedback (%) |
|-----------------------------------|------------|----------------------|---|---|------------------------|------------------|-----------------|----------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|--------------|------------------|
| Million +                         | 47         | 8.300                | 8.738                                   | 9.9   | 47.8                   | 77               | 70              | 7.7                        | 22.7              | 50                   | 5.2                  | 252          | 67               |
| Million+                          | 78         | 8.500                | 7.667                                   | 13.3  | 59.7                   | 83               | 82              | 6.7                        | 15.8              | 51                   | 6.2                  | 244          | 68               |
| University Alliac                 | 74         | 8.500                | 15.348                                  | 7.8   | 49.9                   | 85               | 84              | 4.9                        | 20.5              | 52                   | 3.3                  | 282          | 66               |
| Guaid HE                          | 46         | 8.100                | 4.141                                   | 8.6   | 44.2                   | 81               | 78              | 4.4                        | 21.9              | 53                   | 5.7                  | 265          | 64               |
| Million+                          | 56         | 9.000                | 12.555                                  | 8.9   | 54.5                   | 80               | 78              | 3.3                        | 15.7              | 56                   | 7.2                  | 294          | 65               |
| University Alliac                 | 69         | 8.500                | 15.450                                  | 8.1   | 56.9                   | 82               | 82              | 4.5                        | 20.3              | 65                   | 6.0                  | 298          | 66               |
| University Alliac                 | 89         | 8.500                | 6.828                                   | 8.5   | 53.1                   | 81               | 81              | 4.1                        | 20.7              | 51                   | 6.1                  | 266          | 68               |
| Million+                          | 47         | 8.300                | 18.043                                  | 6.8   | 54.2                   | 81               | 79              | 4.4                        | 19.8              | 57                   | 7.2                  | 286          | 63               |
| Million+                          | 94         | 6.355                | 9.4                                     | 6.355   | 54.5                   | 85               | 82              | 5.2                        | 22.9              | 49                   | 8.5                  | 236          | 70               |
| OpenDocument Format (ODS)         | 9.000      | 5.888                | 9.3                                     | 59.5  | 83                     | 78               | 3.3             | 17.2                       | 58                | 4.8                  | 270                  | 68           |                  |
| Document PDF                      | 8.500      | 7.158                | 9.2                                     | 55.2  | 82                     | 82               | 5.2             | 19.5                       | 57                | 5.3                  | 266                  | 72           |                  |
| TSV (текущий лист)                | 9.000      | 12.233               | 10.7                                    | 47.3  | 82                     | 82               | 3.9             | 17.5                       | 47                | 4.1                  | 256                  | 68           |                  |
| CSV-файл (текущий лист)           |            | 10.018               | 5.3                                     | 47.1  | 84                     | 84               | 3.9             | 16.5                       | 56                | 4.3                  | 311                  | 64           |                  |
| TSV (текущий лист)                |            | 3.164                | 11.5                                    | 39.1  | 79                     | 72               | 3.8             | 22.5                       | 51                | 3.0                  | 249                  | 69           |                  |
| Веб-страница (HTML, текущий лист) | 9.000      | 12.341               | 7.1                                     | 41.7  | 80                     | 78               | 3.5             | 23.8                       | 51                | 4.3                  | 278                  | 64           |                  |
| Million+                          | 87         | 8.500                | 3.089                                   | 6.7   | 56.2                   | 87               | 84              | 3.3                        | 16.6              | 51                   | 4.4                  | 286          | 70               |
| University Alliac                 | 88         | 9.000                | 15.244                                  | 9.1   | 47.5                   | 81               | 80              | 4.5                        | 19.9              | 48                   | 7.2                  | 241          | 62               |
| University Alliac                 | 61         | 7.950                | 10.594                                  | 12.4  | 58.0                   | 81               | 78              | 4.4                        | 18.4              | 64                   | 5.6                  | 266          | 72               |
| Million+                          | 12         | 7.288                | 7.9                                     | 43.1  | 84                     | 82               | 3.5             | 18.6                       | 60                | 4.4                  | 246                  | 64           |                  |
| Million+                          | 26         | 7.902                | 12.8                                    | 44.5  | 81                     | 76               | 6.2             | 19.1                       | 57                | 4.1                  | 187                  | 64           |                  |
| Million +                         | 66         | 9.000                | 22.778                                  | 11.4  | 42.7                   | 79               | 75              | 3.2                        | 20.6              | 52                   | 4.8                  | 270          | 63               |
| Guaid HE                          | 14         | 7.800                | 1.872                                   | 10.0  | 41.7                   | 86               | 83              | 2.2                        | 26.2              | 59                   | 4.1                  | 237          | 67               |
| Guaid HE                          | 21         | 8.500                | 3.973                                   | 7.7   | 53.6                   | 83               | 79              | 2.5                        | 17.7              | 49                   | 6.1                  | 274          | 67               |
| Guaid HE                          | 38         | 8.400                | 4.729                                   | 10.6  | 48.7                   | 78               | 70              | 5.6                        | 15.3              | 63                   | 4.3                  | 259          | 65               |
| Million+                          | 64         | 8.500                | 16.302                                  | 8.6   | 44.5                   | 78               | 77              | 4.0                        | 20.6              | 51                   | 4.4                  | 267          | 62               |
| Million+                          | 57         | 7.995                | 9.297                                   | 11.3  | 47.1                   | 82               | 79              | 4.1                        | 20.5              | 48                   | 4.9                  | 247          | 67               |
| University Alliac                 | 80         | 8.500                | 15.375                                  | 8.9   | 52.9                   | 83               | 82              | 4.8                        | 18.5              | 54                   | 0.0                  | 242          | 65               |
| University Alliac                 | 62         | 9.000                | 8.283                                   | 5.9   | 56.3                   | 84               | 83              | 3.4                        | 19.7              | 53                   | 5.0                  | 288          | 70               |
| University Alliac                 | 83         | 9.000                | 11.813                                  | 11.3  | 49.0                   | 75               | 73              | 4.0                        | 17.1              | 49                   | 7.5                  | 271          | 60               |
| Glyndwr                           | 87         | 2.670                | 12.4                                    | 44.5  | 81                     | 74               | 3.6             | 22.5                       | 62                | 4.3                  | 219                  | 69           |                  |
| Edge Hill                         | 16         | 9.000                | 6.663                                   | 12.7  | 59.9                   | 86               | 83              | 3.3                        | 18.5              | 59                   | 3.4                  | 258          | 74               |
| Million+                          | 96         | 3.257                | 7.1                                     | 43.2  | 85                     | 82               | 2.7             | 19.4                       | 55                | 4.6                  | 242                  | 62           |                  |
| Million+                          | 31         | 8.250                | 5.931                                   | 8.1   | 45.8                   | 82               | 79              | 3.4                        | 18.8              | 54                   | 5.4                  | 256          | 60               |
| Million +                         | 13         | 8.500                | 3.681                                   | 0.0   | 46.5                   | 85               | 81              | 5.8                        | 21.2              | 48                   | 4.0                  | 289          | 72               |
| Million+                          | 67         | 9.000                | 11.572                                  | 15.5  | 52.2                   | 78               | 78              | 7.2                        | 21.0              | 51                   | 6.4                  | 206          | 66               |
| University Alliac                 | 65         | 9.000                | 14.889                                  | 11.1  | 40.6                   | 77               | 77              | 4.0                        | 20.9              | 48                   | 5.7                  | 258          | 61               |

Рисунок 15. Excel-таблица исходных данных по университетскому рейтингу Гардиан с официального сайта рейтинга (фрагмент)

<sup>34</sup> <http://www.theguardian.com/news/datablog/2011/may/17/university-guide-2012-data-guardian>

Чтобы скачать эту таблицу на локальном компьютере нужно кликнуть слева вверху по пункту меню «Файл», а затем выбрать: «Сохранить как» и указать тип файла.

### **6.2.2.3.2. Подготовка исходных данных для системы «Эйдос»**

Однако в соответствии с 1-м и единственным не автоматизированным в системе «Эйдос» этапом АСК-анализа, который называется: «Когнитивно-целевая структуризация предметной области» перед созданием интеллектуального приложения мы должны определиться, что мы хотим определять с помощью модели и на основе чего.

В данной задаче для каждого университета по значениям его показателей мы бы хотели определить:

- обобщающий рейтинг Гардиан (**Guardian score/100**);
- рейтинг по каждому из направлений подготовки (**Rank**), перечисленных в таблице 15;
- основное (профилирующее) направление подготовки (**Field of study**).
- само наименование университета (**Name of Institution**).

Наименования показателей университета:

1. % Satisfied with Teaching.
2. % Satisfied overall with course.
3. Expenditure per student (FTE).
4. Student:staff ratio.
5. Career prospects.
6. Value added score/10.
7. Average Entry Tariff.
8. % Satisfied with Assessment.

Перевод этих показателей на русский язык приведен в разделе 2.3.

Учитывая эти результаты выполнения 1-го этапа АСК-анализа, перед для вводом данных в систему «Эйдос», таблицу, скачанную на предыдущем шаге с официального сайта рейтинга Гардиан и приведенную на рисунке 15, необходимо преобразовать в такую форму, которая бы отражала те способы группировки данных по университетам, которые нас интересуют и соответствовала бы требованиям системы «Эйдос» к внешним базам исходных данных (рисунок 16):



**Рисунок 16. Экранная форма системы «Эйдос» с описанием требований к внешним базам исходных данных**

Для этого преобразуем таблицу, приведенную на рисунке 15, следующим образом:

1. Добавим лист (вкладку) с наименованием: «Inp\_data» на 1-ю позицию. На этом листе будет формироваться результат для ввода данных всех данных по рейтингу в систему «Эйдос».

2. Переименуем наименования всех вкладок с рейтингами по направлениям подготовки, полностью убирая текстовое наименование направления подготовки и оставляя только его номер (код). Это нужно для того, чтобы проще было писать формулы со ссылками на листы с информацией о рейтингах по направлениям подготовки.

3. Добавим отладочную страницу «Р», на которой апробируем способ отображения абсолютного рейтинга в относительный (нормированный). Дело в том, что в таблице на рисунке 15 в каждом рейтинге по направлению подготовки участвует разное число университетов, а рейтингом является просто порядковый номер в списке. В результате рейтинги по направлениям подготовки изменяются в различных пределах от 1 до числа университетов, имеющих данное направление

подготовки. В результате такие рейтинги оказываются **несопоставимыми**, что нас не устраивает. Чтобы преодолеть эту проблему мы нормировали абсолютные рейтинги по направлениям подготовки к 10-бальной числовой шкале, т.е. преобразовали их в относительные. Можно было взять и любое другое число градаций шкалы, но мы посчитали, что такая шкала обеспечивает необходимую и достаточную для практики точность. Кроме того этот лист мы затем используем для модификации листов с рейтингами по направлениям подготовки. В таблице 16 приведены результат нормирования абсолютного рейтинга с 27 градациями и формулы, с помощью которых это делается.

**Таблица 16 – Способ и результат нормирования абсолютного рейтинга по направлению подготовки**

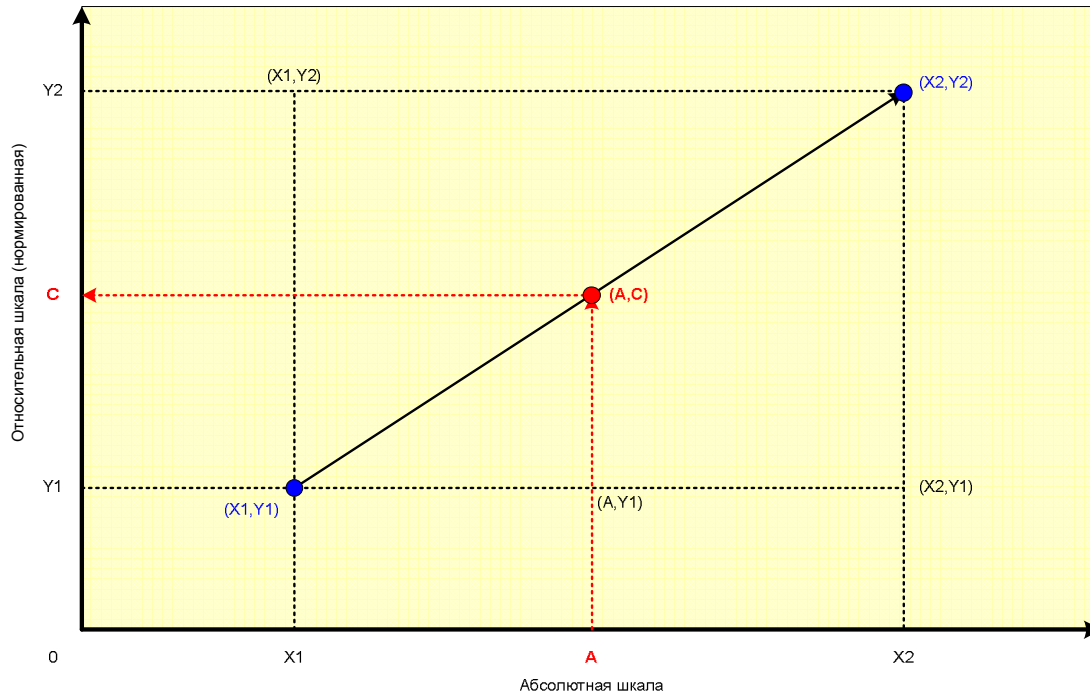
Результат нормирования абсолютного рейтинга

|    | A                | B  | C                |
|----|------------------|----|------------------|
| 1  | X1=              | 1  |                  |
| 2  | X2=              | 27 |                  |
| 3  | Y1=              | 1  |                  |
| 4  | Y2=              | 10 |                  |
| 5  |                  |    |                  |
| 6  | Абсолют. рейтинг |    | Относит. рейтинг |
| 7  | 1                |    | 1,00             |
| 8  | 2                |    | 1,35             |
| 9  | 3                |    | 1,69             |
| 10 | 4                |    | 2,04             |
| 11 | 5                |    | 2,38             |
| 12 | 6                |    | 2,73             |
| 13 | 7                |    | 3,08             |
| 14 | 8                |    | 3,42             |
| 15 | 9                |    | 3,77             |
| 16 | 10               |    | 4,12             |
| 17 | 11               |    | 4,46             |
| 18 | 12               |    | 4,81             |
| 19 | 13               |    | 5,15             |
| 20 | 14               |    | 5,50             |
| 21 | 15               |    | 5,85             |
| 22 | 16               |    | 6,19             |
| 23 | 17               |    | 6,54             |
| 24 | 18               |    | 6,88             |
| 25 | 19               |    | 7,23             |
| 26 | 20               |    | 7,58             |
| 27 | 21               |    | 7,92             |
| 28 | 22               |    | 8,27             |
| 29 | 23               |    | 8,62             |
| 30 | 24               |    | 8,96             |
| 31 | 25               |    | 9,31             |
| 32 | 26               |    | 9,65             |
| 33 | 27               |    | 10,00            |

Способ (формулы) нормирования абсолютного рейтинга

| A                  | B    | C  |
|--------------------|------|--|
| X1=                | =A7  |  |
| X2=                | =A33 |  |
| Y1=                | 1    |  |
| Y2=                | 10   |  |
|                    |      |  |
| Абсолютный рейтинг |      | Относительный рейтинг                    |
| 1                  |      | =B\$3+(A7-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3)  |
| 2                  |      | =B\$3+(A8-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3)  |
| 3                  |      | =B\$3+(A9-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3)  |
| 4                  |      | =B\$3+(A10-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 5                  |      | =B\$3+(A11-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 6                  |      | =B\$3+(A12-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 7                  |      | =B\$3+(A13-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 8                  |      | =B\$3+(A14-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 9                  |      | =B\$3+(A15-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 10                 |      | =B\$3+(A16-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 11                 |      | =B\$3+(A17-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 12                 |      | =B\$3+(A18-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 13                 |      | =B\$3+(A19-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 14                 |      | =B\$3+(A20-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 15                 |      | =B\$3+(A21-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 16                 |      | =B\$3+(A22-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 17                 |      | =B\$3+(A23-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 18                 |      | =B\$3+(A24-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 19                 |      | =B\$3+(A25-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 20                 |      | =B\$3+(A26-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 21                 |      | =B\$3+(A27-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 22                 |      | =B\$3+(A28-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 23                 |      | =B\$3+(A29-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 24                 |      | =B\$3+(A30-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 25                 |      | =B\$3+(A31-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 26                 |      | =B\$3+(A32-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |
| 27                 |      | =B\$3+(A33-B\$1)/(B\$2-B\$1)*(B\$4-B\$3) |

Получим выражение для линейного отображения абсолютной шкалы, с числом градаций  $X_2$  в относительную шкалу, с заданным числом градаций  $Y_2$  (рисунок 17):



**Рисунок 17. К выводу выражения для линейного отображения абсолютной шкалы в относительную шкалу (линейная нормировка абсолютной шкалы)**

Из рисунка 17 видно, что:

$$\frac{C - Y_1}{A - X_1} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

Откуда получаем искомое выражение для нормировки:

$$C = Y_1 + \frac{A - X_1}{X_2 - X_1} (Y_2 - Y_1)$$

где:

$C$  – относительный рейтинг;

$A$  – абсолютный рейтинг;

$Y_1$  – значение начальной градации шкалы относительного рейтинга;

$Y_2$  – значение конечной градации шкалы относительного рейтинга (число градаций, если  $Y_1 = 1$ );

$X_1$  – значение начальной градации шкалы абсолютного рейтинга;

$X_2$  – значение конечной градации шкалы абсолютного рейтинга (число градаций, если  $X_1 = 1$ ).

Этому выражению можно придать вид линейного уравнения, но нам в этом нет необходимости.



4. На следующем шаге:

- копируем таблицу для нормировки абсолютных шкал на все листы с рейтингами по направлениям подготовки;
- корректируем значение  $X_2$  на фактическое в данной абсолютной шкале.

В результате и получаем такие листы (таблица 17):

**Таблица 17 – Преобразование абсолютного рейтинга по направлению подготовки: «Медицина» в относительный (нормированный)**

| Medicine |                                |                    |                           |                                 |                               |                     |                  |                      |                      |                             |      |
|----------|--------------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------|
| Rank     | Name of Institution            | Guardian score/100 | % Satisfied with Teaching | % Satisfied overall with course | Expenditure per student (FTE) | Student:staff ratio | Career prospects | Value added score/10 | Average Entry Tariff | % Satisfied with Assessment | Rank |
| 1        | Oxford                         | 100,0              | 99                        | 96                              |                               | 7,0                 | 100              | 7                    | 552                  | 83                          |      |
| 2        | Cambridge                      | 92,8               | 92                        | 92                              | 10                            | 6,7                 | 98               | 2                    | 578                  | 59                          |      |
| 3        | Edinburgh                      | 90,3               | 94                        | 92                              | 10                            | 5,7                 | 99               | 4                    | 531                  | 52                          |      |
| 4        | Dundee                         | 86,2               | 95                        | 94                              | 10                            | 5,1                 | 100              | 6                    | 498                  | 64                          |      |
| 5        | UCL                            | 80,7               | 91                        | 91                              | 6                             | 4,8                 | 100              | 9                    | 532                  | 58                          |      |
| 6        | Imperial College               | 67,1               | 92                        | 90                              | 7                             | 6,9                 | 100              | 3                    | 507                  | 44                          |      |
| 7        | Leicester                      | 65,2               | 92                        | 90                              | 5                             | 6,4                 | 99               | 5                    | 497                  | 50                          |      |
| 8        | Newcastle                      | 64,0               | 96                        | 98                              | 4                             | 7,7                 | 100              | 5                    | 488                  | 55                          |      |
| 8        | Peninsula Medical School       | 64,0               | 92                        | 89                              | 7                             | 9,1                 | 100              | 4                    | 487                  | 62                          |      |
| 10       | Nottingham                     | 63,7               | 92                        | 89                              | 3                             | 7,0                 | 99               | 4                    | 518                  | 48                          |      |
| 11       | King's College London          | 62,3               | 89                        | 85                              | 5                             | 4,9                 | 100              | 6                    | 486                  | 43                          |      |
| 12       | Warwick                        | 61,2               | 90                        | 85                              | 8                             | 8,7                 | 100              | 9                    |                      | 42                          |      |
| 13       | Leeds                          | 55,2               | 88                        | 85                              | 6                             | 8,5                 | 100              | 6                    | 490                  | 50                          |      |
| 14       | Hull York Medical School       | 54,2               | 89                        | 87                              | 4                             | 9,9                 | 100              | 8                    | 492                  | 54                          |      |
| 15       | Manchester                     | 53,8               | 80                        | 67                              | 8                             | 8,7                 | 99               | 9                    | 496                  | 35                          |      |
| 15       | Sheffield                      | 53,8               | 91                        | 89                              | 3                             | 8,5                 | 100              | 4                    | 495                  | 55                          |      |
| 17       | Aberdeen                       | 52,0               | 92                        | 93                              | 4                             | 9,0                 | 99               | 6                    | 444                  | 66                          |      |
| 18       | Brighton Sussex Medical School | 51,9               | 90                        | 86                              | 4                             | 12,4                | 100              | 7                    |                      | 55                          |      |
| 18       | Queen Mary                     | 51,9               | 82                        | 77                              | 4                             | 9,0                 | 100              | 8                    | 499                  | 44                          |      |
| 20       | St George's Medical School     | 50,7               | 89                        | 90                              | 6                             | 10,9                | 99               | 6                    | 473                  | 54                          |      |
| 21       | Southampton                    | 49,5               | 87                        | 83                              | 4                             | 8,8                 | 99               | 7                    | 484                  | 43                          |      |
| 22       | St Andrews                     | 48,8               | 96                        | 97                              | 2                             | 12,7                | 96               | 1                    | 504                  | 59                          |      |
| 23       | Glasgow                        | 47,5               | 79                        | 65                              | 5                             | 7,6                 | 99               | 5                    | 510                  | 33                          |      |
| 24       | UEA                            | 45,0               | 90                        | 87                              | 3                             | 8,6                 | 100              | 9                    | 438                  | 54                          |      |
| 25       | Birmingham                     | 44,2               | 91                        | 83                              | 3                             | 10,1                | 99               | 3                    | 516                  | 30                          |      |
| 26       | Queen's, Belfast               | 42,3               | 89                        | 86                              | 4                             | 10,1                | 100              | 3                    | 460                  | 50                          |      |
| 27       | Liverpool                      | 38,9               | 75                        | 66                              | 4                             | 8,9                 | 100              | 4                    | 485                  | 31                          |      |
| 28       | Bristol                        | 38,0               | 85                        | 68                              | 6                             | 11,0                | 100              | 4                    | 486                  | 24                          |      |
| 29       | Keele                          | 32,0               | 84                        | 62                              | 3                             | 10,1                | 100              | 7                    | 450                  | 27                          |      |
| 30       | Cardiff                        | 28,8               | 79                        | 58                              | 3                             | 11,1                | 100              | 8                    | 487                  | 19                          |      |

| X1=1  |  |       |    |
|-------|--|-------|----|
|       |  |       |    |
| X2=30 |  |       |    |
| Y1=1  |  | 1,00  | 1  |
| Y2=10 |  | 1,31  | 1  |
|       |  | 1,62  | 2  |
|       |  | 1,93  | 2  |
|       |  | 2,24  | 2  |
|       |  | 2,55  | 3  |
|       |  | 2,86  | 3  |
|       |  | 3,17  | 3  |
|       |  | 3,17  | 3  |
|       |  | 3,79  | 4  |
|       |  | 4,10  | 4  |
|       |  | 4,41  | 4  |
|       |  | 4,72  | 5  |
|       |  | 5,03  | 5  |
|       |  | 5,34  | 5  |
|       |  | 5,34  | 5  |
|       |  | 5,97  | 6  |
|       |  | 6,28  | 6  |
|       |  | 6,28  | 6  |
|       |  | 6,90  | 7  |
|       |  | 7,21  | 7  |
|       |  | 7,52  | 8  |
|       |  | 7,83  | 8  |
|       |  | 8,14  | 8  |
|       |  | 8,45  | 8  |
|       |  | 8,76  | 9  |
|       |  | 9,07  | 9  |
|       |  | 9,38  | 9  |
|       |  | 9,69  | 10 |
|       |  | 10,00 | 10 |

Отметим, что значение  $Y_2=10$  во всех листах берется с листа «Р» с исходной таблицей для преобразования абсолютных шкал в относительные, и, если его изменить там, то оно сразу меняется на всех листах с рейтингами по направлениям подготовки.

5. Затем формируем лист для ввода данных в систему «Эйдос». Для этого мы собираем на одном листе данные со всех листов с рейтингами по направлениям подготовки (таблица 18):





том бесплатном доступе (около 50 Мб). Обновление имеет объем около 3 Мб.<sup>35</sup>


## ИНСТРУКЦИЯ по скачиванию и установке системы «Эйдос» (объем около 50 Мб)

Система не требует инсталляции, не меняет никаких системных файлов и содержимого папок операционной системы, т.е. является портативной (portable) программой. Но чтобы она работала необходимо аккуратно выполнить следующие пункты.

1. Скачать самую новую на текущий момент версию системы «Эйдос-Х++» по ссылкам:


<http://lc.kubagro.ru/a.rar> или: <http://lc.kubagro.ru/Aidos-X.exe> (ссылки для обновления системы даны в режиме 6.2).

2. Разархивировать этот архив в любую папку с правами на запись с коротким латинским именем и путем доступа, включающим только папки с такими же именами (лучше всего в корневого каталога какого-нибудь диска).


3. Запустить систему. Файл запуска:  \_AIDOS-X.exe \*

4. Задать имя: 1 и пароль: 1 (потом их можно поменять в режиме 1.2).


5. Перед тем как запустить новый режим НЕОБХОДИМО ЗАВЕРШИТЬ предыдущий (Help можно не закрывать). Окна закрываются в порядке, обратном порядку их открытия.

\* Разработана программа:  \_START\_AIDOS.exe», полностью снимающая с пользователя системы «Эйдос-Х++» заботу о проверке наличия и скачивании обновлений. Эту программу надо просто скачать по ссылке: [http://lc.kubagro.ru/Install\\_Aidos-X/\\_START\\_AIDOS.exe](http://lc.kubagro.ru/Install_Aidos-X/_START_AIDOS.exe), поместить в папку с исполнимым модулем системы и всегда запускать систему с помощью этого файла.


При запуске программы \_START\_AIDOS.EXE система Эйдос не должна быть запущена, т.к. она содержится в файле обновлений и при его разархивировании возникнет конфликт, если система будет запущена.

1. Программа  \_START\_AIDOS.exe определяет дату системы Эйдос в текущей папке, и дату обновлений на FTP-сервере не скачивая их, и, если система Эйдос в текущей папке устарела, скачивает обновления. (Если в текущей папке нет исполнимого модуля системы Эйдос, то программа пытается скачать полную инсталляцию системы, но не может этого сделать из-за ограниченной функциональности демо-версии библиотеки Xb2NET.DLL).

2. После этого появляется диалоговое окно с сообщением, что надо сначала разархивировать систему, заменяя все файлы (опция: «Yes to All» или «OverWrite All»), и только после этого закрыть данное окно.

3. Потом программа  \_START\_AIDOS.exe запускает обновления на разархивирование. После окончания разархивирования окно архиватора с отображением стадии процесса исчезает.

4. После закрытия диалогового окна с инструкцией (см. п.2), происходит запуск обновленной версии системы Эйдос на исполнение.

Для работы программы  \_START\_AIDOS.exe необходима библиотека: Xb2NET.DLL, которую можно скачать по ссылке: [http://lc.kubagro.ru/Install\\_Aidos-X/Xb2NET\\_DLL](http://lc.kubagro.ru/Install_Aidos-X/Xb2NET_DLL). Перед первым запуском этой программы данную библиотеку необходимо скачать и поместить либо в папку с этой программой, а значит и исполнимым модулем системы «Эйдос-Х++», либо в любую другую папку, на которую в операционной системе прописаны пути поиска файлов, например в папку: c:\Windows\System32\ . Эта библиотека стоит около 500\$ и у меня ее нет, поэтому я даю только бесплатную демо-версию, которая выдает сообщение об ограниченной функциональности, но для наших целей ее достаточно.

### **Лицензия:**

**Автор отказывается от какой бы то ни было ответственности за Ваш выбор и последствия применения или не применения Вами системы «Эйдос».**

**Проще говоря, пользуйтесь если понравилось, а если не понравилось – не пользуйтесь: решайте сами и сами несите ответственность за Ваше решение.**

### **PS**

Еще считаю важным отметить, что система «Эйдос-Х++» создавалась автором проф.Е.В.Луценко не как программный продукт, т.е. не на продажу, а для применения в учебном процессе и для научных исследований. Поэтому она не соответствует требованиям к программному продукту. Этим обусловлен и выбор языка программирования, который выбран таким образом, чтобы легче было использовать огромные наработки: исходные тексты DOS-версии системы «Эйдос» ver.12.5 (если бы ставилась цель создать программный продукт, то наверное был бы выбран язык JAVA).

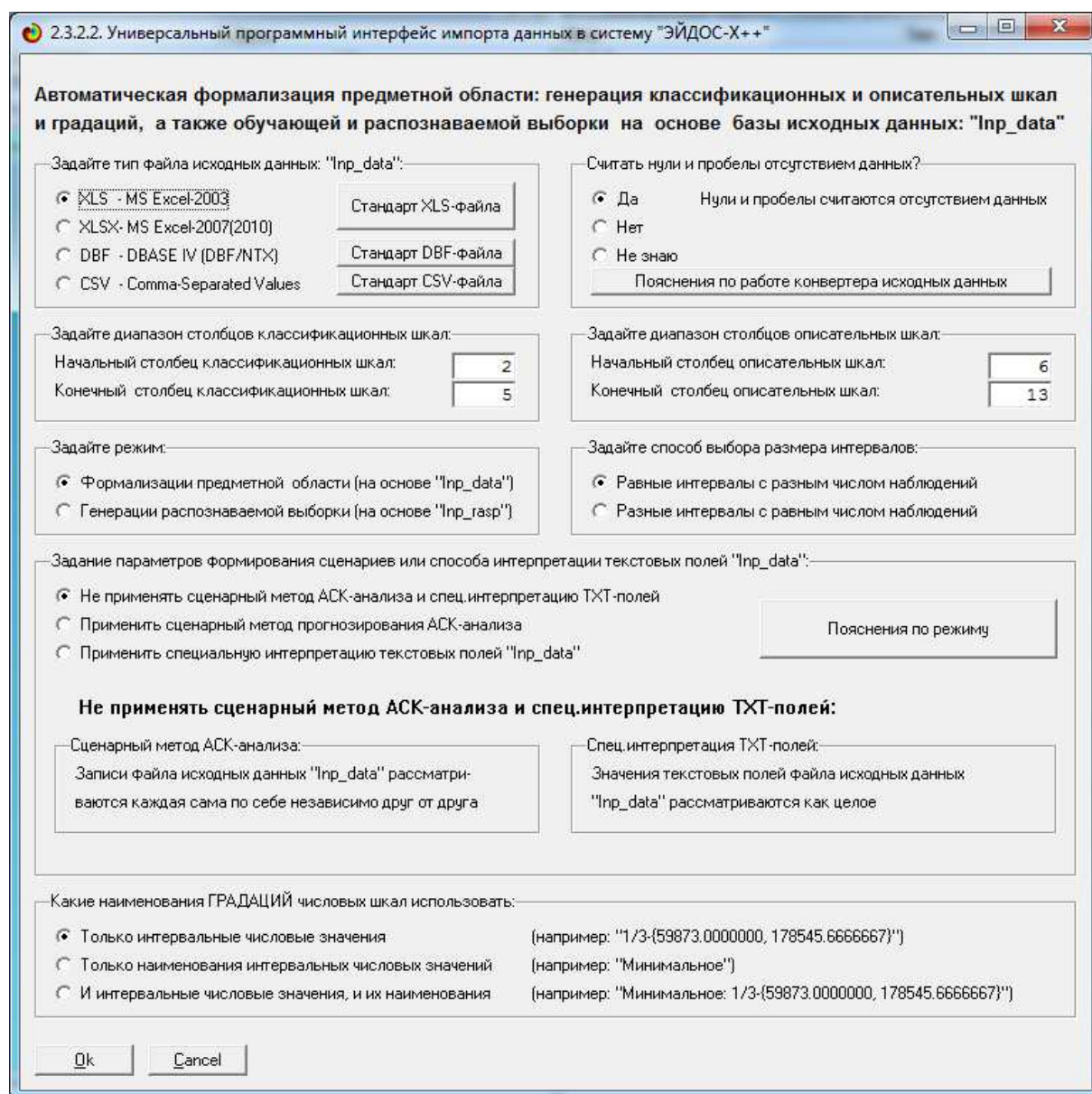
<sup>35</sup> [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)

### 6.2.2.3.4. Ввод исходных данных в систему «Эйдос» с помощью одного и ее программных интерфейсов

Записываем файл исходных данных, приведенный в таблице 18, с именем: Inp\_data.xls в папку с системой (если она на диске С: в корневом каталоге) по пути:

**c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\Inp\_data.xls**

Запускаем систему «Эйдос» и задаем режим 2.3.2.2 с параметрами, указанными на экранной форме (рисунок 18):



2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "ЭЙДОС-X++"

**Автоматическая формализация предметной области: генерация классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки на основе базы исходных данных: "Inp\_data"**

— Задайте тип файла исходных данных: "Inp\_data":

- XLS - MS Excel-2003 Стандарт XLS-файла
- XLSX - MS Excel-2007(2010)
- DBF - DBASE IV (DBF/NTX) Стандарт DBF-файла
- CSV - Comma-Separated Values Стандарт CSV-файла

— Считать нули и пробелы отсутствием данных?

- Да Нули и пробелы считаются отсутствием данных
- Нет
- Не знаю

Пояснения по работе конвертера исходных данных

— Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:

Конечный столбец классификационных шкал:

— Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:

Конечный столбец описательных шкал:

— Задайте режим:

- Формализации предметной области (на основе "Inp\_data")
- Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp\_rasp")

— Задайте способ выбора размера интервалов:

- Равные интервалы с разным числом наблюдений
- Разные интервалы с равным числом наблюдений

— Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp\_data":

- Не применять сценарный метод АСК-анализа и спец. интерпретацию TXT-полей
- Применить сценарный метод прогнозирования АСК-анализа
- Применить специальную интерпретацию текстовых полей "Inp\_data"

Пояснения по режиму

**Не применять сценарный метод АСК-анализа и спец. интерпретацию TXT-полей:**

— Сценарный метод АСК-анализа:

Записи файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются каждая сама по себе независимо друг от друга

— Спец. интерпретация TXT-полей:

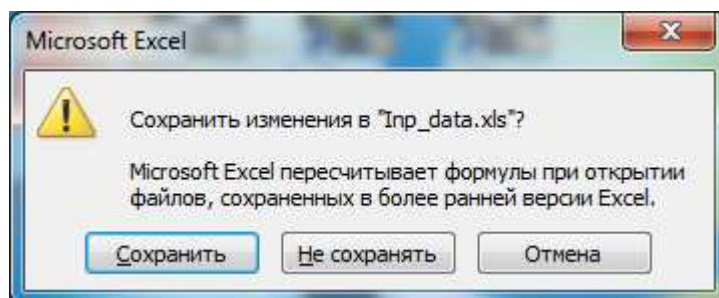
Значения текстовых полей файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются как целое

— Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

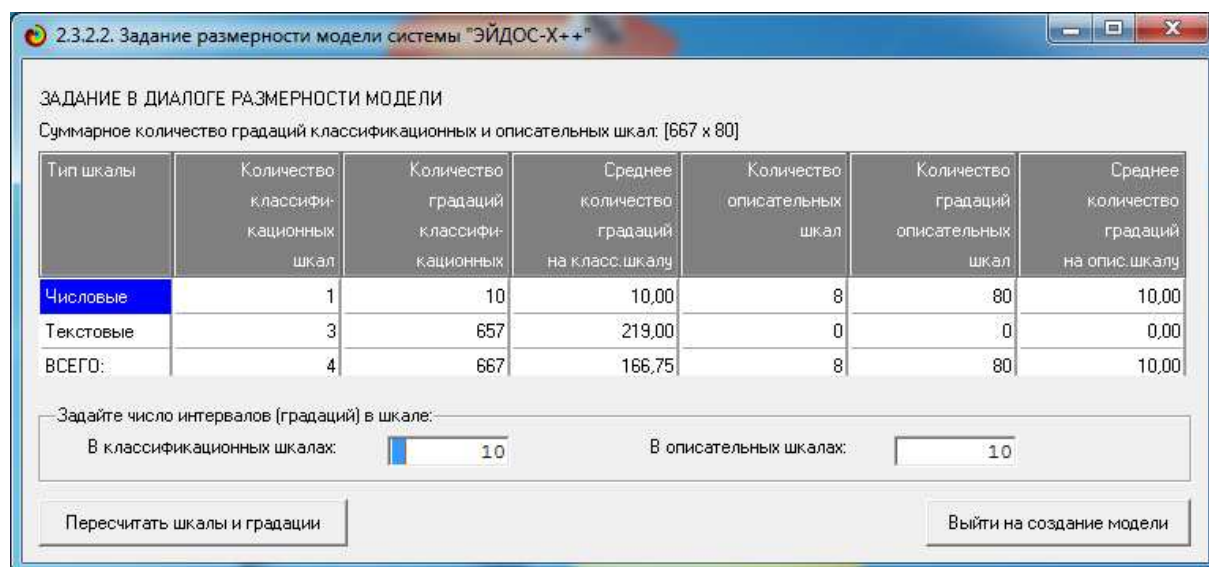
- Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")
- Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")
- И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

**Рисунок 18. Экранная форма универсального программного интерфейса импорта данных из внешних баз данных в систему «Эйдос»**

Через несколько секунд **на заднем фоне**<sup>36</sup> появляется окно (рисунок 19) на котором нажимаем «Сохранить» или «Не сохранять», после чего появляется экранный калькулятор (рисунок 20):



**Рисунок 19. Экранная форма, выдаваемая MS Excel, т.к. в файле исходных данных есть расчетные ячейки**

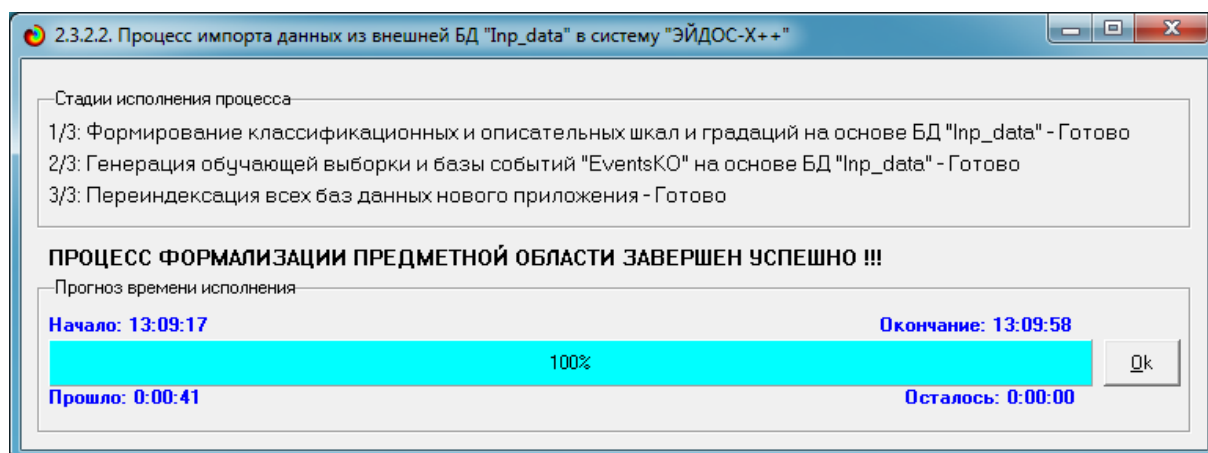


**Рисунок 20. Экранного калькулятора универсального программного интерфейса импорта данных из внешних баз данных в систему «Эйдос»**

На этом калькуляторе а данном случае задано по 10 интервальных числовых значений в числовых классификационных и описательных шкалах. Можно задать другие их количество, затем пересчитать шкалы и градации и выйти на создание модели.

За 41 секунду происходит формирование классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки по 2559 примерам вузов, описанных в исходных данных (рисунок 21):

<sup>36</sup> А значит, чтобы его увидеть надо свернуть все окна



**Рисунок 21. Экранная форма отображения стадии и прогноза времени исполнения**

В результате автоматически формируются классификационные и описательные шкалы и градации и обучающая выборка, приведенные в таблицах 20, 21, 22:

**Таблица 20 – Классификационные шкалы и градации (фрагмент)**

|    |   |    |   |
|----|---|----|---|
| 1  | GUARDIAN SCORE/100-1/10-{25.9000000, 33.3100000}        | 47 | RANK-01.Physics   |
| 2  | GUARDIAN SCORE/100-2/10-{33.3100000, 40.7200000}        | 48 | RANK-01.Politics  |
| 3  | GUARDIAN SCORE/100-3/10-{40.7200000, 48.1300000}        | 49 | RANK-01.Psychology                                      |
| 4  | GUARDIAN SCORE/100-4/10-{48.1300000, 55.5400000}        | 50 | RANK-01.Religious studies and theology                  |
| 5  | GUARDIAN SCORE/100-5/10-{55.5400000, 62.9500000}        | 51 | RANK-01.Social policy and administration                |
| 6  | GUARDIAN SCORE/100-6/10-{62.9500000, 70.3600000}        | 52 | RANK-01.Social work                                     |
| 7  | GUARDIAN SCORE/100-7/10-{70.3600000, 77.7700000}        | 53 | RANK-01.Sociology                                       |
| 8  | GUARDIAN SCORE/100-8/10-{77.7700000, 85.1800000}        | 54 | RANK-01.Sports science                                  |
| 9  | GUARDIAN SCORE/100-9/10-{85.1800000, 92.5900000}        | 55 | RANK-01.Tourism, transport and travel                   |
| 10 | GUARDIAN SCORE/100-10/10-{92.5900000, 100.0000000}      | 56 | RANK-01.Veterinary science                              |
| 11 | RANK-01.Agriculture, forestry and food                  | 57 | RANK-02.Agriculture, forestry and food                  |
| 12 | RANK-01.American studies                                | 58 | RANK-02.American studies                                |
| 13 | RANK-01.Anatomy and physiology                          | 59 | RANK-02.Anatomy and physiology                          |
| 14 | RANK-01.Anthropology                                    | 60 | RANK-02.Anthropology                                    |
| 15 | RANK-01.Archaeology and Forensics                       | 61 | RANK-02.Archaeology and Forensics                       |
| 16 | RANK-01.Architecture                                    | 62 | RANK-02.Architecture                                    |
| 17 | RANK-01.Art and design                                  | 63 | RANK-02.Art and design                                  |
| 18 | RANK-01.Biosciences                                     | 64 | RANK-02.Biosciences                                     |
| 19 | RANK-01.Building and town and country planning          | 65 | RANK-02.Building and town and country planning          |
| 20 | RANK-01.Business and management studies                 | 66 | RANK-02.Business and management studies                 |
| 21 | RANK-01.Chemistry                                       | 67 | RANK-02.Chemistry                                       |
| 22 | RANK-01.Classics  | 68 | RANK-02.Classics  |
| 23 | RANK-01.Computer sciences and IT                        | 69 | RANK-02.Computer sciences and IT                        |
| 24 | RANK-01.Dentistry                                       | 70 | RANK-02.Dentistry                                       |
| 25 | RANK-01.Drama and dance                                 | 71 | RANK-02.Drama and dance                                 |
| 26 | RANK-01.Earth and marine sciences                       | 72 | RANK-02.Earth and marine sciences                       |
| 27 | RANK-01.Economics                                       | 73 | RANK-02.Economics                                       |
| 28 | RANK-01.Education                                       | 74 | RANK-02.Education                                       |
| 29 | RANK-01.Engineering: chemical                           | 75 | RANK-02.Engineering: chemical                           |
| 30 | RANK-01.Engineering: civil                              | 76 | RANK-02.Engineering: civil                              |
| 31 | RANK-01.Engineering: electronic and electrical          | 77 | RANK-02.Engineering: electronic and electrical          |
| 32 | RANK-01.Engineering: general                            | 78 | RANK-02.Engineering: general                            |
| 33 | RANK-01.Engineering: materials and mineral              | 79 | RANK-02.Engineering: materials and mineral              |
| 34 | RANK-01.Engineering: mechanical                         | 80 | RANK-02.Engineering: mechanical                         |
| 35 | RANK-01.English   | 81 | RANK-02.English   |
| 36 | RANK-01.Geography and environmental studies             | 82 | RANK-02.Geography and environmental studies             |
| 37 | RANK-01.History and history of art                      | 83 | RANK-02.History and history of art                      |
| 38 | RANK-01.Law   | 84 | RANK-02.Law   |
| 39 | RANK-01.Mathematics                                     | 85 | RANK-02.Mathematics                                     |
| 40 | RANK-01.Media studies, communications and librarianship | 86 | RANK-02.Media studies, communications and librarianship |
| 41 | RANK-01.Medicine  | 87 | RANK-02.Medicine  |
| 42 | RANK-01.Modern languages and linguistics                | 88 | RANK-02.Modern languages and linguistics                |
| 43 | RANK-01.Music   | 89 | RANK-02.Music   |
| 44 | RANK-01.Nursing and paramedical studies                 | 90 | RANK-02.Nursing and paramedical studies                 |
| 45 | RANK-01.Pharmacy and pharmacology                       | 91 | RANK-02.Pharmacy and pharmacology                       |
| 46 | RANK-01.Philosophy                                      |    |   |

**Таблица 21 – Описательные шкалы и градации (фрагмент)**

| Код | Наименование  |
|-----|---|
| 80  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-10/10-{88.8275502, 96.6000000}  |
| 79  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-9/10-{81.0551004, 88.8275502}   |
| 78  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-8/10-{73.2826506, 81.0551004}   |
| 77  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-7/10-{65.5102008, 73.2826506}   |
| 76  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-6/10-{57.7377510, 65.5102008}   |
| 75  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-5/10-{49.9653012, 57.7377510}   |
| 74  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-4/10-{42.1928514, 49.9653012}   |
| 73  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-3/10-{34.4204016, 42.1928514}   |
| 72  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-2/10-{26.6479518, 34.4204016}   |
| 71  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-1/10-{18.8755020, 26.6479518}   |
| 70  | AVERAGE ENTRY TARIFF-10/10-{551.7000000, 598.0000000}       |
| 69  | AVERAGE ENTRY TARIFF-9/10-{505.4000000, 551.7000000}        |
| 68  | AVERAGE ENTRY TARIFF-8/10-{459.1000000, 505.4000000}        |
| 67  | AVERAGE ENTRY TARIFF-7/10-{412.8000000, 459.1000000}        |
| 66  | AVERAGE ENTRY TARIFF-6/10-{366.5000000, 412.8000000}        |
| 65  | AVERAGE ENTRY TARIFF-5/10-{320.2000000, 366.5000000}        |
| 64  | AVERAGE ENTRY TARIFF-4/10-{273.9000000, 320.2000000}        |
| 63  | AVERAGE ENTRY TARIFF-3/10-{227.6000000, 273.9000000}        |
| 62  | AVERAGE ENTRY TARIFF-2/10-{181.3000000, 227.6000000}        |
| 61  | AVERAGE ENTRY TARIFF-1/10-{135.0000000, 181.3000000}        |
| 60  | VALUE ADDED SCORE/10-10/10-{9.1000000, 10.0000000}          |
| 59  | VALUE ADDED SCORE/10-9/10-{8.2000000, 9.1000000}            |
| 58  | VALUE ADDED SCORE/10-8/10-{7.3000000, 8.2000000}            |
| 57  | VALUE ADDED SCORE/10-7/10-{6.4000000, 7.3000000}            |
| 56  | VALUE ADDED SCORE/10-6/10-{5.5000000, 6.4000000}            |
| 55  | VALUE ADDED SCORE/10-5/10-{4.6000000, 5.5000000}            |
| 54  | VALUE ADDED SCORE/10-4/10-{3.7000000, 4.6000000}            |
| 53  | VALUE ADDED SCORE/10-3/10-{2.8000000, 3.7000000}            |
| 52  | VALUE ADDED SCORE/10-2/10-{1.9000000, 2.8000000}            |
| 51  | VALUE ADDED SCORE/10-1/10-{1.0000000, 1.9000000}            |
| 50  | CAREER PROSPECTS-10/10-{91.6000000, 100.0000000}            |
| 49  | CAREER PROSPECTS-9/10-{83.2000000, 91.6000000}              |
| 48  | CAREER PROSPECTS-8/10-{74.8000000, 83.2000000}              |
| 47  | CAREER PROSPECTS-7/10-{66.4000000, 74.8000000}              |
| 46  | CAREER PROSPECTS-6/10-{58.0000000, 66.4000000}              |
| 45  | CAREER PROSPECTS-5/10-{49.6000000, 58.0000000}              |
| 44  | CAREER PROSPECTS-4/10-{41.2000000, 49.6000000}              |
| 43  | CAREER PROSPECTS-3/10-{32.8000000, 41.2000000}              |
| 42  | CAREER PROSPECTS-2/10-{24.4000000, 32.8000000}              |
| 41  | CAREER PROSPECTS-1/10-{16.0000000, 24.4000000}              |
| 40  | STUDENT:STAFF RATIO-10/10-{46.0900000, 50.7000000}          |
| 39  | STUDENT:STAFF RATIO-9/10-{41.4800000, 46.0900000}           |
| 38  | STUDENT:STAFF RATIO-8/10-{36.8700000, 41.4800000}           |
| 37  | STUDENT:STAFF RATIO-7/10-{32.2600000, 36.8700000}           |
| 36  | STUDENT:STAFF RATIO-6/10-{27.6500000, 32.2600000}           |
| 35  | STUDENT:STAFF RATIO-5/10-{23.0400000, 27.6500000}           |
| 34  | STUDENT:STAFF RATIO-4/10-{18.4300000, 23.0400000}           |
| 33  | STUDENT:STAFF RATIO-3/10-{13.8200000, 18.4300000}           |
| 32  | STUDENT:STAFF RATIO-2/10-{9.2100000, 13.8200000}            |
| 31  | STUDENT:STAFF RATIO-1/10-{4.6000000, 9.2100000}             |
| 30  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-10/10-{9.1000000, 10.0000000} |
| 29  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-9/10-{8.2000000, 9.1000000}   |
| 28  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-8/10-{7.3000000, 8.2000000}   |
| 27  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-7/10-{6.4000000, 7.3000000}   |
| 26  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-6/10-{5.5000000, 6.4000000}   |
| 25  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-5/10-{4.6000000, 5.5000000}   |



Таблица 22 – Обучающая выборка (фрагмент)

| The object of training sample                     | Guardian score/100 | Rank | Field of study | Name of Institution | % Satisfied with Teaching | % Satisfied overall with course | Expenditure per student (FTE) | Students:staff ratio | Career prospects | Value added score/10 | Average Entry Tariff | % Satisfied with Assessment |
|---|--------------------|------|----------------|---------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Medicine-Oxford, 2012                             | 10                 | 41   | 498            | 606                 | 10                        | 20                              |                               | 31                   | 50               | 57                   | 70                   | 79                          |
| Medicine-Cambridge, 2012                          | 10                 | 41   | 498            | 535                 | 9                         | 19                              | 30                            | 31                   | 50               | 52                   | 70                   | 76                          |
| Medicine-Edinburgh, 2012                          | 9                  | 87   | 498            | 553                 | 9                         | 19                              | 30                            | 31                   | 50               | 54                   | 69                   | 75                          |
| Medicine-Dundee, 2012                             | 9                  | 87   | 498            | 549                 | 10                        | 20                              | 30                            | 31                   | 50               | 56                   | 68                   | 76                          |
| Medicine-UCL, 2012                                | 8                  | 87   | 498            | 652                 | 9                         | 19                              | 26                            | 31                   | 50               | 59                   | 69                   | 76                          |
| Medicine-Imperial College, 2012                   | 6                  | 132  | 498            | 575                 | 9                         | 19                              | 27                            | 31                   | 50               | 53                   | 69                   | 74                          |
| Medicine-Leicester, 2012                          | 6                  | 132  | 498            | 585                 | 9                         | 19                              | 25                            | 31                   | 50               | 55                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Newcastle, 2012                          | 6                  | 132  | 498            | 598                 | 10                        | 20                              | 24                            | 31                   | 50               | 55                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Peninsula Medical School, 2012           | 6                  | 132  | 498            | 608                 | 9                         | 19                              | 27                            | 31                   | 50               | 54                   | 68                   | 76                          |
| Medicine-Nottingham, 2012                         | 6                  | 178  | 498            | 604                 | 9                         | 19                              | 23                            | 31                   | 50               | 54                   | 69                   | 74                          |
| Medicine-King's College London, 2012              | 5                  | 178  | 498            | 578                 | 8                         | 18                              | 25                            | 31                   | 50               | 56                   | 68                   | 74                          |
| Medicine-Warwick, 2012                            | 5                  | 178  | 498            | 660                 | 8                         | 18                              | 28                            | 31                   | 50               | 59                   |                      | 74                          |
| Medicine-Leeds, 2012                              | 4                  | 224  | 498            | 581                 | 8                         | 18                              | 26                            | 31                   | 50               | 56                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Hull York Medical School, 2012           | 4                  | 224  | 498            | 574                 | 8                         | 18                              | 24                            | 32                   | 50               | 58                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Manchester, 2012                         | 4                  | 224  | 498            | 593                 | 6                         | 15                              | 28                            | 31                   | 50               | 59                   | 68                   | 73                          |
| Medicine-Sheffield, 2012                          | 4                  | 224  | 498            | 628                 | 9                         | 19                              | 23                            | 31                   | 50               | 54                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Aberdeen, 2012                           | 4                  | 269  | 498            | 513                 | 9                         | 19                              | 24                            | 31                   | 50               | 56                   | 67                   | 77                          |
| Medicine-Brighton Sussex Medical School, 2012     | 4                  | 269  | 498            | 530                 | 8                         | 18                              | 24                            | 32                   | 50               | 57                   |                      | 75                          |
| Medicine-Queen Mary, 2012                         | 4                  | 269  | 498            | 613                 | 7                         | 17                              | 24                            | 31                   | 50               | 58                   | 68                   | 74                          |
| Medicine-St George's Medical School, 2012         | 4                  | 315  | 498            | 634                 | 8                         | 19                              | 26                            | 32                   | 50               | 56                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Southampton, 2012                        | 4                  | 315  | 498            | 631                 | 8                         | 18                              | 24                            | 31                   | 50               | 57                   | 68                   | 74                          |
| Medicine-St Andrews, 2012                         | 4                  | 361  | 498            | 633                 | 10                        | 20                              | 22                            | 32                   | 50               | 51                   | 68                   | 76                          |
| Medicine-Glasgow, 2012                            | 3                  | 361  | 498            | 560                 | 6                         | 15                              | 25                            | 31                   | 50               | 55                   | 69                   | 72                          |
| Medicine-UEA, 2012                                | 3                  | 361  | 498            | 653                 | 8                         | 18                              | 23                            | 31                   | 50               | 59                   | 67                   | 75                          |
| Medicine-Birmingham, 2012                         | 3                  | 361  | 498            | 523                 | 9                         | 18                              | 23                            | 32                   | 50               | 53                   | 69                   | 72                          |
| Medicine-Queen's, Belfast, 2012                   | 3                  | 406  | 498            | 611                 | 8                         | 18                              | 24                            | 32                   | 50               | 53                   | 68                   | 75                          |
| Medicine-Liverpool, 2012                          | 2                  | 406  | 498            | 587                 | 6                         | 15                              | 24                            | 31                   | 50               | 54                   | 68                   | 72                          |
| Medicine-Bristol, 2012                            | 2                  | 406  | 498            | 531                 | 8                         | 15                              | 26                            | 32                   | 50               | 54                   | 68                   | 71                          |
| Medicine-Keele, 2012                              | 1                  | 452  | 498            | 576                 | 7                         | 14                              | 23                            | 32                   | 50               | 57                   | 67                   | 72                          |
| Medicine-Cardiff, 2012                            | 1                  | 452  | 498            | 537                 | 6                         | 14                              | 23                            | 32                   | 50               | 58                   | 68                   | 71                          |
| Dentistry-King's College London, 2012             | 10                 | 24   | 481            | 578                 | 9                         | 18                              | 28                            | 31                   | 50               | 57                   | 68                   | 77                          |
| Dentistry-Glasgow, 2012                           | 8                  | 70   | 481            | 560                 | 10                        | 20                              | 23                            | 32                   | 50               | 56                   | 68                   | 78                          |
| Dentistry-Cardiff, 2012                           | 8                  | 115  | 481            | 537                 | 9                         | 20                              | 28                            | 31                   | 50               | 51                   | 68                   | 75                          |
| Dentistry-Queen's, Belfast, 2012                  | 7                  | 115  | 481            | 611                 | 10                        | 20                              | 29                            | 31                   | 50               | 55                   | 67                   | 76                          |
| Dentistry-Birmingham, 2012                        | 7                  | 161  | 481            | 523                 | 10                        | 18                              | 25                            | 31                   | 50               | 56                   | 68                   | 76                          |
| Dentistry-Bristol, 2012                           | 6                  | 207  | 481            | 531                 | 9                         | 20                              | 26                            | 32                   | 50               | 55                   | 68                   | 78                          |
| Dentistry-Dundee, 2012                            | 5                  | 252  | 481            | 549                 | 8                         | 19                              | 24                            | 31                   | 50               | 57                   | 68                   | 75                          |
| Dentistry-Sheffield, 2012                         | 4                  | 252  | 481            | 628                 | 9                         | 19                              | 23                            | 31                   | 50               | 56                   | 68                   | 76                          |
| Dentistry-Liverpool, 2012                         | 3                  | 298  | 481            | 587                 | 8                         | 17                              | 27                            | 31                   | 50               | 57                   | 68                   | 76                          |
| Dentistry-Manchester, 2012                        | 3                  | 344  | 481            | 593                 | 9                         | 18                              | 25                            | 31                   | 50               | 57                   | 68                   | 75                          |
| Dentistry-Newcastle, 2012                         | 2                  | 389  | 481            | 598                 | 8                         | 19                              | 21                            | 32                   | 50               | 56                   | 68                   | 76                          |
| Dentistry-Queen Mary, 2012                        | 1                  | 389  | 481            | 613                 | 7                         | 17                              | 24                            | 31                   | 50               | 57                   | 68                   | 76                          |
| Dentistry-Leeds, 2012                             | 1                  | 435  | 481            | 581                 | 9                         | 19                              | 29                            | 32                   | 50               | 56                   | 68                   | 73                          |
| Veterinary science-Cambridge, 2012                | 10                 | 56   | 512            | 535                 | 9                         | 19                              | 28                            | 31                   | 49               | 53                   | 69                   | 77                          |
| Veterinary science-Edinburgh, 2012                | 8                  | 147  | 512            | 553                 | 9                         | 18                              | 29                            | 31                   | 50               | 59                   | 68                   | 74                          |
| Veterinary science-Liverpool, 2012                | 6                  | 193  | 512            | 587                 | 9                         | 20                              | 23                            | 31                   | 50               | 54                   | 68                   | 74                          |
| Veterinary science-Glasgow, 2012                  | 5                  | 284  | 512            | 560                 | 9                         | 20                              | 23                            | 31                   | 50               | 58                   | 68                   | 75                          |
| Veterinary science-Nottingham, 2012               | 5                  | 330  | 512            | 604                 |                           |                                 | 24                            | 31                   |                  |                      |                      | 68                          |
| Veterinary science-Royal Veterinary College, 2012 | 5                  | 421  | 512            | 625                 | 8                         | 17                              | 28                            | 31                   | 49               | 56                   | 68                   | 73                          |
| Veterinary science-Bristol, 2012                  | 1                  | 467  | 512            | 531                 | 9                         | 19                              | 23                            | 32                   | 49               | 53                   | 67                   | 74                          |
| Anatomy and physiology-Oxford, 2012               | 10                 | 13   | 470            | 606                 | 10                        | 17                              | 30                            | 32                   |                  | 56                   | 69                   | 75                          |
| Anatomy and physiology-Glamorgan, 2012            | 10                 | 13   | 470            | 559                 | 9                         | 19                              | 24                            | 32                   | 50               | 60                   | 65                   | 78                          |
| Anatomy and physiology-Cardiff, 2012              | 10                 | 59   | 470            | 537                 | 9                         | 20                              | 30                            | 32                   | 50               | 55                   | 67                   | 75                          |
| Anatomy and physiology-Plymouth, 2012             | 9                  | 59   | 470            | 609                 | 10                        | 19                              | 28                            | 31                   | 48               | 58                   | 65                   | 79                          |
| Anatomy and physiology-Brunel, 2012               | 8                  | 59   | 470            | 532                 | 10                        | 20                              | 23                            | 32                   | 48               | 59                   | 65                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Liverpool, 2012            | 8                  | 59   | 470            | 587                 | 9                         | 19                              | 29                            | 32                   | 48               | 54                   | 66                   | 77                          |
| Anatomy and physiology-Sussex, 2012               | 8                  | 59   | 470            | 643                 | 9                         | 20                              | 26                            | 32                   |                  | 59                   | 66                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Newcastle, 2012            | 7                  | 104  | 470            | 598                 | 9                         | 20                              | 24                            | 32                   | 48               | 55                   | 67                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Aston, 2012                | 7                  | 104  | 470            | 518                 | 8                         | 18                              | 26                            | 33                   | 50               | 52                   | 66                   | 78                          |
| Anatomy and physiology-Bristol, 2012              | 7                  | 150  | 470            | 531                 | 9                         | 19                              | 27                            | 32                   | 47               | 54                   | 67                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Nottingham, 2012           | 6                  | 150  | 470            | 604                 | 10                        | 19                              | 27                            | 33                   |                  | 54                   | 67                   | 77                          |
| Anatomy and physiology-Birmingham, 2012           | 6                  | 150  | 470            | 523                 | 9                         | 18                              |                               | 32                   | 47               | 57                   | 67                   | 75                          |
| Anatomy and physiology-Sheffield Hallam, 2012     | 5                  | 150  | 470            | 629                 | 10                        | 19                              | 23                            | 33                   | 48               | 55                   | 66                   | 77                          |
| Anatomy and physiology-Manchester, 2012           | 5                  | 196  | 470            | 593                 | 9                         | 19                              | 25                            | 32                   | 48               | 54                   | 67                   | 75                          |
| Anatomy and physiology-Glasgow Caledonian, 2012   | 5                  | 196  | 470            | 561                 | 9                         | 19                              | 24                            | 33                   | 48               | 57                   | 66                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Edinburgh, 2012            | 5                  | 196  | 470            | 553                 | 9                         | 19                              | 29                            | 33                   | 45               | 55                   | 67                   | 74                          |
| Anatomy and physiology-Robert Gordon, 2012        | 5                  | 241  | 470            | 616                 | 9                         | 20                              | 23                            | 34                   | 48               | 57                   | 67                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-De Montfort, 2012          | 5                  | 241  | 470            | 547                 | 8                         | 19                              | 25                            | 33                   | 50               | 55                   | 64                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Hertfordshire, 2012        | 5                  | 241  | 470            | 570                 | 8                         | 19                              | 23                            | 33                   | 49               | 57                   | 63                   | 77                          |
| Anatomy and physiology-UEA, 2012                  | 5                  | 241  | 470            | 653                 | 10                        | 20                              |                               |                      | 49               | 53                   | 65                   | 75                          |
| Anatomy and physiology-Queen's, Belfast, 2012     | 4                  | 287  | 470            | 611                 | 9                         | 19                              | 29                            | 32                   | 46               | 57                   | 65                   | 74                          |
| Anatomy and physiology-Aberdeen, 2012             | 4                  | 287  | 470            | 513                 | 8                         | 20                              | 24                            | 33                   | 47               | 56                   | 64                   | 78                          |
| Anatomy and physiology-Bradford, 2012             | 4                  | 287  | 470            | 528                 | 8                         | 20                              | 24                            | 33                   | 49               | 53                   | 65                   | 76                          |
| Anatomy and physiology-Birmingham City, 2012      | 2                  | 287  | 470            | 524                 | 9                         | 15                              | 23                            | 34                   | 48               | 58                   | 65                   | 75                          |

Полностью обучающая выборка в работе не может быть приведена, т.к. файл исходных данных содержит 2559 строк.

Этим завершается 2-й этап АСК-анализа, который называется «Формализация предметной области» и создаются все необходимые и достаточные предпосылки для выполнения следующего этапа, т.е. синтеза и верификации (измерения достоверности) модели.

### 6.2.2.3.5. Синтез и верификация многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан, учитывающей направления подготовки

Синтез и верификация многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан, учитывающей направления подготовки, представляет собой задачу, требующую довольно значительных вычислительных ресурсов. Решение этой задачи на компьютере с процессором i7 и 16 Гб оперативной памяти с размещением задачи на SSD, потребовало около 13 часов счета (рисунок 22).

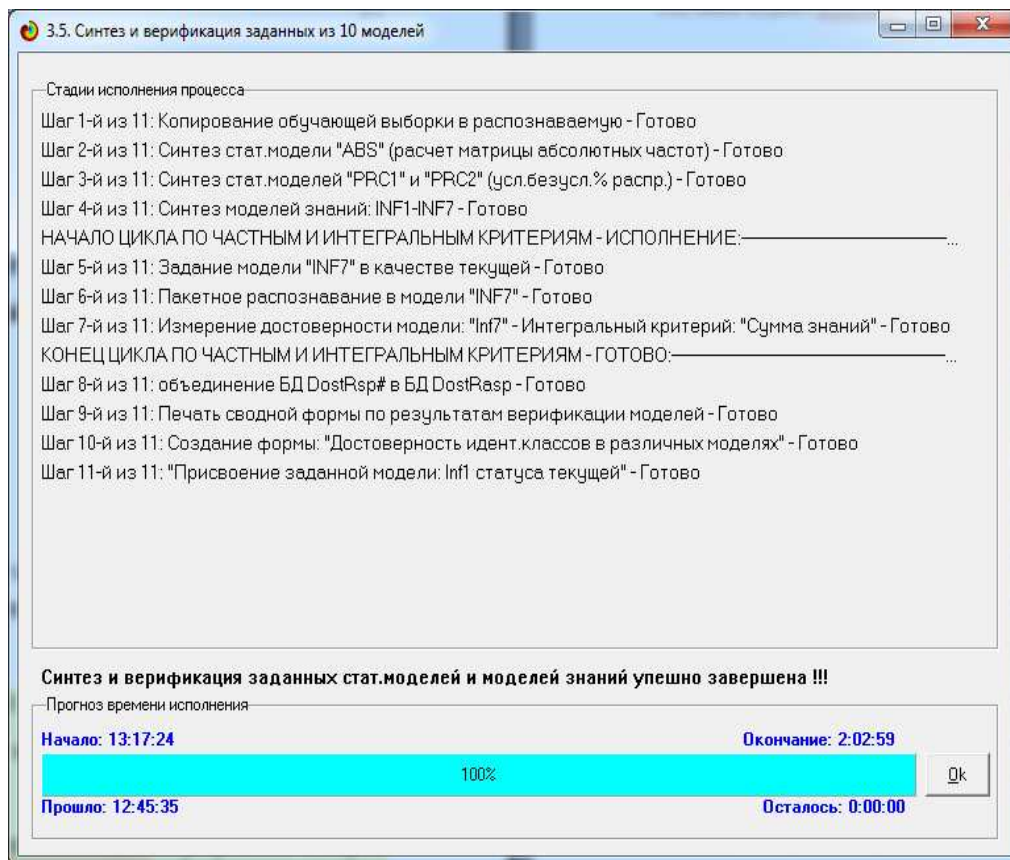


Рисунок 22. Экранная форма с отображением стадии синтеза и верификации моделей и прогнозом времени исполнения

Такая большая длительность расчетов обусловлена тем, что для измерения достоверности 10 моделей была использована вся обучающая выборка, включающая 2559 примеров.

Математические аспекты формирования системно-когнитивных моделей описаны в ряде работ автора [3-273] и здесь их подробно освещать нет необходимости. Отметим лишь, что для преобразования матрицы абсолютных частот в другие модели используются формулы преобразования, приведенные в таблице 23:

**Таблица 23 – Частные критерии знаний, используемые в настоящее время в АСК-анализе и системе «Эйдос-X++»**

| Наименование модели знаний и частный критерий   | Выражение для частного критерия                              |   |
|---|--|---|
|   | через относительные частоты                                  | через абсолютные частоты                                    |
| <b>INF1</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу. Относительная частота того, что если у объекта $j$ -го класса обнаружен признак, то это $i$ -й признак          | $I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$       | $I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$ |
| <b>INF2</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу. Относительная частота того, что если предъявлен объект $j$ -го класса, то у него будет обнаружен $i$ -й признак. | $I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$       | $I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$ |
| <b>INF3</b> , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами   | ---  | $I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$                       |
| <b>INF4</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу  | $I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$ | $I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$                      |
| <b>INF5</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу   | $I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$ | $I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$                      |
| <b>INF6</b> , частный критерий: разность условной и безусловной относительных частот, 1-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу  | $I_{ij} = P_{ij} - P_i$                                      | $I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$               |
| <b>INF7</b> , частный критерий: разность условной и безусловной относительных частот, 2-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу   | $I_{ij} = P_{ij} - P_i$                                      | $I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$               |

Обозначения:

$i$  – значение прошлого параметра;

$j$  – значение будущего параметра;

$N_{ij}$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра;

$M$  – суммарное число значений всех прошлых параметров;

$W$  – суммарное число значений всех будущих параметров.

$N_i$  – количество встреч  $i$ -м значения прошлого параметра по всей выборке;

$N_j$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра по всей выборке;

$N$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра по всей выборке.

$I_{ij}$  – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения  $i$ -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее  $j$ -му значению будущего параметра;

$\Psi$  – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 1979, впервые опубликовано в 1993 году [273]), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

$P_i$  – безусловная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

$P_{ij}$  – условная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра при  $j$ -м значении будущего параметра.

В результате сформированы 10 моделей: 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей (моделей знаний). Фрагменты трех из них приведены ниже (таблицы 11, 12, 13):

**Таблица 24 – Матрица абсолютных частот, модель ABS (фрагмент)**

| Код | Наименование показателя   | 1/10-(25.90, 33.31) | 2/10-(33.31, 40.72) | 3/10-(40.72, 48.13) | 4/10-(48.13, 55.54) | 5/10-(55.54, 62.95) | 6/10-(62.95, 70.36) | 7/10-(70.36, 77.77) | 8/10-(77.77, 85.18) | 9/10-(85.18, 92.59) | 10/10-(92.59, 100.00) |
|-----|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| 1   | % SATISFIED WITH TEACHING-1/10-(50.0000000, 55.0000000)         | 2                   | 2                   | 1                   | 0                   | 2                   | 0                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 2   | % SATISFIED WITH TEACHING-2/10-(55.0000000, 60.0000000)         | 4                   | 8                   | 0                   | 1                   | 1                   | 0                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 3   | % SATISFIED WITH TEACHING-3/10-(60.0000000, 65.0000000)         | 3                   | 8                   | 7                   | 5                   | 2                   | 4                   | 2                   | 2                   | 1                   | 0                     |
| 4   | % SATISFIED WITH TEACHING-4/10-(65.0000000, 70.0000000)         | 7                   | 23                  | 17                  | 18                  | 9                   | 4                   | 6                   | 3                   | 1                   | 0                     |
| 5   | % SATISFIED WITH TEACHING-5/10-(70.0000000, 75.0000000)         | 6                   | 22                  | 31                  | 43                  | 30                  | 29                  | 9                   | 5                   | 0                   | 0                     |
| 6   | % SATISFIED WITH TEACHING-6/10-(75.0000000, 80.0000000)         | 17                  | 29                  | 63                  | 72                  | 79                  | 43                  | 22                  | 12                  | 5                   | 3                     |
| 7   | % SATISFIED WITH TEACHING-7/10-(80.0000000, 85.0000000)         | 15                  | 22                  | 65                  | 93                  | 108                 | 89                  | 53                  | 43                  | 20                  | 12                    |
| 8   | % SATISFIED WITH TEACHING-8/10-(85.0000000, 90.0000000)         | 6                   | 21                  | 55                  | 96                  | 121                 | 121                 | 101                 | 41                  | 30                  | 27                    |
| 9   | % SATISFIED WITH TEACHING-9/10-(90.0000000, 95.0000000)         | 6                   | 9                   | 25                  | 54                  | 87                  | 104                 | 97                  | 71                  | 38                  | 35                    |
| 10  | % SATISFIED WITH TEACHING-10/10-(95.0000000, 100.0000000)       | 1                   | 2                   | 3                   | 12                  | 23                  | 18                  | 39                  | 23                  | 21                  | 32                    |
| 11  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-1/10-(37.5156766, 43.7641089)   | 3                   | 3                   | 2                   | 1                   | 0                   | 0                   | 1                   | 1                   | 0                   | 0                     |
| 12  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-2/10-(43.7641089, 50.0125413)   | 3                   | 5                   | 1                   | 1                   | 2                   | 1                   | 0                   | 0                   | 1                   | 0                     |
| 13  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-3/10-(50.0125413, 56.2609736)   | 4                   | 7                   | 5                   | 4                   | 6                   | 2                   | 2                   | 1                   | 0                   | 0                     |
| 14  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-4/10-(56.2609736, 62.5094060)   | 6                   | 16                  | 17                  | 11                  | 13                  | 6                   | 5                   | 3                   | 0                   | 0                     |
| 15  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-5/10-(62.5094060, 68.7578383)   | 9                   | 20                  | 20                  | 31                  | 21                  | 19                  | 5                   | 6                   | 0                   | 0                     |
| 16  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-6/10-(68.7578383, 75.0062706)   | 9                   | 23                  | 41                  | 45                  | 45                  | 33                  | 19                  | 11                  | 4                   | 0                     |
| 17  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-7/10-(75.0062706, 81.2547030)   | 16                  | 28                  | 65                  | 81                  | 96                  | 73                  | 45                  | 16                  | 9                   | 2                     |
| 18  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-8/10-(81.2547030, 87.5031353)   | 8                   | 26                  | 66                  | 109                 | 118                 | 110                 | 80                  | 42                  | 25                  | 12                    |
| 19  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-9/10-(87.5031353, 93.7515677)   | 5                   | 15                  | 40                  | 84                  | 118                 | 114                 | 111                 | 73                  | 43                  | 44                    |
| 20  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-10/10-(93.7515677, 100.0000000) | 4                   | 3                   | 10                  | 27                  | 43                  | 54                  | 64                  | 47                  | 33                  | 51                    |
| 21  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-1/10-(1.0000000, 1.9000000)       | 2                   | 4                   | 3                   | 0                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 22  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-2/10-(1.9000000, 2.8000000)       | 9                   | 28                  | 44                  | 33                  | 23                  | 13                  | 9                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 23  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-3/10-(2.8000000, 3.7000000)       | 31                  | 48                  | 84                  | 114                 | 102                 | 64                  | 20                  | 13                  | 5                   | 2                     |
| 24  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-4/10-(3.7000000, 4.6000000)       | 17                  | 35                  | 63                  | 111                 | 121                 | 86                  | 51                  | 21                  | 2                   | 2                     |
| 25  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-5/10-(4.6000000, 5.5000000)       | 6                   | 15                  | 38                  | 47                  | 67                  | 63                  | 58                  | 19                  | 7                   | 4                     |
| 26  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-6/10-(5.5000000, 6.4000000)       | 0                   | 9                   | 18                  | 35                  | 54                  | 59                  | 42                  | 28                  | 14                  | 6                     |
| 27  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-7/10-(6.4000000, 7.3000000)       | 2                   | 6                   | 8                   | 28                  | 39                  | 52                  | 47                  | 29                  | 14                  | 8                     |
| 28  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-8/10-(7.3000000, 8.2000000)       | 0                   | 5                   | 13                  | 14                  | 35                  | 40                  | 48                  | 32                  | 19                  | 15                    |
| 29  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-9/10-(8.2000000, 9.1000000)       | 1                   | 0                   | 0                   | 12                  | 22                  | 25                  | 33                  | 35                  | 23                  | 11                    |
| 30  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-10/10-(9.1000000, 10.0000000)     | 0                   | 0                   | 1                   | 3                   | 4                   | 9                   | 24                  | 23                  | 31                  | 56                    |
| 31  | STUDENT:STAFF RATIO-1/10-(4.6000000, 9.2100000)                 | 1                   | 2                   | 4                   | 11                  | 16                  | 13                  | 17                  | 17                  | 18                  | 20                    |
| 32  | STUDENT:STAFF RATIO-2/10-(9.2100000, 13.8200000)                | 7                   | 7                   | 9                   | 29                  | 44                  | 62                  | 73                  | 69                  | 46                  | 50                    |
| 33  | STUDENT:STAFF RATIO-3/10-(13.8200000, 18.4300000)               | 7                   | 24                  | 53                  | 101                 | 160                 | 150                 | 131                 | 69                  | 43                  | 37                    |
| 34  | STUDENT:STAFF RATIO-4/10-(18.4300000, 23.0400000)               | 15                  | 36                  | 90                  | 144                 | 167                 | 122                 | 93                  | 33                  | 12                  | 6                     |
| 35  | STUDENT:STAFF RATIO-5/10-(23.0400000, 27.6500000)               | 22                  | 34                  | 74                  | 79                  | 59                  | 47                  | 16                  | 11                  | 2                   | 2                     |
| 36  | STUDENT:STAFF RATIO-6/10-(27.6500000, 32.2600000)               | 8                   | 24                  | 20                  | 23                  | 19                  | 8                   | 1                   | 1                   | 1                   | 0                     |
| 37  | STUDENT:STAFF RATIO-7/10-(32.2600000, 36.8700000)               | 4                   | 12                  | 10                  | 6                   | 2                   | 4                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 38  | STUDENT:STAFF RATIO-8/10-(36.8700000, 41.4800000)               | 2                   | 5                   | 9                   | 3                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 39  | STUDENT:STAFF RATIO-9/10-(41.4800000, 46.0900000)               | 2                   | 3                   | 2                   | 0                   | 0                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 40  | STUDENT:STAFF RATIO-10/10-(46.0900000, 50.7000000)              | 0                   | 1                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 41  | CAREER PROSPECTS-1/10-(16.0000000, 24.4000000)                  | 2                   | 5                   | 5                   | 5                   | 2                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                     |
| 42  | CAREER PROSPECTS-2/10-(24.4000000, 32.8000000)                  | 5                   | 14                  | 18                  | 21                  | 21                  | 4                   | 0                   | 0                   | 0                   | 1                     |
| 43  | CAREER PROSPECTS-3/10-(32.8000000, 41.2000000)                  | 12                  | 15                  | 41                  | 61                  | 57                  | 21                  | 14                  | 0                   | 1                   | 1                     |
| 44  | CAREER PROSPECTS-4/10-(41.2000000, 49.6000000)                  | 6                   | 32                  | 36                  | 65                  | 58                  | 36                  | 31                  | 7                   | 3                   | 0                     |
| 45  | CAREER PROSPECTS-5/10-(49.6000000, 58.0000000)                  | 8                   | 19                  | 32                  | 66                  | 67                  | 89                  | 51                  | 19                  | 5                   | 1                     |
| 46  | CAREER PROSPECTS-6/10-(58.0000000, 66.4000000)                  | 3                   | 7                   | 24                  | 40                  | 65                  | 51                  | 55                  | 21                  | 14                  | 8                     |
| 47  | CAREER PROSPECTS-7/10-(66.4000000, 74.8000000)                  | 1                   | 3                   | 10                  | 30                  | 28                  | 55                  | 47                  | 45                  | 27                  | 14                    |
| 48  | CAREER PROSPECTS-8/10-(74.8000000, 83.2000000)                  | 0                   | 3                   | 11                  | 10                  | 26                  | 30                  | 42                  | 36                  | 21                  | 29                    |
| 49  | CAREER PROSPECTS-9/10-(83.2000000, 91.6000000)                  | 2                   | 1                   | 1                   | 4                   | 14                  | 10                  | 19                  | 19                  | 14                  | 19                    |
| 50  | CAREER PROSPECTS-10/10-(91.6000000, 100.0000000)                | 6                   | 3                   | 9                   | 20                  | 14                  | 16                  | 16                  | 10                  | 7                   | 9                     |
| 51  | VALUE ADDED SCORE/10-1/10-(1.0000000, 1.9000000)                | 15                  | 21                  | 20                  | 24                  | 12                  | 3                   | 2                   | 2                   | 1                   | 0                     |





## Достоверность этих моделей различна (рисунок 23):

| Наименование модели и частного критерия                                 | Интегральный критерий             | Вероятность правильной идентифика... | Вероятность правильной не идентиф... | Средняя вероятно... правильн... результата | Дата получения результата | Время получения результ... |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|
| ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...           | Корреляция абс. частот с обр...   | 99.512                               | 13.360                               | 56.436                                     | 08.03.2015                | 14:27:38                   |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...        | Сумма абс. частот по признак...   | 100.000                              | 0.706                                | 50.353                                     | 08.03.2015                | 14:27:54                   |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...      | Корреляция усл.отн. частот с о... | 99.512                               | 13.310                               | 56.411                                     | 08.03.2015                | 15:42:12                   |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...      | Сумма усл.отн. частот по приз...  | 100.000                              | 0.706                                | 50.353                                     | 08.03.2015                | 15:42:32                   |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...       | Корреляция усл.отн. частот с о... | 99.512                               | 13.360                               | 56.436                                     | 08.03.2015                | 16:51:20                   |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...       | Сумма усл.отн. частот по приз...  | 100.000                              | 0.706                                | 50.353                                     | 08.03.2015                | 16:51:34                   |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...      | Семантический резонанс зна...     | 91.422                               | 56.026                               | 73.724                                     | 08.03.2015                | 18:11:40                   |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...      | Сумма знаний                      | 88.492                               | 48.641                               | 68.566                                     | 08.03.2015                | 18:11:54                   |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...      | Семантический резонанс зна...     | 91.422                               | 55.979                               | 73.701                                     | 08.03.2015                | 19:30:47                   |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...      | Сумма знаний                      | 88.560                               | 48.363                               | 68.462                                     | 08.03.2015                | 19:31:01                   |
| 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...        | Семантический резонанс зна...     | 93.474                               | 51.362                               | 72.418                                     | 08.03.2015                | 20:48:54                   |
| 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...        | Сумма знаний                      | 93.474                               | 51.363                               | 72.418                                     | 08.03.2015                | 20:49:08                   |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...     | Семантический резонанс зна...     | 85.053                               | 64.570                               | 74.811                                     | 08.03.2015                | 22:07:00                   |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...     | Сумма знаний                      | 93.767                               | 35.210                               | 64.489                                     | 08.03.2015                | 22:07:15                   |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...     | Семантический резонанс зна...     | 85.043                               | 64.474                               | 74.758                                     | 08.03.2015                | 23:25:29                   |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...     | Сумма знаний                      | 93.845                               | 34.991                               | 64.418                                     | 08.03.2015                | 23:25:44                   |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер... | Семантический резонанс зна...     | 91.803                               | 49.500                               | 70.652                                     | 09.03.2015                | 00:45:50                   |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер... | Сумма знаний                      | 93.474                               | 35.342                               | 64.408                                     | 09.03.2015                | 00:46:06                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 91.745                               | 49.365                               | 70.555                                     | 09.03.2015                | 02:02:44                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Сумма знаний                      | 93.621                               | 35.150                               | 64.385                                     | 09.03.2015                | 02:02:58                   |

Рисунок 23. Экранная форма отчета по достоверности моделей

Для количественной оценки достоверности моделей применена метрика, предложенная автором и по смыслу сходная с известным F-критерием (рисунок 24):

| Наименование модели и частного критерия  | Интегральный критерий | Вероятность правильной идентифика... | Вероятность правильной не идентиф... | Средняя вероятно... правильн... результата | Дата получения результата | Время получения результ... |
|--|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|
| <p>Режим: Помощь по режиму: 4.1.3.6: Виды прогнозов и принцип определения достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".</p> <p><b>ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.</b><br/>Предположим, модель дает такой прогноз: выпадет 1, 2, 3, 4, 5 или 6. В этом случае у нее будет 100% достоверность идентификации, т.е. не будет ни одного объекта, не отнесенного к тому классу, к которому он действительно относится, но при этом будет очень большая ошибка ложной идентификации, т.к. огромное количество объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся (и именно за счет этого у модели и будет очень высокая достоверность идентификации). Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.</p> <p><b>ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.</b><br/>Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что-то из этого естественно выпало. Конечно, модель дает ошибку в прогнозе в том плане, что не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо угадала, что не выпадет. Но ясно, что выпадет что-то одно, а не все, что предсказано, поэтому такого рода предсказания хорошо оправдываются в том, что не произошло и плохо в том, что произошло, т.е. в этом случае у модели будет 100% достоверность не идентификации, но очень низкая достоверность идентификации.</p> <p><b>ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.</b><br/>Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.</p> <p><b>РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.</b><br/>На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.</p> <p>Таким образом, если просуммировать проценты верной идентификации и не идентификации и вычесть проценты ложной идентификации и ложной не идентификации, то это и будет критерий качества модели, учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Ясно, что этот критерий очень сходен по смыслу с известным F-критерием и сходные оценки качества моделей.</p> |                       |                                      |                                      |  |                           |                            |

Рисунок 24. Экранная форма пояснения по достоверности моделей

Обращает на себя внимание, что системно-когнитивные модели (INF1 – INF7) имеют значительно более высокую среднюю достоверность, чем статистические. Такая картина по опыту автора наблюдается в подавляющем большинстве приложений. В этом и состоит обоснование целесообразности применения системно-когнитивных (интеллектуальных) моделей.

#### **6.2.2.3.6. Наглядное отображение подматриц системно-когнитивных моделей университетского рейтинга Гардиан в виде когнитивных функций**

Применительно к задаче, рассматриваемой в данной работе, когнитивная функция показывает в наглядной графической форме, какое количество информации содержится в различных значениях показателей вузов о том, что у них будет определенный рейтинг по напылению подготовки и общий рейтинг Гардиан.

Когнитивным функциям посвящено много работ автора<sup>37</sup>, но наиболее новой и обобщающей из них является работа [235]. Поэтому здесь не будем останавливаться на описании того, что представляют собой когнитивные функции в АСК-анализе.

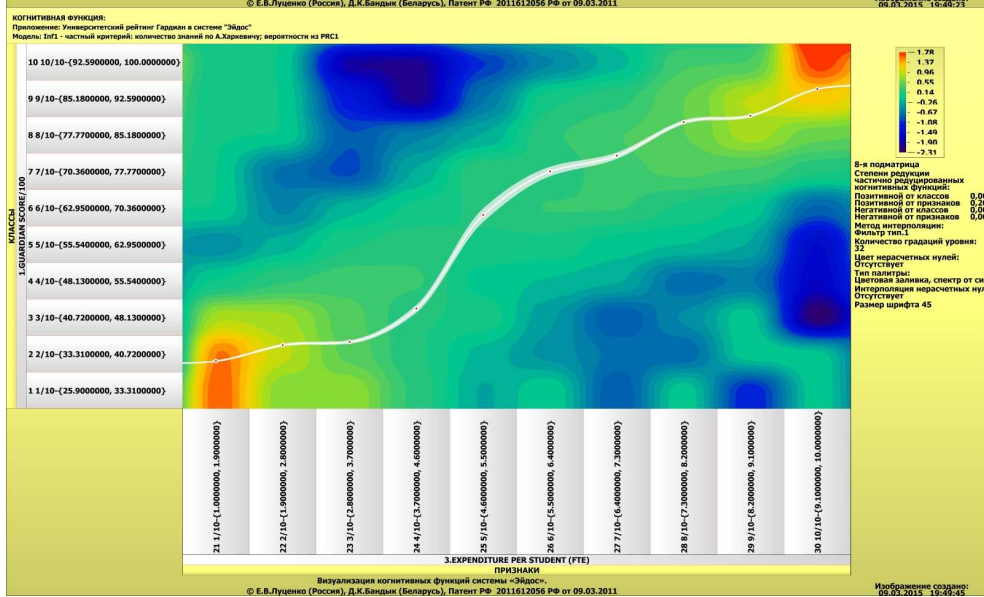
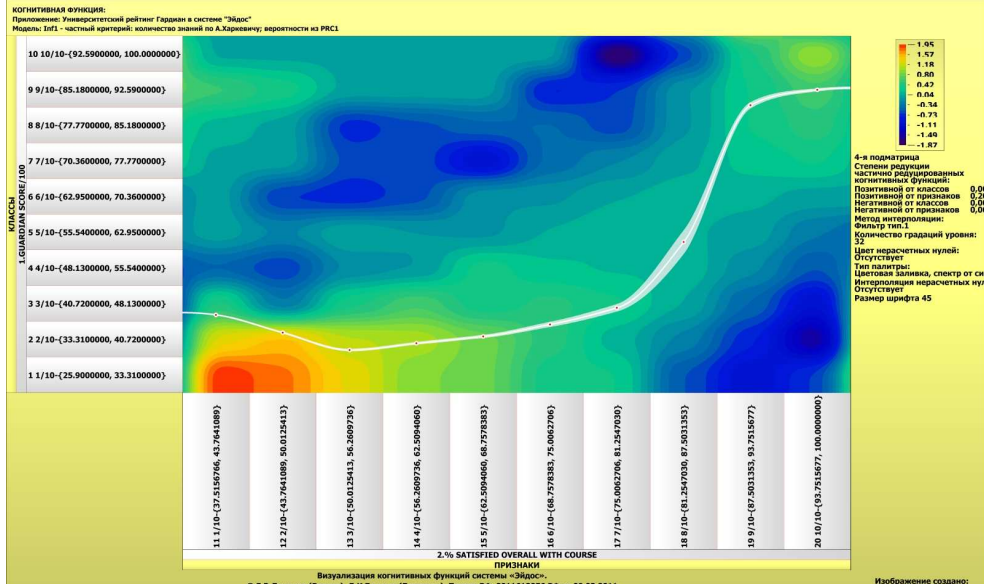
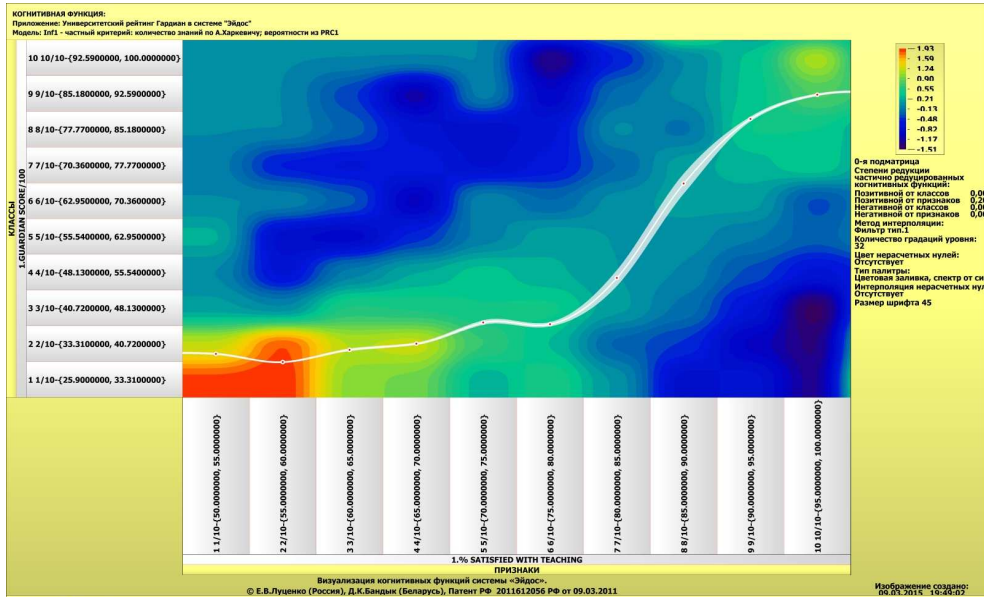
Отметим, что при построении средневзвешенных трендов применены математические методы, предложенные и описанные в работах [260, 261, 262], в частности применен метод взвешенных наименьших квадратов, модифицированный путем использования в качестве весовых коэффициентов количества информации в наблюдениях.

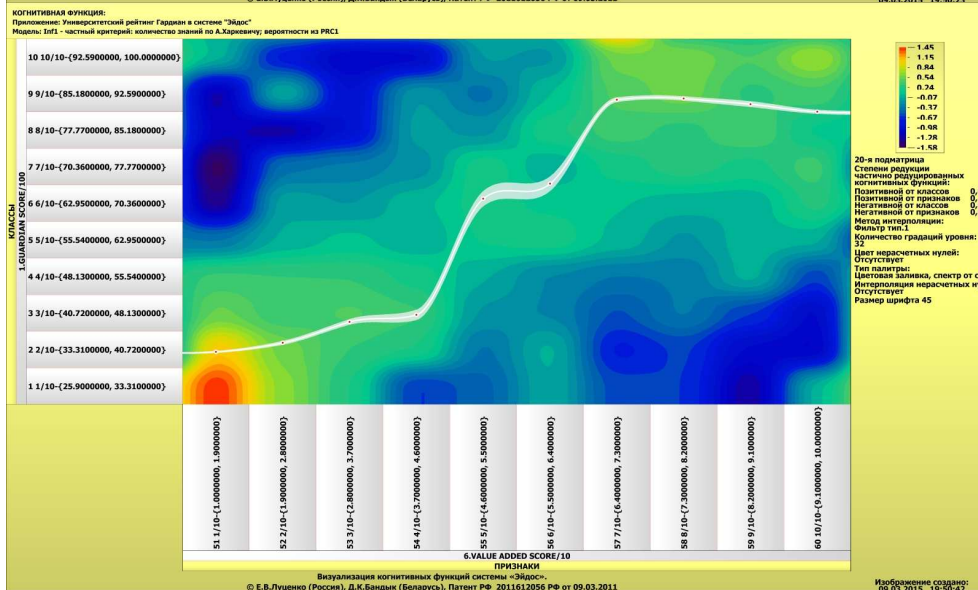
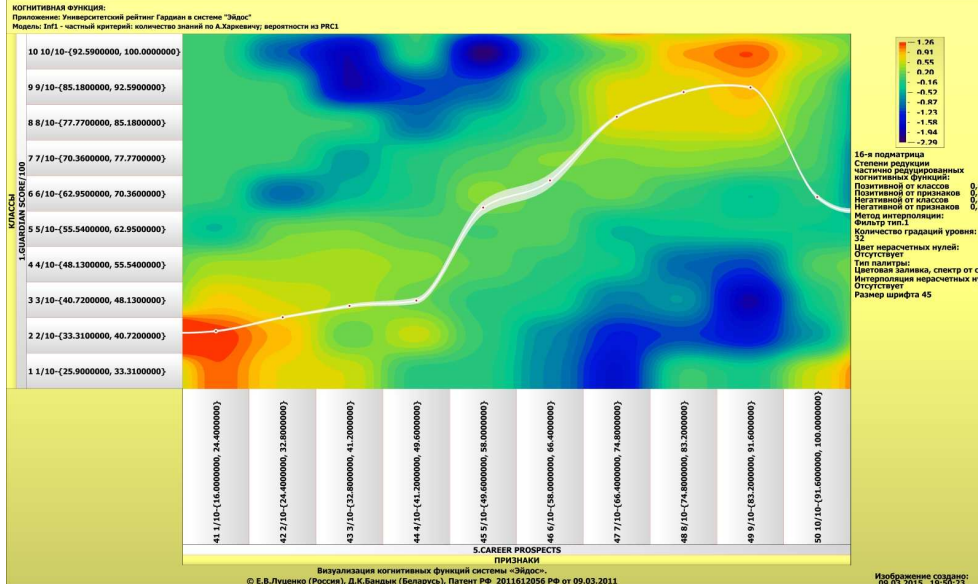
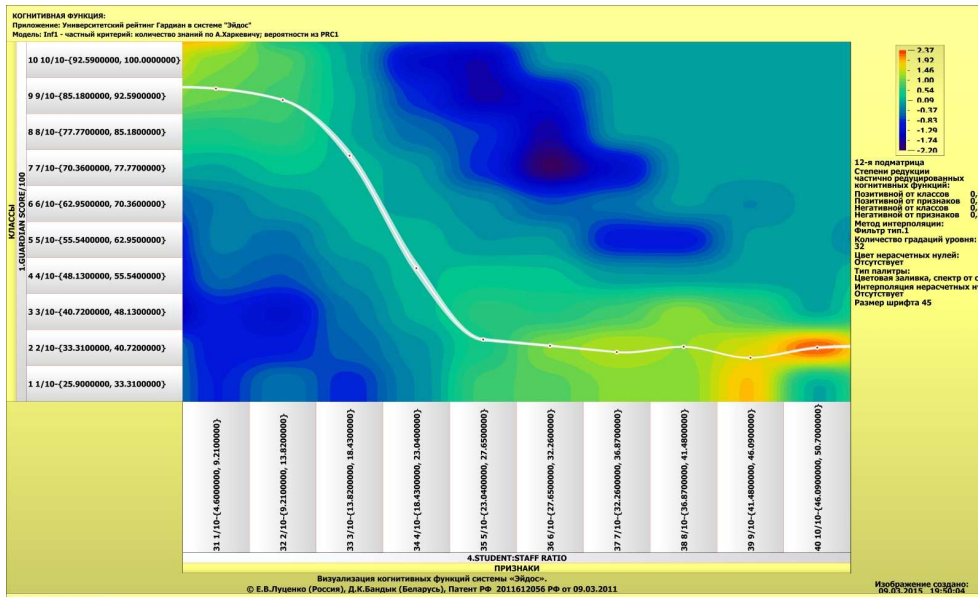
На рисунке 25 приведены визуализации некоторых когнитивных функций данного приложения для модели INF1:

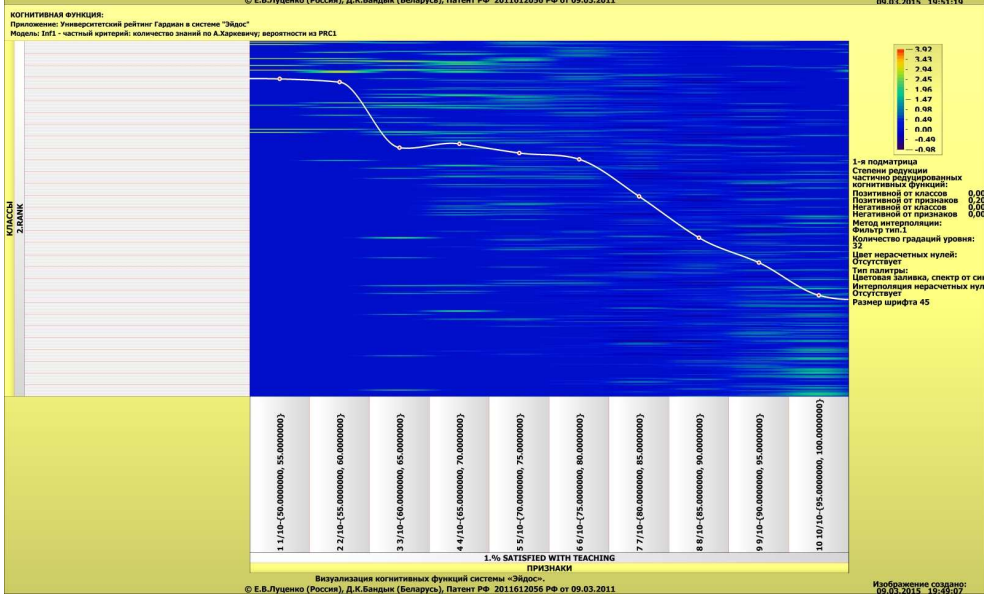
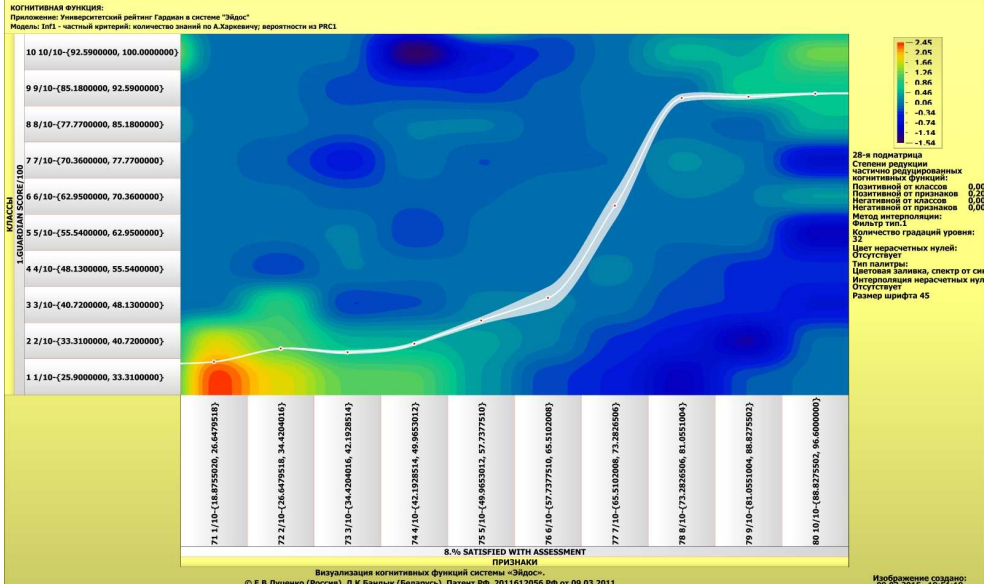
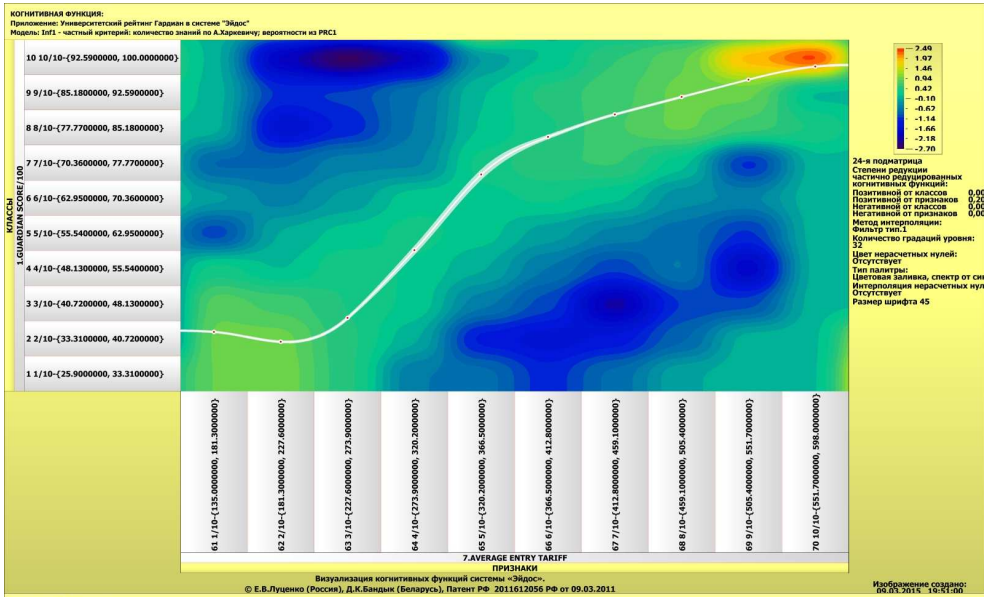
---

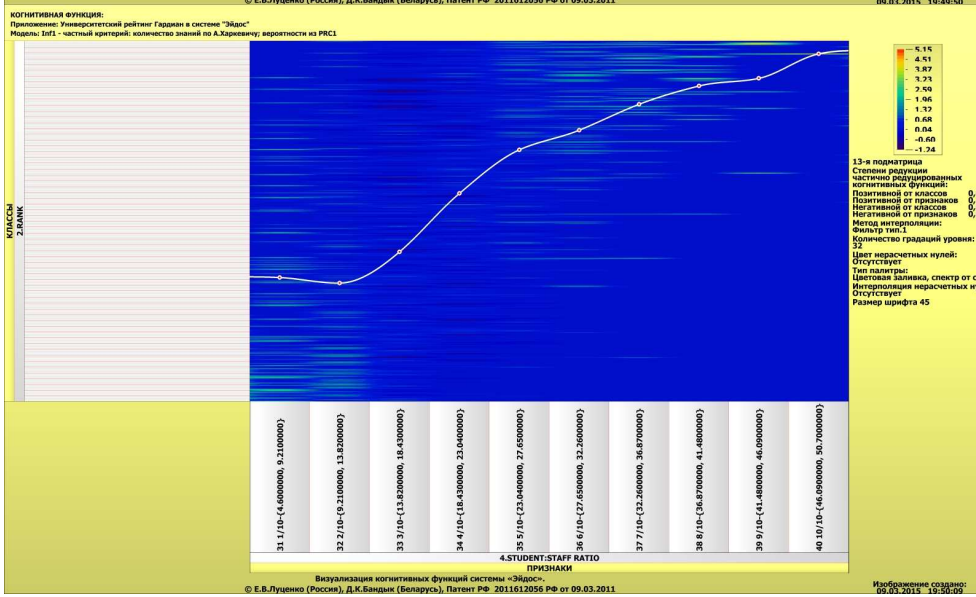
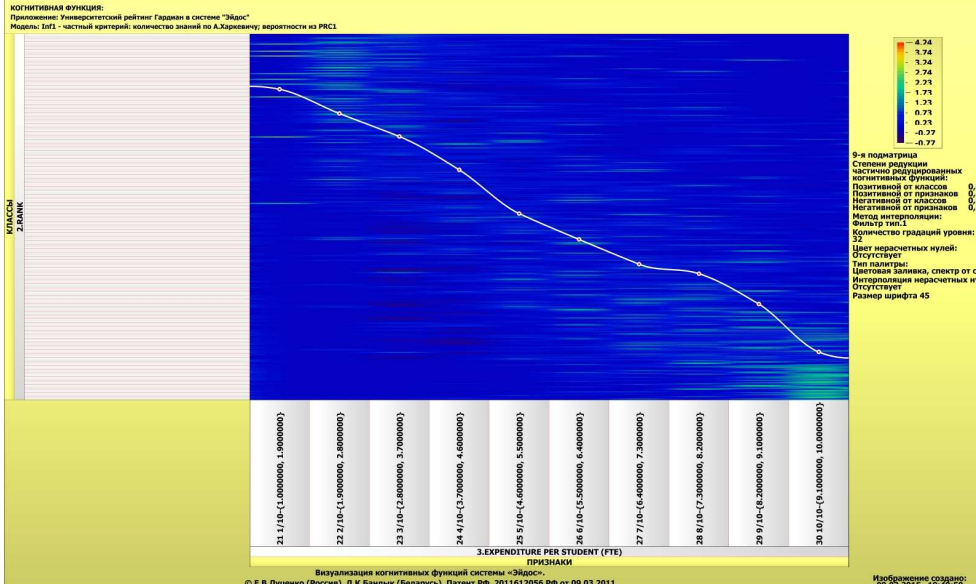
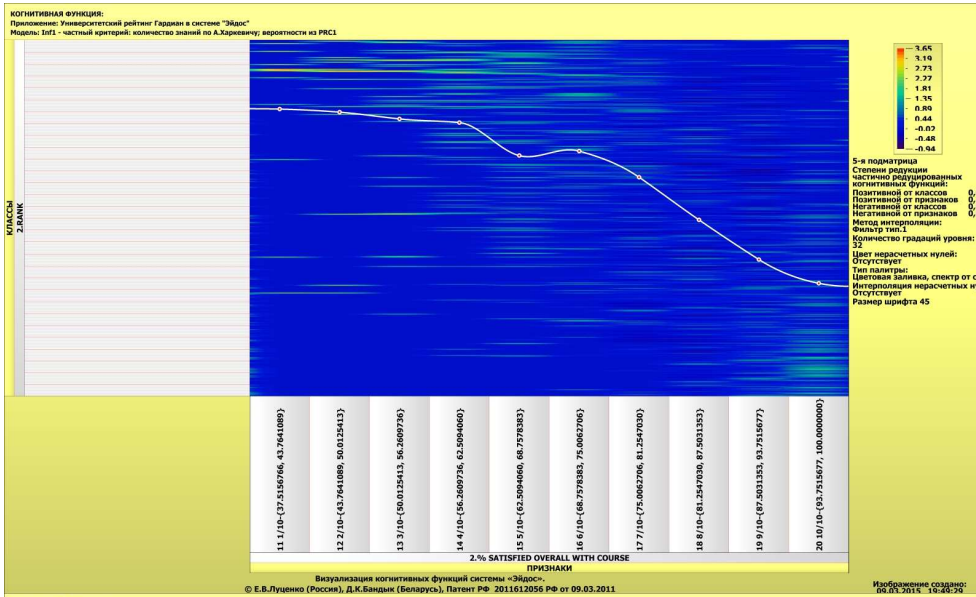
<sup>37</sup> См., например: <http://www.twirpx.com/file/775236/>

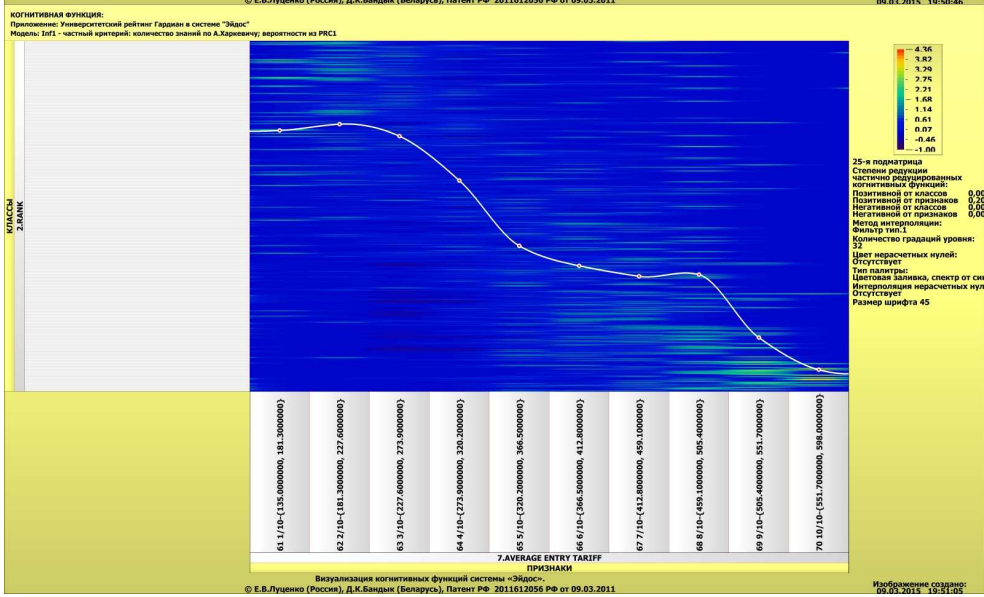
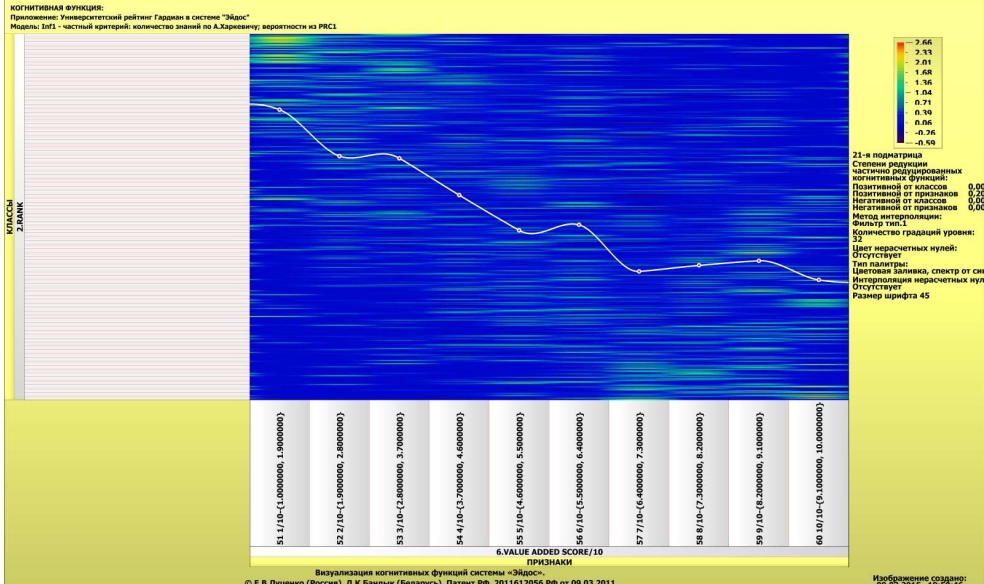
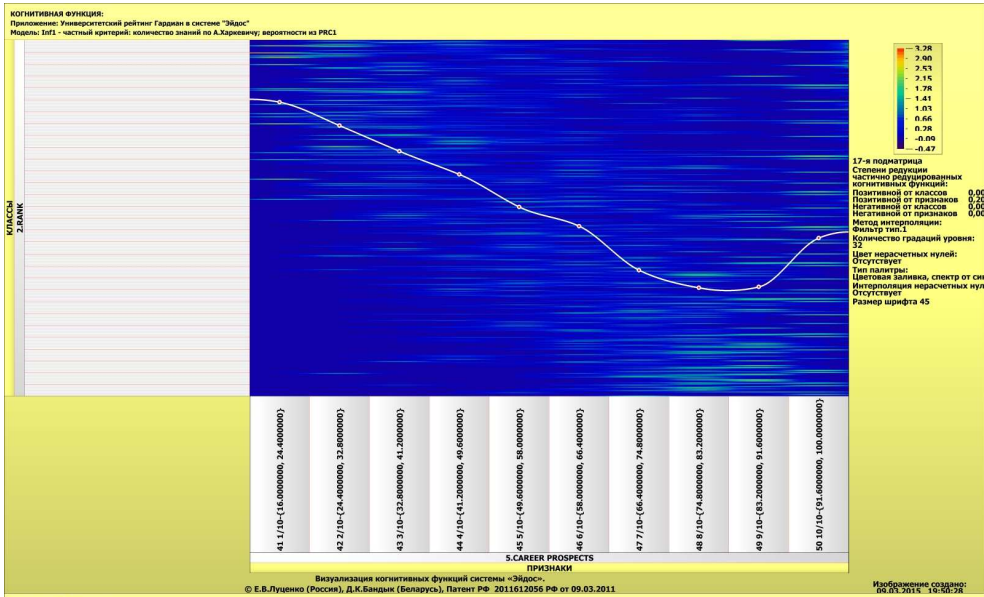












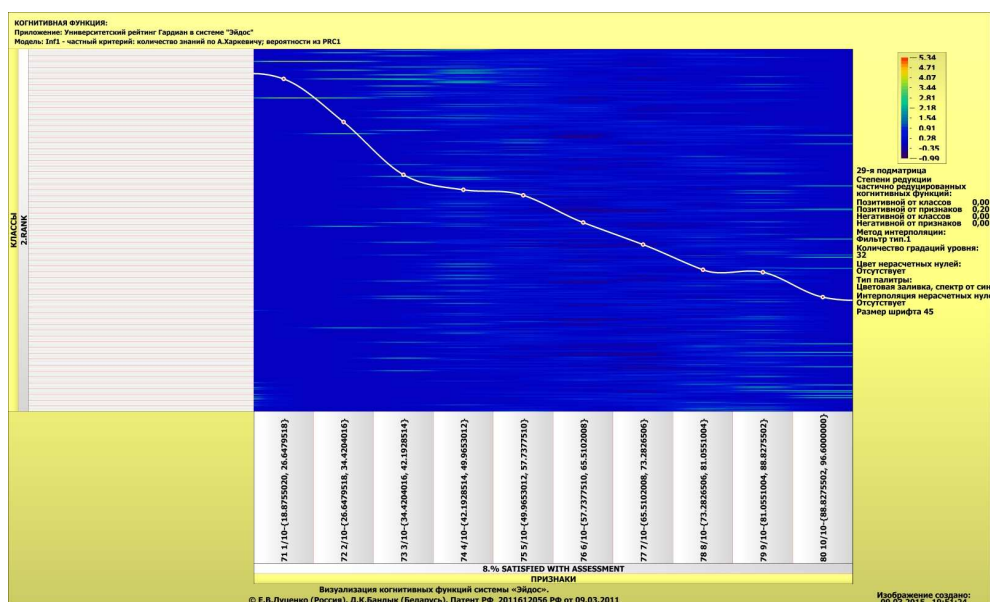


Рисунок 25. Визуализация когнитивных функций зависимостей рейтинга Гардиан от значений показателей в системно-когнитивной модели INF1

Из приведенных когнитивных функций видно, что увеличение или уменьшение значений показателей вузов влияет на рейтинг Гардиан по направлению подготовки и общий рейтинг Гардиан, примерно пропорционально или обратно пропорционально. Отметим, что об этом можно говорить потому, что в системно-когнитивных моделях используются интервальные числовые и порядковые измерительные шкалы.

*Это подтверждает разумность и корректность построения университетского рейтинга Гардиан его разработчиками.*

### 6.2.2.3.7. Интегральный критерий и решение задачи оценки рейтинга вуза в системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан

*Из модели INF1 мы видим, какое количество информации содержится в том или ином значении каждого показателя о том, что вуз с этим значением показателя имеет тот или иной рейтинг по направлению подготовки и общий рейтинг Гардиан.*

Но если нам известно не одно, а несколько значений показателей вузов, то как посчитать их *общий* вклад в сходство с теми или иными классами? Для этого в системе «Эйдос» используется 2 аддитивных интегральных критерия: «Сумма знаний» и «Семантический резонанс знаний».

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i,$$

где:  $M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где } n > 0, \text{ если } i - \text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой *нормированное* суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_I \sigma_L M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}),$$

где:

$M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_j$  – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$  – среднее по вектору объекта;

$\sigma_I$  – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

$\sigma_L$  – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й фактор действует;} \\ n, & \text{где } n > 0, \text{ если } i\text{-й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i\text{-й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_L}.$$

Свое наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме является корреляцией двух векторов: состояния  $j$ -го класса и состояния распознаваемого объекта.

Пример решения задачи идентификации для вузов рейтинга Гардиан по направлению подготовки и общего рейтинга Гардиан приведен на рисунке 26:



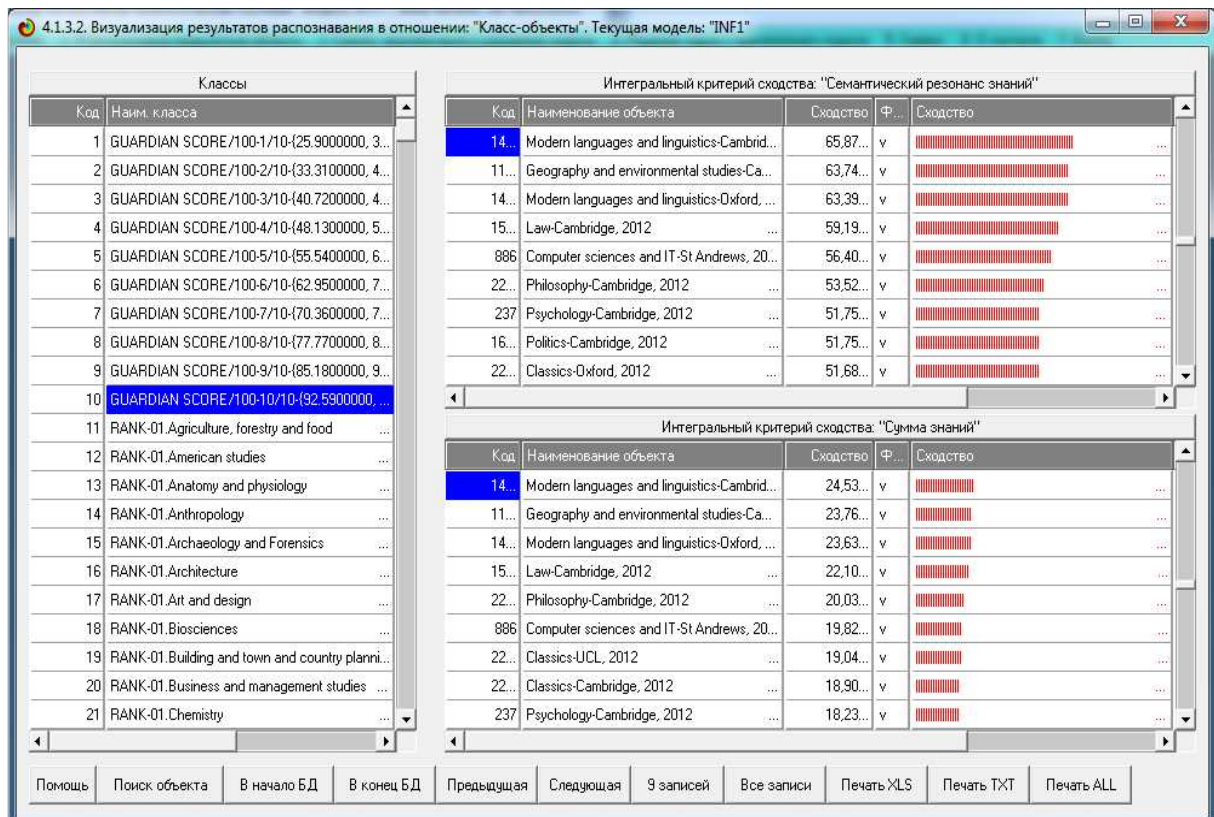
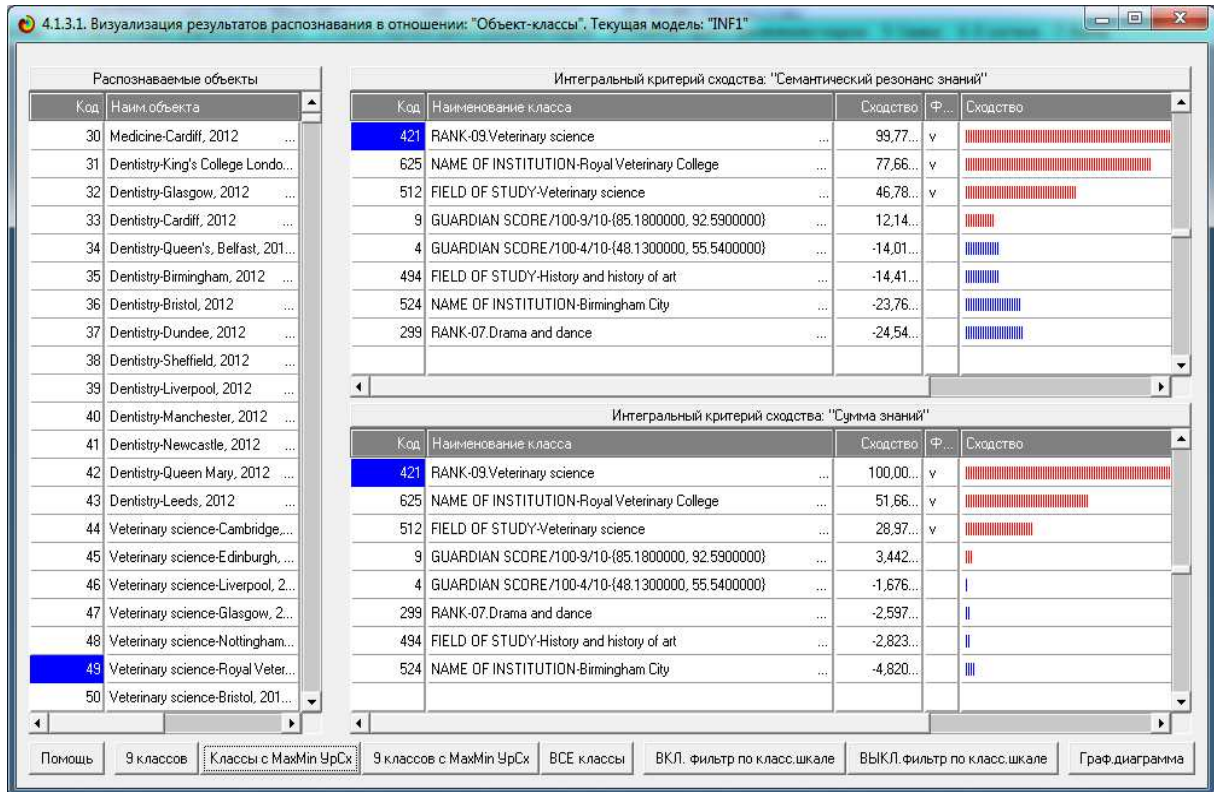


Рисунок 26. Экранная форма с результатами идентификации рейтинга Гардиан по направлению подготовки и общего рейтинга Гардиан

### 6.2.2.3.8. Исследование многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан, учитывающей направления подготовки

#### 6.2.2.3.8.1. Автоматизированный количественный SWOT-анализ университетского рейтинга Гардиан

В системе «Эйдос» реализован Автоматизированный количественный SWOT-анализ [249]. Его можно применить для исследования того, какие значения показателей способствуют, а какие препятствуют присвоению вузу тех или иных рейтингов Гардиан.

Например, высокому общему рейтингу Гардиан способствуют и препятствуют значения показателей, приведенные на SWOT-диаграмме (рисунок 27), соответствующей SWOT-матрице (рисунок 28) и нелокальном нейроне (рисунок 29):

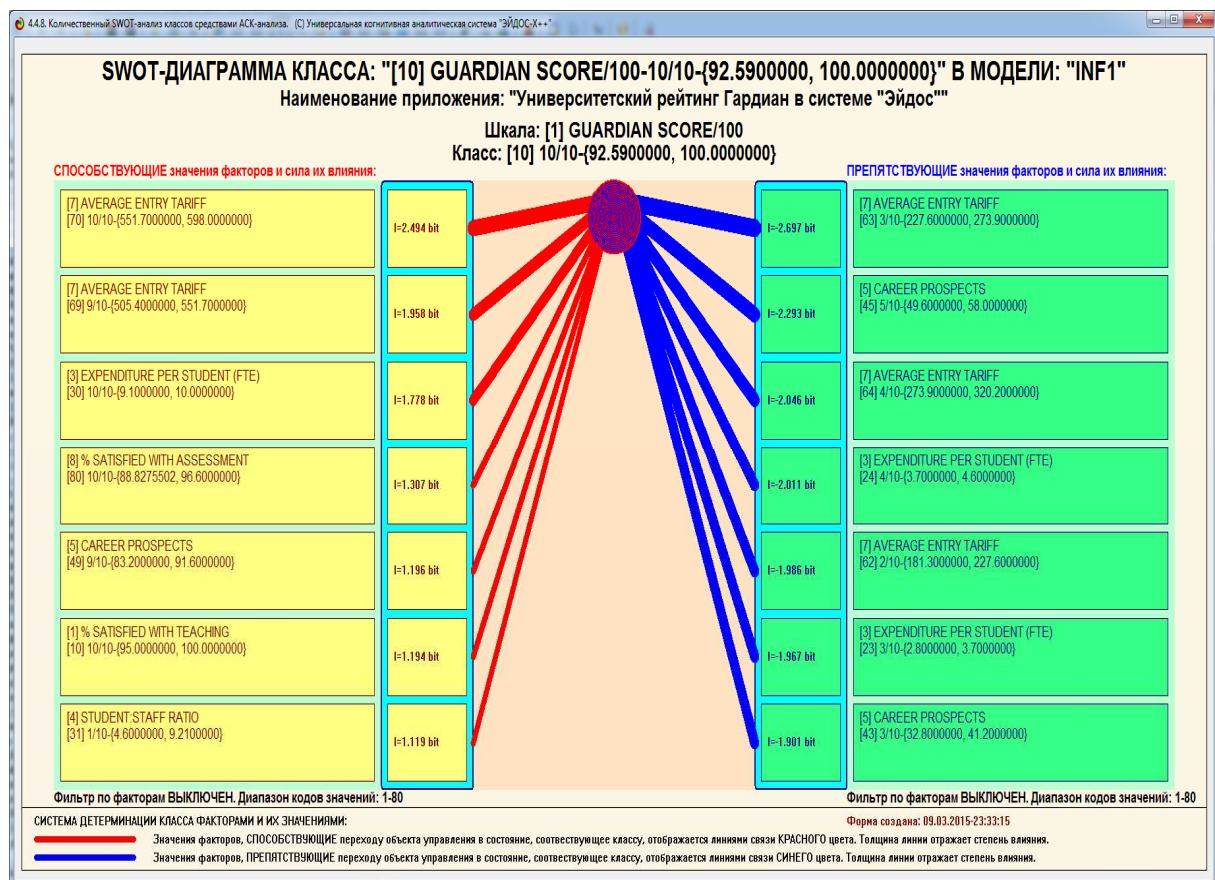


Рисунок 27. SWOT-диаграмма высокого рейтинга Гардиан

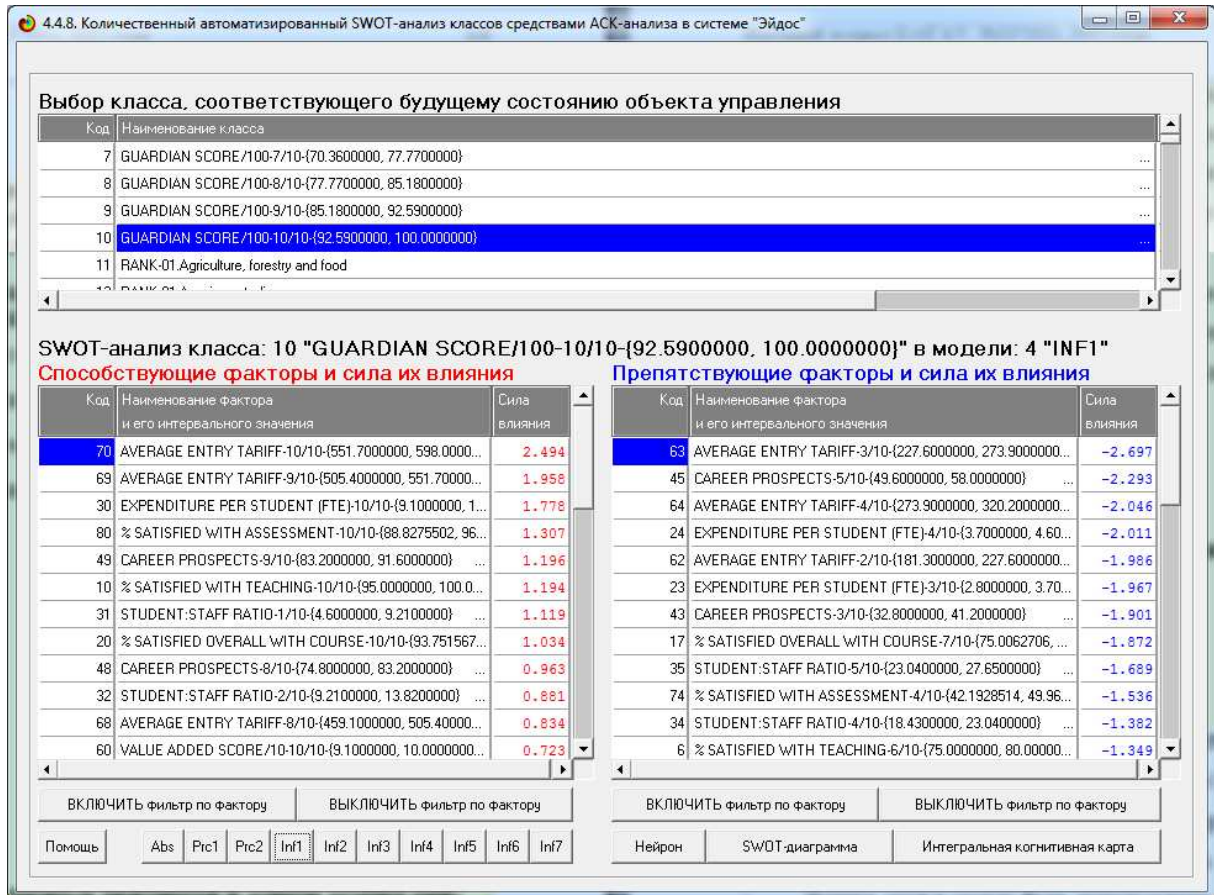


Рисунок 28. SWOT-матрица высокого рейтинга Гардиан

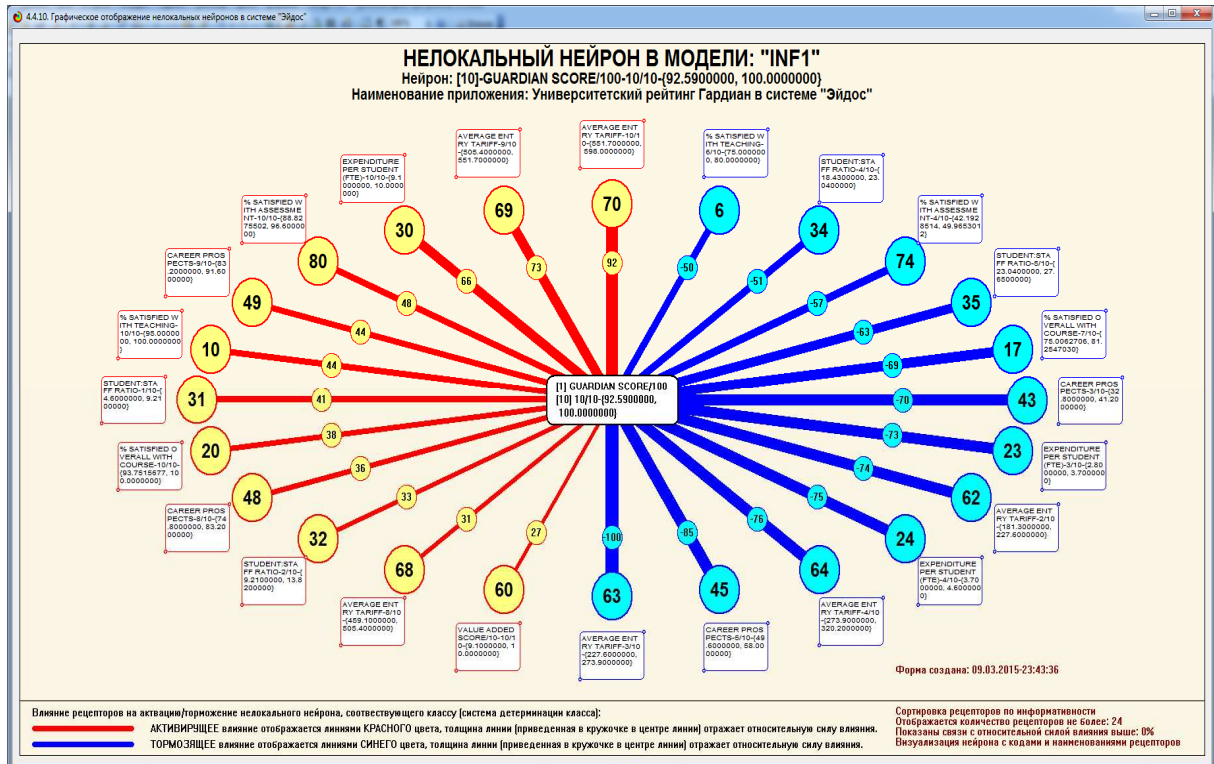


Рисунок 29. Нелокальный нейрон высокого рейтинга Гардиан

### 6.2.2.3.8.2. Информационные портреты классов и значений показателей университетского рейтинга Гардиан

**Информационный портрет класса** – это список факторов, ранжированных в порядке убывания силы их влияния на переход объекта управления в состояние, соответствующее данному классу. Информационный портрет класса отражает систему его детерминации. Генерация информационного портрета класса представляет собой решение обратной задачи прогнозирования, т.к. при прогнозировании по системе факторов определяется спектр наиболее вероятных будущих состояний объекта управления, в которые он может перейти под влиянием данной системы факторов, а в информационном портрете мы наоборот, по заданному будущему состоянию объекта управления определяем систему факторов, детерминирующих это состояние, т.е. вызывающих переход объекта управления в это состояние. В начале информационного портрета класса идут факторы, оказывающие положительное влияние на переход объекта управления в заданное состояние, затем факторы, не оказывающие на это существенного влияния, и далее – факторы, препятствующие переходу объекта управления в это состояние (в порядке возрастания силы препятствования). Информационные портреты классов могут быть *отфильтрованы* по диапазону факторов, т.е. мы можем отобразить влияние на переход объекта управления в данное состояние не всех отраженных в модели факторов, а только тех, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным описательным шкалам.

Пример информационного портрета класса приведен на рисунке 30:

4.2.1. Информационные портреты классов

Инф.портрет класса: 10 "GUARDIAN SCORE/100-10/10-{92.5900000, 100.0000000}" в модели: 4 "INF1"

| Код | Наименование признака   | Значимость |
|-----|---|------------|
| 30  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-10/10-(9.1000000, 10.0000000)     | 1.778      |
| 10  | % SATISFIED WITH TEACHING-10/10-(95.0000000, 100.0000000)       | 1.194      |
| 31  | STUDENT:STAFF RATIO-1/10-(4.6000000, 9.2100000)                 | 1.119      |
| 20  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-10/10-(93.7515677, 100.0000000) | 1.034      |
| 32  | STUDENT:STAFF RATIO-2/10-(9.2100000, 13.8200000)                | 0.881      |
| 19  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-9/10-(87.5031353, 93.7515677)   | 0.365      |
| 29  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-9/10-(8.2000000, 9.1000000)       | 0.364      |
| 28  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-8/10-(7.3000000, 8.2000000)       | 0.363      |
| 9   | % SATISFIED WITH TEACHING-9/10-(90.0000000, 95.0000000)         | 0.347      |
| 33  | STUDENT:STAFF RATIO-3/10-(13.8200000, 18.4300000)               | 0.070      |
| 8   | % SATISFIED WITH TEACHING-8/10-(85.0000000, 90.0000000)         | -0.005     |
| 27  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-7/10-(6.4000000, 7.3000000)       | -0.205     |
| 7   | % SATISFIED WITH TEACHING-7/10-(80.0000000, 85.0000000)         | -0.536     |
| 26  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-6/10-(5.5000000, 6.4000000)       | -0.552     |
| 18  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-8/10-(81.2547030, 87.5031353)   | -0.649     |
| 25  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-5/10-(4.6000000, 5.5000000)       | -1.057     |
| 42  | CAREER PROSPECTS-2/10-(24.4000000, 32.8000000)                  | -1.087     |
| 6   | % SATISFIED WITH TEACHING-6/10-(75.0000000, 80.0000000)         | -1.349     |
| 34  | STUDENT:STAFF RATIO-4/10-(18.4300000, 23.0400000)               | -1.382     |
| 35  | STUDENT:STAFF RATIO-5/10-(23.0400000, 27.6500000)               | -1.689     |
| 17  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-7/10-(75.0062706, 81.2547030)   | -1.872     |
| 23  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-3/10-(2.8000000, 3.7000000)       | -1.967     |
| 24  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-4/10-(3.7000000, 4.6000000)       | -2.011     |

Помощь Abs Prt1 Prt2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 MS Excel ВКЛ. фильтр по фактору ВЫКЛ. фильтр по фактору Вписать в окно Показать ВСЕ

Рисунок 30. Экранная форма с информационным портретом класса: «Наивысший общий рейтинг Гардиан»

**Информационный (семантический) портрет фактора** – это список классов, ранжированный в порядке убывания силы влияния данного фактора на переход объекта управления в состояния, соответствующие данным классам. Информационный портрет фактора называется также его *семантическим портретом*, т.к. в соответствии с концепцией смысла системно-когнитивного анализа, являющейся обобщением концепции смысла Шенка-Абельсона, *смысл фактора состоит в том, какие будущие состояния объекта управления он детерминирует*. Сначала в этом списке идут состояния объекта управления, на переход в которые данный фактор оказывает наибольшее влияние, затем состояния, на которые данный фактор не оказывает существенного влияния, и далее состояния – переходу в которые данный фактор препятствует. Информационные портреты факторов могут быть от *отфильтрованы* по диапазону классов, т.е. мы можем отобразить влияние данного фактора на переход объекта управления не во все возможные будущие состояния, а только в состояния, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным классификационным шкалам.

Пример информационного портрета значения фактора (показателя) приведен на рисунке 31:

4.3.1. Информационные портреты признаков

Инф.портрет признака: 1 "% SATISFIED WITH TEACHING-1/10-{50.0000000, 55.0000000}" в модели: 4 "INF1"

| Код | Наименование признака                         | Код | Наименование класса                                | Значимость |
|-----|---|-----|--|------------|
| 1   | % SATISFIED WITH TEACHING-1/10-{50.000000...  | 657 | NAME OF INSTITUTION-University of the Arts, London | 3.606      |
| 2   | % SATISFIED WITH TEACHING-2/10-{55.000000...  | 551 | NAME OF INSTITUTION-East London                    | 2.370      |
| 3   | % SATISFIED WITH TEACHING-3/10-{60.000000...  | 641 | NAME OF INSTITUTION-Sunderland                     | 2.358      |
| 4   | % SATISFIED WITH TEACHING-4/10-{65.000000...  | 524 | NAME OF INSTITUTION-Birmingham City                | 2.297      |
| 5   | % SATISFIED WITH TEACHING-5/10-{70.000000...  | 589 | NAME OF INSTITUTION-London Met                     | 2.126      |
| 6   | % SATISFIED WITH TEACHING-6/10-{75.000000...  | 654 | NAME OF INSTITUTION-Ulster                         | 1.962      |
| 7   | % SATISFIED WITH TEACHING-7/10-{80.000000...  | 587 | NAME OF INSTITUTION-Liverpool                      | 1.896      |
| 8   | % SATISFIED WITH TEACHING-8/10-{85.000000...  | 553 | NAME OF INSTITUTION-Edinburgh                      | 1.807      |
| 9   | % SATISFIED WITH TEACHING-9/10-{90.000000...  |     |  |            |
| 10  | % SATISFIED WITH TEACHING-10/10-{95.000000... |     |  |            |
| 11  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-1/10-{37...   |     |  |            |
| 12  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-2/10-{43...   |     |  |            |
| 13  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-3/10-{50...   |     |  |            |
| 14  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-4/10-{56...   |     |  |            |
| 15  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-5/10-{62...   |     |  |            |
| 16  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-6/10-{68...   |     |  |            |
| 17  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-7/10-{75...   |     |  |            |
| 18  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-8/10-{81...   |     |  |            |
| 19  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-9/10-{87...   |     |  |            |
| 20  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-10/10-{9...   |     |  |            |
| 21  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-1/10-{1.00...   |     |  |            |
| 22  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-2/10-{1.90...   |     |  |            |
| 23  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-3/10-{2.80...   |     |  |            |

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 MS Excel Вкл. фильтр по кл.шкале Выкл. фильтр по кл.шкале Вписать в окно Показать ВСЕ

Рисунок 31. Экранная форма с информационным портретом значения показателя с установленным фильтром по наименованиям вузов

### 6.2.2.3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ университетского рейтинга Гардиан

**Кластерно-конструктивный анализ** – это новый математический метод анализа знаний, реализованный в АСК-анализе и системе «Эйдос» [7, 128], обеспечивающий:

- выявление классов, наиболее сходных по системе их детерминации и объединение их в кластеры;
- выявление кластеров классов, наиболее сильно отличающиеся по системе их детерминации и построение из них полюсов конструкторов классов, при этом остальные кластеры включаются в конструкторы в качестве промежуточных между полюсами;
- выявление факторов, наиболее сходных по детерминируемым ими классам и объединение их в кластеры;
- выявление кластеров факторов, наиболее сильно отличающиеся по детерминируемым ими классам и построение из них полюсов конструкторов факторов, при этом остальные кластеры включаются в конструкторы в качестве промежуточных между полюсами.

Состояния объекта управления, соответствующие классам, включенным в один кластер, могут быть достигнуты одновременно,

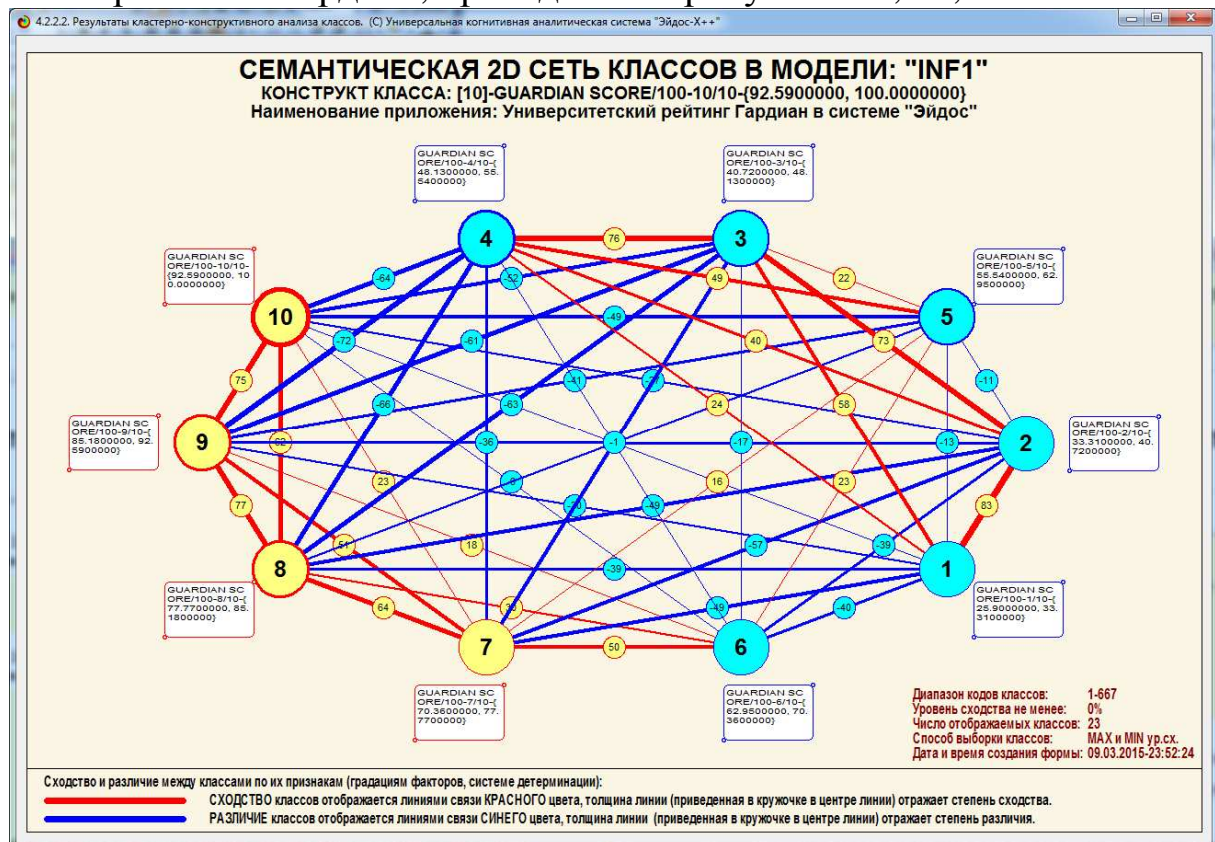
т.е. являются *совместимыми (коалиционными)* по детерминирующим их факторам. Состояния объекта управления, соответствующие классам, образующим полюса конструкта, не могут быть достигнуты одновременно, т.е. являются противоположными по детерминирующим их факторам (*антагонистическими*).

Факторы, включенные в один кластер, оказывают сходное влияние на поведение объекта управления и могут, при необходимости, быть использованы для замены друг друга. Факторы, образующие полюса конструкта, оказывают противоположное влияние на поведение объекта управления.

*Кластерно-конструктивный анализ классов* позволяет сравнить их по сходству системы детерминации и отобразить эту информацию в наглядной графической форме семантической сети классов.

*Кластерно-конструктивный анализ факторов* позволяет сравнить факторы по сходству их влияния на переход объекта в будущие состояния и отобразить эту информацию в наглядной графической форме семантической сети факторов.

Примеры когнитивных диаграмм, отражающих некоторые результаты кластерно-конструктивного анализа модели университетского рейтинга Гардиан, приведены на рисунках 32, 33, 34:



**Рисунок 32. Пример конструкта класса университетского рейтинга Гардиан**

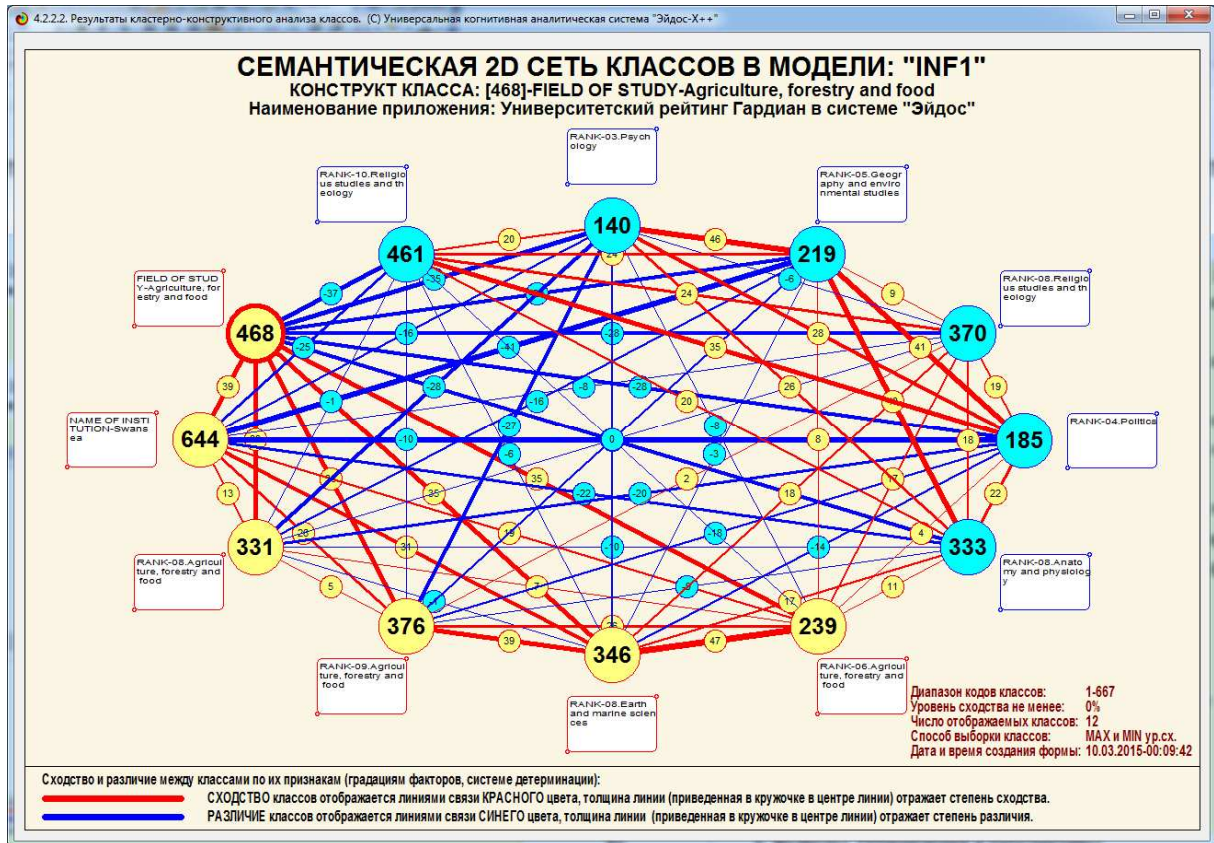


Рисунок 33. Пример конструкта класса университетского рейтинга Гардиан

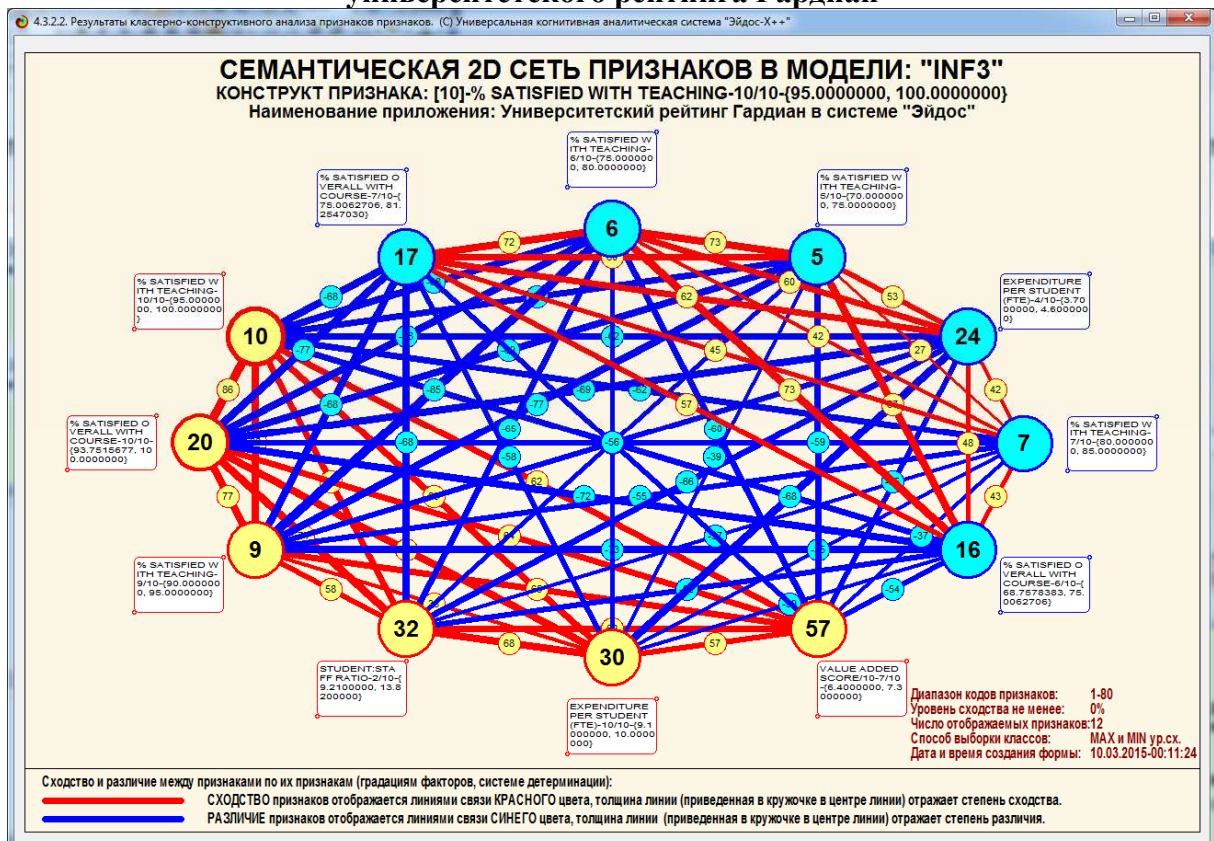


Рисунок 34. Пример конструкта значения показателя университетского рейтинга Гардиан



Как видно из приведенных когнитивных диаграмм, все классы и значения показателей являются взаимозависимыми, что исключает применение факторного анализа, как метода моделирования линейных систем.

#### **6.2.2.4. Интеграция различных рейтингов в одном «супер рейтинге» – путь к использованию рейтинга Гардиан для оценки российских вузов**

##### **6.2.2.4.1. *Пилотное исследование и Парето-оптимизация***

Минобрнауки РФ в своих регламентирующих документах предлагает очень много частных критериев<sup>38</sup>. Ясно, что собрать информацию по всем этим показателям очень сложно, дорого и трудоемко. Поэтому представляет интерес, выявить из них минимальное количество таких критериев, которых было бы достаточно для надежного решения задачи определения рейтинга вуза.

Системно-когнитивные модели позволяют выявить показатели, оказывающие наиболее существенное влияние на объекты моделирования, что позволяет удалить из моделей не существенные показатели, т.е. провести Паретто-оптимизацию, в результате которой в моделях остаются только существенные показатели.

Таким образом, решается задача, аналогичная задаче разработки системе стандартизированных показателей, но конкретно для данного предприятия.

В результате можно сократить размерность моделей без потери их достоверности, а значит существенно сократить затраты труда и времени на сбор, ввод в компьютер и обработку исходных данных, т.е. эффективность их использования.

В таблице 27 приведен список значений факторов системно-когнитивной модели INF1 (см. табл. ) университетского рейтинга Гардиан, в котором эти значения проранжированы в порядке убывания варибельности информативности, которая в АСК-анализе рассматривается как значимость (дифференцирующая способность) этого значения. Варибельность информативности измеряется как ее среднеквадратичное отклонение по всем классам. Но в данном случае она посчитана только по первым 10 классам, т.е. по общему рейтингу.

---

<sup>38</sup> См., например: <http://uup.samgtu.ru/node/211>

**Таблица 27 – Ранжированная таблица значений показателей  
для построения Парето-диаграммы университетского  
рейтинга Гардиан (фрагмент)**

| Код | Значение показателя   | Значимость | Паретто  |
|-----|---|------------|----------|
| 70  | AVERAGE ENTRY TARIFF-10/10-{551.7000000, 598.0000000}           | 1499,07    | 1499,07  |
| 30  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-10/10-{9.1000000, 10.0000000}     | 1493,90    | 2992,96  |
| 2   | % SATISFIED WITH TEACHING-2/10-{55.0000000, 60.0000000}         | 1430,66    | 4423,63  |
| 69  | AVERAGE ENTRY TARIFF-9/10-{505.4000000, 551.7000000}            | 1315,20    | 5738,83  |
| 36  | STUDENT:STAFF RATIO-6/10-{27.6500000, 32.2600000}               | 1196,80    | 6935,63  |
| 51  | VALUE ADDED SCORE/10-1/10-{1.0000000, 1.9000000}                | 1153,71    | 8089,34  |
| 37  | STUDENT:STAFF RATIO-7/10-{32.2600000, 36.8700000}               | 1074,37    | 9163,71  |
| 49  | CAREER PROSPECTS-9/10-{83.2000000, 91.6000000}                  | 1052,72    | 10216,43 |
| 62  | AVERAGE ENTRY TARIFF-2/10-{181.3000000, 227.6000000}            | 1034,30    | 11250,73 |
| 38  | STUDENT:STAFF RATIO-8/10-{36.8700000, 41.4800000}               | 1026,14    | 12276,87 |
| 21  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-1/10-{1.0000000, 1.9000000}       | 1020,24    | 13297,11 |
| 63  | AVERAGE ENTRY TARIFF-3/10-{227.6000000, 273.9000000}            | 1010,23    | 14307,33 |
| 12  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-2/10-{43.7641089, 50.0125413}   | 1009,23    | 15316,56 |
| 67  | AVERAGE ENTRY TARIFF-7/10-{412.8000000, 459.1000000}            | 994,19     | 16310,75 |
| 43  | CAREER PROSPECTS-3/10-{32.8000000, 41.2000000}                  | 994,12     | 17304,87 |
| 10  | % SATISFIED WITH TEACHING-10/10-{95.0000000, 100.0000000}       | 948,77     | 18253,64 |
| 39  | STUDENT:STAFF RATIO-9/10-{41.4800000, 46.0900000}               | 939,42     | 19193,06 |
| 35  | STUDENT:STAFF RATIO-5/10-{23.0400000, 27.6500000}               | 909,13     | 20102,18 |
| 24  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-4/10-{3.7000000, 4.6000000}       | 905,30     | 21007,49 |
| 23  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-3/10-{2.8000000, 3.7000000}       | 899,29     | 21906,78 |
| 72  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-2/10-{26.6479518, 34.4204016}       | 882,78     | 22789,56 |
| 4   | % SATISFIED WITH TEACHING-4/10-{65.0000000, 70.0000000}         | 879,48     | 23669,05 |
| 11  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-1/10-{37.5156766, 43.7641089}   | 857,09     | 24526,14 |
| 61  | AVERAGE ENTRY TARIFF-1/10-{135.0000000, 181.3000000}            | 832,47     | 25358,60 |
| 1   | % SATISFIED WITH TEACHING-1/10-{50.0000000, 55.0000000}         | 827,04     | 26185,65 |
| 80  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-10/10-{88.8275502, 96.6000000}      | 826,29     | 27011,93 |
| 13  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-3/10-{50.0125413, 56.2609736}   | 818,74     | 27830,68 |
| 42  | CAREER PROSPECTS-2/10-{24.4000000, 32.8000000}                  | 812,94     | 28643,62 |
| 20  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-10/10-{93.7515677, 100.0000000} | 804,92     | 29448,54 |
| 47  | CAREER PROSPECTS-7/10-{66.4000000, 74.8000000}                  | 794,88     | 30243,42 |
| 31  | STUDENT:STAFF RATIO-1/10-{4.6000000, 9.2100000}                 | 782,26     | 31025,68 |
| 45  | CAREER PROSPECTS-5/10-{49.6000000, 58.0000000}                  | 775,12     | 31800,80 |
| 48  | CAREER PROSPECTS-8/10-{74.8000000, 83.2000000}                  | 758,31     | 32559,11 |
| 32  | STUDENT:STAFF RATIO-2/10-{9.2100000, 13.8200000}                | 746,78     | 33305,89 |
| 68  | AVERAGE ENTRY TARIFF-8/10-{459.1000000, 505.4000000}            | 743,35     | 34049,24 |
| 3   | % SATISFIED WITH TEACHING-3/10-{60.0000000, 65.0000000}         | 738,54     | 34787,78 |
| 66  | AVERAGE ENTRY TARIFF-6/10-{366.5000000, 412.8000000}            | 736,20     | 35523,97 |
| 29  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-9/10-{8.2000000, 9.1000000}       | 726,84     | 36250,82 |
| 64  | AVERAGE ENTRY TARIFF-4/10-{273.9000000, 320.2000000}            | 700,26     | 36951,07 |
| 41  | CAREER PROSPECTS-1/10-{16.0000000, 24.4000000}                  | 696,72     | 37647,79 |
| 14  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-4/10-{56.2609736, 62.5094060}   | 696,11     | 38343,90 |
| 74  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-4/10-{42.1928514, 49.9653012}       | 674,77     | 39018,68 |
| 17  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-7/10-{75.0062706, 81.2547030}   | 672,82     | 39691,50 |
| 22  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-2/10-{1.9000000, 2.8000000}       | 667,46     | 40358,97 |
| 60  | VALUE ADDED SCORE/10-10/10-{9.1000000, 10.0000000}              | 666,34     | 41025,30 |
| 6   | % SATISFIED WITH TEACHING-6/10-{75.0000000, 80.0000000}         | 657,57     | 41682,88 |
| 52  | VALUE ADDED SCORE/10-2/10-{1.9000000, 2.8000000}                | 644,10     | 42326,98 |
| 15  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-5/10-{62.5094060, 68.7578383}   | 631,57     | 42958,55 |
| 59  | VALUE ADDED SCORE/10-9/10-{8.2000000, 9.1000000}                | 608,18     | 43566,72 |
| 44  | CAREER PROSPECTS-4/10-{41.2000000, 49.6000000}                  | 584,91     | 44151,64 |
| 53  | VALUE ADDED SCORE/10-3/10-{2.8000000, 3.7000000}                | 583,81     | 44735,44 |
| 5   | % SATISFIED WITH TEACHING-5/10-{70.0000000, 75.0000000}         | 555,04     | 45290,48 |
| 28  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-8/10-{7.3000000, 8.2000000}       | 528,69     | 45819,17 |
| 9   | % SATISFIED WITH TEACHING-9/10-{90.0000000, 95.0000000}         | 524,30     | 46343,48 |
| 34  | STUDENT:STAFF RATIO-4/10-{18.4300000, 23.0400000}               | 517,10     | 46860,57 |
| 73  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-3/10-{34.4204016, 42.1928514}       | 508,31     | 47368,89 |
| 27  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-7/10-{6.4000000, 7.3000000}       | 507,02     | 47875,91 |
| 65  | AVERAGE ENTRY TARIFF-5/10-{320.2000000, 366.5000000}            | 498,92     | 48374,82 |
| 79  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-9/10-{81.0551004, 88.8275502}       | 496,61     | 48871,44 |
| 19  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-9/10-{87.5031353, 93.7515677}   | 477,60     | 49349,03 |
| 57  | VALUE ADDED SCORE/10-7/10-{6.4000000, 7.3000000}                | 468,80     | 49817,83 |
| 71  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-1/10-{18.8755020, 26.6479518}       | 465,09     | 50282,92 |
| 58  | VALUE ADDED SCORE/10-8/10-{7.3000000, 8.2000000}                | 451,24     | 50734,16 |
| 16  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-6/10-{68.7578383, 75.0062706}   | 443,77     | 51177,93 |
| 54  | VALUE ADDED SCORE/10-4/10-{3.7000000, 4.6000000}                | 424,13     | 51602,06 |
| 78  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-8/10-{73.2826506, 81.0551004}       | 423,10     | 52025,17 |
| 25  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-5/10-{4.6000000, 5.5000000}       | 401,72     | 52426,89 |
| 50  | CAREER PROSPECTS-10/10-{91.6000000, 100.0000000}                | 373,87     | 52800,76 |
| 33  | STUDENT:STAFF RATIO-3/10-{13.8200000, 18.4300000}               | 361,39     | 53162,15 |
| 46  | CAREER PROSPECTS-6/10-{58.0000000, 66.4000000}                  | 358,11     | 53520,26 |
| 26  | EXPENDITURE PER STUDENT (FTE)-6/10-{5.5000000, 6.4000000}       | 308,74     | 53829,01 |
| 8   | % SATISFIED WITH TEACHING-8/10-{85.0000000, 90.0000000}         | 306,02     | 54135,02 |
| 75  | % SATISFIED WITH ASSESSMENT-5/10-{49.9653012, 57.7377510}       | 292,73     | 54427,75 |
| 18  | % SATISFIED OVERALL WITH COURSE-8/10-{81.2547030, 87.5031353}   | 272,45     | 54700,20 |
| 55  | VALUE ADDED SCORE/10-5/10-{4.6000000, 5.5000000}                | 243,46     | 54943,66 |

На рисунке 21 приведена Парето-диаграмма, построенная по таблице 35:

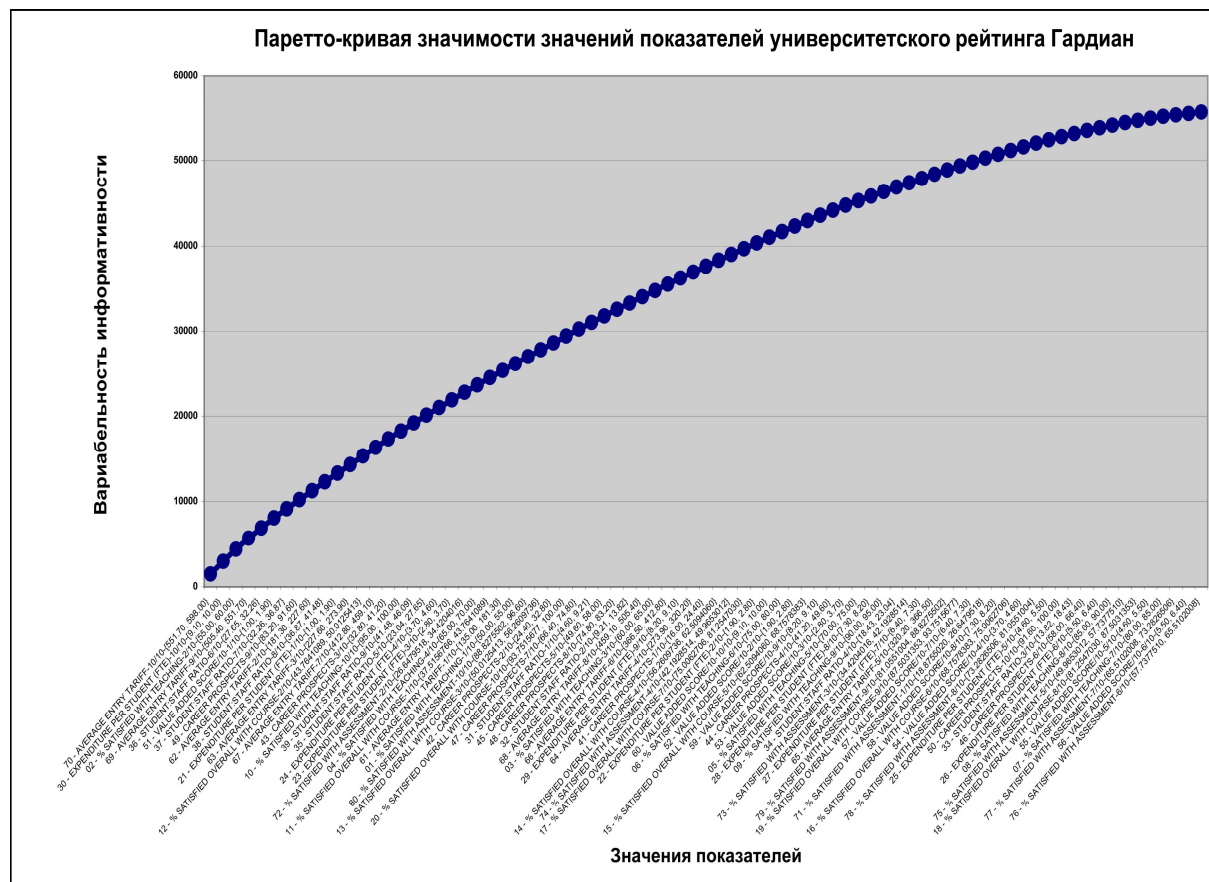


Рисунок 35. Парето-кривая значимости значений показателей университетского рейтинга Гардиан

Из приведенной Парето-кривой можно сделать вывод о том, что Парето-оптимизация была проведена разработчиками университетского рейтинга Гардиан на этапе его создания, т.к. все используемые в нем значения показателей имеют достаточно высокую значимость. Когда в модели есть малозначимые факторы, то Парето-кривая поднимается гораздо резче и потом идет более полого (рисунок 36).

Но при разработке отечественного рейтинга, по-видимому, сначала должно быть проведено *пилотное* исследование на всех мыслимых показателях, информацию по которым возможно собрать, на не очень большом количестве вузов, участвующих в эксперименте (при этом важно, чтобы вузы должны быть разных направлений подготовки). При этом при пилотном исследовании используется **максимальная** система показателей, которую можно взять из многих известных рейтингов и материалов Минобрнауки РФ.

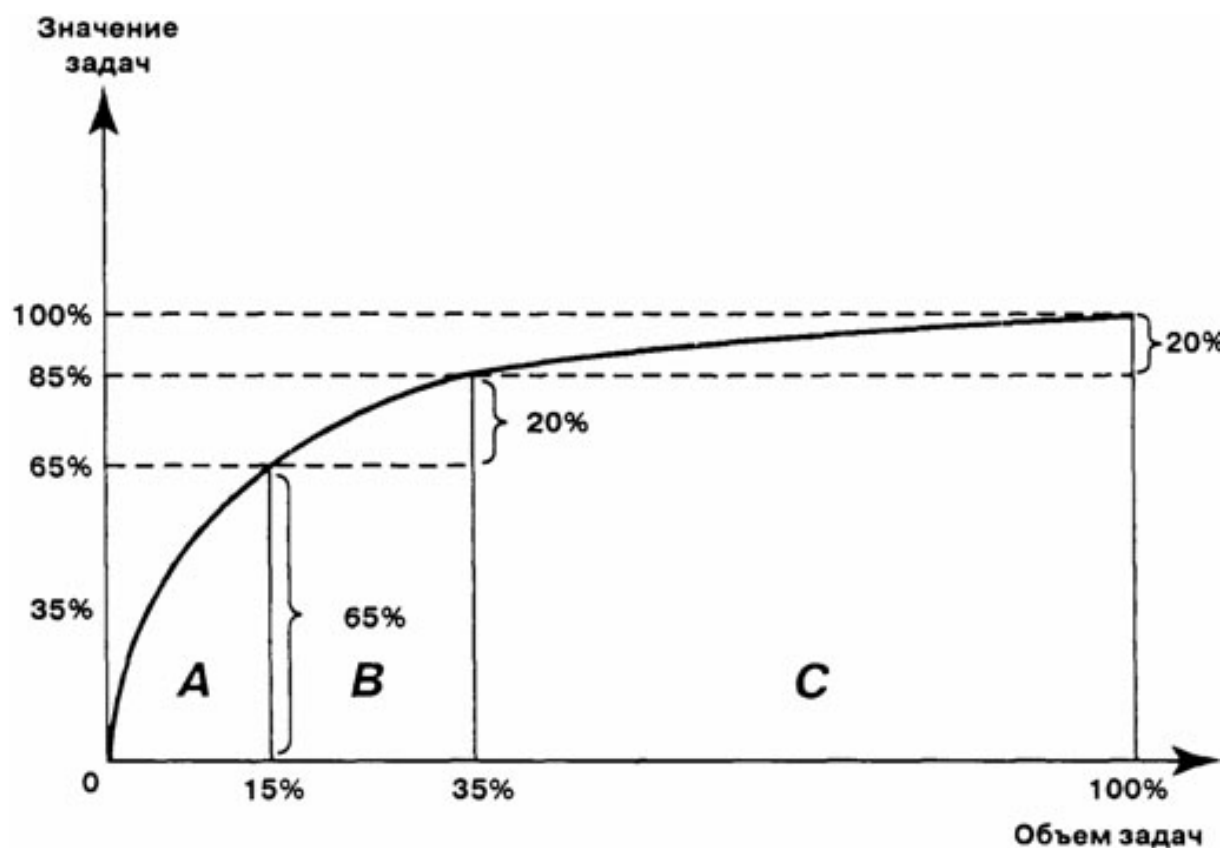


Рисунок 36. Классическая Парето-кривая<sup>39</sup>

Затем необходимо провести Паретто-оптимизацию и разработать минимальную по количеству систему показателей, дающих максимум информации для определения рейтинга вуза (конфигуратор вузовского рейтинга). Таким образом, созданная по этой технологии наукометрическая методика определения рейтинга вуза будет представлять собой методику, интегрирующую многие известные рейтинги, используемые при ее разработке.

После тестирования и сертификации системно-когнитивной модели, построенной на этой системе показателей, ее можно применять в адаптивном режиме.

#### **6.2.2.4.2. Эксплуатация методики в адаптивном режиме**

АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой с одной стороны инструмент **разработки**, а с другой стороны среду или оболочку (Run-time system) **эксплуатации** создаваемого интеллектуального приложения.

<sup>39</sup> См., например: <http://yandex.ru/yandsearch?lr=35&text=Паретто-кривая>

Это открывает уникальные возможности, которые полностью отсутствуют, когда мы используем приобретаемые у сторонних разработчиков продукты подобных технологий.

Возникает закономерный вопрос о том, в какой степени эти продукты применимы в наших условиях и что они будут измерять, если их применить для российских вузов? Не столкнемся ли мы с ситуацией, когда из-за того, что не могут найти линейку, измеряют размеры предметов с помощью шкалы от наружного термометра, т.е. применяют непригодный для наших целей измерительный инструмент, даже и может быть и качественный, но предназначенный для других целей и других условий. Используя университетский рейтинг Гардиан для оценки российских вузов мы сравниваем их не только друг с другом, но и с зарубежными вузами и как бы отвечаем на вопрос о том, как бы оценивались наши вузы, если бы они оказались за рубежом. Но дело в том, что они находятся у нас и поэтому модели и методов принятия решений, заложенные его разработчиками в этом рейтинге, могут быть **не адекватными** для наших условий, и для приведения их в соответствие с нашими реалиями может быть необходима **локализация** этих моделей и методов.

Имея инструментарий разработки измерительного инструмента мы получаем возможность периодически, например, ежегодно, использовать его для пересоздания модели, с целью учета изменений в моделируемом объекте и других факторов [7].

### **6.2.2.5. Выводы. Ограничения и перспективы**

Таким образом, АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой современную инновационную (готовую к внедрению) технологию решения задач статистики методами теории информации.

Данная статья может быть использована как описание лабораторной работы по дисциплинам:

- Интеллектуальные системы;
- Инженерия знаний и интеллектуальные системы;
- Интеллектуальные технологии и представление знаний;
- Представление знаний в интеллектуальных системах;
- Основы интеллектуальных систем;
- Введение в нейроматематику и методы нейронных сетей;
- Основы искусственного интеллекта;
- Интеллектуальные технологии в науке и образовании;
- Управление знаниями;

– Автоматизированный системно-когнитивный анализ и интеллектуальная система «Эйдос»;

которые автор ведет в настоящее время<sup>40</sup>, а также и в других дисциплинах, связанных с преобразованием данных в информацию, а ее в знания и применением этих знаний для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области (а это практически все дисциплины во всех областях науки).

Этим и другим применениям должно способствовать и то, что *данное приложение вместе с системой «Эйдос»* размещено автором в полном открытом бесплатном доступе по адресу: <https://cloud.mail.ru/public/a5b22d65bc88/Aidos-X-1071503001.rar>. Для установки системы с данным приложением на компьютере достаточно развернуть архив в корневом каталоге на диске С:.

Таким образом, в статье предлагается решение **проблемы**, заключающейся в том, что с одной стороны рейтинг российских вузов востребован, а с другой стороны пока он не создан. Предлагаемая идея решения проблемы состоит в применении отечественной лицензионной инновационной интеллектуальной технологии для этих целей: а именно предлагается применить автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос». Эти методы подробно описываются в этом контексте. Предлагается рассмотреть возможности применения данного инструментария на примере университетского рейтинга Гардиан и рассматриваются его частные критерии (показатели вузов). Указываются источники данных и методика их подготовки для обработки в системе «Эйдос». В соответствии с методологией АСК-анализа описывается установка системы «Эйдос», ввод исходных данных в нее и формализация предметной области, синтез и верификация модели, их отображение и применение для решения задач оценки рейтинга Гардиан для российских вузов и исследования объекта моделирования. Рассматриваются перспективы и пути создания интегрированного рейтинга российских вузов и эксплуатации рейтинга в адаптивном режиме. Указываются ограничения предлагаемого подхода и перспективы его развития.

Конечно, рассматриваемая проблема требует к себе очень серьезного отношения и большого объема работ по совершенствованию

---

<sup>40</sup> [http://lc.kubagro.ru/My\\_training\\_schedule.doc](http://lc.kubagro.ru/My_training_schedule.doc)

инструментария, созданию и исследованию моделей на российских данных. Поэтому предлагаемые в разделе решения можно рассматривать не более как идею решения поставленной проблемы и численную иллюстрацию этой идеи, но ни в коем случае не как готовое решение.

### **6.2.3. Двухуровневая АСУ качеством подготовки специалистов, как АСУ ТП в образовании**

*В данном разделе рассматриваются вопросы создания двухуровневой автоматизированной системы управления (АСУ) качеством подготовки специалистов, как АСУ технологическими процессами (АСУ ТП) в образовании. При этом на первом уровне объектом управления является учащийся, а управляющей системой – учебный процесс, на втором же уровне сам учебный процесс, прежде всего профессорско-преподавательский состав (ППС) рассматриваются в качестве объекта управления, а управляющей системой является учебный отдел (управление) и руководство вузом, которые по своему месту в иерархической системе обработки данных, информации и знаний в вузе и их использования для управления призваны выполнять функции контроллинга по отношению к ППС, но сами еще не осознают этого и далеко не всегда делают. В данном разделе поставлена проблема создания АСУ вузом и обоснована актуальность ее решения, рассмотрены пути решения этой проблемы, раскрыто понятие информатизации, детализированы ее цель и задачи, рассмотрены направления и основные приоритеты информатизации, обоснованы пути создания, развития и поддержки информационной инфраструктуры, а также конкретизированы необходимые для этого мероприятия и порядок действий, изучена специфика применения АСУ в вузе, предложены и обоснованы двухконтурная модель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, которая рассматривается авторами как АСУ ТП в образовании, рассмотрены сходство и различие между классическими АСУ ТП и АСУ в образовании.*

#### **6.2.3.1. Проблема создания АСУ вузом и актуальность ее решения**

Основной целью образования и любого вуза является *обучение и воспитание* студентов, в результате чего они превращаются из вчерашних школьников в молодых специалистов – полноценных членов общества. Эти виды деятельности вуза имеют существенно *информационный* характер, т.е. в первом приближении связаны с передачей студентам от преподавателей регламентированной образовательными стандартами по количеству и содержанию *информации*. Для достиже-

ния цели образования студент должен находиться в определенной *образовательной среде*, в которой ему должна быть предоставлена возможность *поиска* и *получения* необходимой ему информации.

*Традиционно* основными источниками информации для студента являются: лекционные, практические, лабораторные и семинарские занятия, а также самостоятельные занятия (в основном в период подготовки к сдаче зачетов и экзаменов). В качестве носителей информации используются конспекты лекций, которые студенты пишут на лекциях, и учебные пособия, которые они могут *найти* по каталогам и получить в библиотеке вуза.

Сам вуз, как организация, имеет определенную структуру управления, включающую в частности подсистемы управления учебным процессом, научной и инновационной деятельностью, финансово-экономической деятельностью и другие. Таким образом, вырисовывается два основных уровня организации информационных процессов в вузе: информационное воздействие на студента в учебном процессе и управление самим учебным процессом и его качеством.

Преимущества, которые в принципе могла бы дать комплексная автоматизация вуза по всем этим направлениям его деятельности сегодня очевидна уже для многих руководителей, но надо отметить, что далеко не для всех и далеко не в полной мере. В данной работе мы не ставим себе задачу обоснования целесообразности автоматизации управления вузом, т.к. считаем, что для того чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть вокруг. Если это не помогает, то уже едва ли помогут даже сотни подобных статей.

Парадоксально, но в XXI веке, когда информационные технологии активнейшим образом проникают во все сферы жизни общества, вузы остаются для них во многом *Terra Incognita* и пока не оказали системного влияния на учебный процесс и практику управления вузом. Вместе с тем на протяжении многих лет, даже можно сказать десятков лет, ведущими вузами страны предпринимались неоднократные настойчивые попытки создания автоматизированной системы управления (АСУ) вузом. И сегодня есть все основания констатировать, что эти попытки не привели к успеху, т.к. в результате созданы лишь фрагменты подобной системы, причем не в универсальной форме, а тесно привязанные к специфике того или иного вуза. В чем же возможные причины этого?

На наш взгляд *главная причина* состоит в том, что АСУ вузом *относится к большим сложным динамическим системам*. Подобные системы очень сложно, если вообще возможно, централизованно



спроектировать, создать, внедрить, а также обеспечить сопровождение их эксплуатации и развитие, т.к. для этого необходимо соблюдение целого ряда трудно выполнимых условий и решение ряда масштабных научных, технических, финансовых, организационных, юридических, психологических и других проблем.

### **6.2.3.2. Пути решения проблемы создания АСУ вузом**

#### **6.2.3.2.1. Проектирование АСУ вузом**

АСУ вузом является *большой сложной* системой. Это означает, что ни один человек не в состоянии охватить эту систему в своем сознании в целом и одновременно с детализацией, достаточной для того, чтобы описать эту систему в стандартной документации разработчика программного обеспечения (ПО): технико-экономическом обосновании (ТЭО), техническом задании (ТЗ), техническом проекте (ТП), рабочем проекте (РП) и тем более *создать* ее.

Конечно, может быть где-то в мире и существуют несколько таких совершенно исключительных по своему уровню компетентности специалистов, способных на это, но на них ориентироваться нельзя, т.к. едва ли реалистично рассчитывать на то, что такие специалисты в обозримой перспективе появятся в каждом вузе. А именно такой специалист должен возглавить *коллектив*, занимающийся созданием, внедрением, поддержкой и развитием системы (о подобном коллективе мы еще поговорим ниже).

Но даже если бы это нереальное условие было выполнено, то возникает проблема *создания АСУ* вузом на практике, т.е. проблема создания соответствующего комплекса технических средств, программного и других видов обеспечения, на которых мы остановимся ниже.

Однако АСУ вузом является не только большой и сложной, но и весьма *динамичной* системой. Это значит, что даже если бы *проект АСУ* вузом по какому-то волшебству или мановению волшебной палочки оказался готовым и лежал стопкой переплетенных томов на столе ректора, то пролежав бы там месяц-два он устарел бы настолько, что пришлось бы вносить в него изменения, причем не только в него, но и в саму реально работающую систему.

Кроме того необходимо отметить, что по ряду вопросов, имеющих принципиальное значение для создания некоторых подсистем АСУ вузом, например таких как подсистема управления качеством

образования, в настоящее время пока не найдено общепринятого научного решения.

На основании вышесказанного авторы вынуждены сделать **вывод** о том, что *классическим путем по технологии "сверх вниз" спроектировать и тем более создать подобную систему практически невозможно.*

Поэтому авторы считают, что одним из "*узких мест*" классического подхода к проектированию и созданию АСУ вузом является **централизация** руководства и специалистов по проектированию и созданию системы и **предлагают** отказаться от этого классического подхода в пользу **децентрализованного подхода**, при котором, как это ни парадоксально, *проектировать и специально создавать АСУ вузом не нужно, а нужно лишь создать благоприятные условия для ее возникновения и развития*, при этом централизованно задаются лишь некие общие принципы и стандарты информационного взаимодействия в рамках системы, возможно включая *рекомендации* по выбору инструментальных средств, а принятие и реализация решений по созданию подсистем, включая работы по их созданию, внедрению, поддержке и развитию осуществляются теми лицами и подразделениями, которые в этих подсистемах заинтересованы.

#### **6.2.3.2.2. Создание АСУ вузом**

Как показывает опыт, чаще всего руководство вузов и администраторы от науки других уровней, особенно гуманитарии, находятся под влиянием весьма *распространенных и живучих (устойчивых)* заблуждений и иллюзий о том, что на практике создание АСУ вузом могут и должны осуществлять **преподаватели** той кафедры (факультета), которая имеет наибольшее отношение к компьютерным технологиям, а также **студенты** этой кафедры (факультета), обучающиеся по соответствующим специальностям.

Что можно сказать по этому поводу, если выразить это в аргументированной форме, пытаясь не вдаваться в эмоции? Прежде всего это очень печально, т.к. по сути ставит жирный крест на перспективах создания АСУ вузом в обозримой перспективе, еще печальнее то, что преодолеть эти устойчивые заблуждения и иллюзии по-видимому нет никакой реальной возможности. Теперь аргументы:

Во-первых, *преподавание* дисциплин, связанных с компьютерными технологиями, и *создание, поддержка и развитие* реально действующей большой, сложной, динамичной системы требуют совершенно различных профессиональных навыков и преподаватели, за

редким исключением, *не имеют опыта подобных работ и вообще не являются в этой области специалистами-профессионалами.*

Во-вторых, *оплата* труда преподавателей осуществляется исходя из почасовой учебной нагрузки с учетом ученых степеней и научных званий, а масштабные работы работам по созданию, поддержке и развитию АСУ вузом не могут выполняться в качестве "общественной нагрузки", т.е. без дополнительной оплаты.

В-третьих, в *должностные обязанности* преподавателей входит проведение занятий ("звонковая нагрузка"), а также разработка учебно-методических материалов, необходимых для обеспечения учебного процесса и *научная работа*, а работы по созданию, поддержке и развитию АСУ вузом не входят в круг должностных обязанностей преподавателей.

В-четвертых, преподаватели, многие из которых работают на 1.5 ставки, физически не смогут уделять работам по созданию, поддержке и развитию АСУ вузом того, *времени*, которое для этого необходимо. А так как для этого необходимо все *рабочее время*, то обращаться к этим работам от случая к случаю во время перерывов или "окон" между занятиями – это значит обречь их на невыполнение. Мы уже не говорим о том, что эти окна нужны еще и для восстановления сил, профессионального общения с коллегами, общения со студентами по текущим вопросам, работы по подготовке к занятиям, да и просто для того, чтобы перейти из одной учебной аудитории в другую (в Кубанском государственном аграрном университете это может занимать до 15-20 минут).

В-пятых, "об использовании студентов" на работах по созданию, поддержке и развитию АСУ вузом:

– прежде всего надо отметить, что основная обязанность студентов – это учиться. Поэтому их привлечение к подобным работам возможно только если это соответствует их специальности и оформлено, например, в виде учебно-методической или производственной практики;

– студенты, за редким исключением, еще в меньшей степени, чем преподаватели обладают теми профессиональными навыками, которые необходимы для выполнения подобных работ, т.е. просто профессионально не готовы их выполнять;

– студенты – народ необязательный, т.е. они работают только тогда, когда зависимы, а зависимы они не больше семестра: до сдачи очередного зачета или экзамена, которая воспринимается ими не иначе как "освобождение" от навязанных в этой связи обязанностей или

"отработок".

В результате действия всех этих факторов использование студентов для выполнения подобных работ, как показывает большой опыт, имеющийся у авторов, приводит к большой текучести коллектива и очень некачественной его работе.

Таким образом, если кратко сформулировать ответ авторов на вопрос о том, кто должен заниматься созданием, поддержкой и развитием АСУ вузом, состоит в следующем: *работами по созданию АСУ вузом должны заниматься профессионалы в этой предметной области, причем они должны делать это в соответствии со своими основными должностными обязанностями, за достойную оплату и в свое основное рабочее время.* Ясно, что эти специалисты – это явно не преподаватели и тем более не студенты. Именно такие "кадры решают все", или почти все.

#### **6.2.3.2.3. О коллективе, работающем над АСУ вузом**

Специалисты, определяющие ключевые моменты, касающиеся всего вуза в целом, от которых зависит создание, поддержка и развитие АСУ вузом, должны быть организованы в форме коллектива.

Традиционно подобные коллективы, которые есть в большинстве вузов (за редким исключением), называются "Научно-технический Центр новых информационных технологий". Авторы предлагают *не создавать* подобное подразделение, т.к. это можно рассматривать как первый шаг по пути "скатывания" к традиционным централизованным уже дискредитировавшим себя подходам. Вторым, уже практически неизбежным шагом, может стать возложение на этот центр работ проектированию и созданию АСУ вузом.

Поэтому авторы предлагают назвать этот коллектив "служба проректора по информационным технологиям" (служба ИТ), по аналогии со службой главного инженера или главного электрика на производственных предприятиях.

Чтобы деятельность службы ИТ имела соответствующий юридический статус в вузе она должна основываться на утвержденной ректором Концепции информатизации вуза, кроме того она должна быть обеспечена кадрами, финансово и организационно, помещениями, компьютерной и оргтехникой, широкополосным выходом в Internet.

#### **6.2.3.2.4. Основные принципы и направления работы над АСУ вузом**

*Авторы предлагают рассматривать АСУ вузом как децентрализованную открытую самоорганизующуюся систему, аналогичную системам, реализуемым на основе Internet. Это означает, что работа над АСУ вузом должна подчиняться следующим основным принципам:*

1. Развитие системы не должно вступать в противоречие с действующим законодательством Российской Федерации и общепринятыми в цивилизованном обществе морально-этическими нормами.

2. *Централизованно* задаются лишь некие общие принципы и стандарты информационного взаимодействия в рамках системы, возможно включая *рекомендации* по выбору инструментальных средств.

3. Система *открыта* для включения в ее структуру новых подсистем, состав которых заранее не регламентирован, причем решение о создании и включении в состав системы новых подсистем принимается демократично, т.е. теми, кто ее будет ее создавать, поддерживать и развивать "в явочном порядке", т.е. не требует согласования или утверждения на каком-либо вышестоящем административном уровне.

4. Система *самоорганизуется*, т.е. никто заранее не планирует и не проектирует ее функции и поддерживающую эти функции структуру, а они возникают и развиваются в соответствии с текущими и перспективными потребностями самих пользователей системы. Примерно так, если мелко вспахать всю территорию вуза, то постепенно между его корпусами образуются протоптанные студентами и преподавателями тропинки и дорожки, которые можно потом заасфальтировать, а промежутки между ними засадить газонной травой, декоративным кустарником и деревьями. В результате, во-первых, отпадает необходимость в проектировании системы дорожек, а во-вторых, незачем ставить на газонах таблички: "По газонам не ходить", т.к. это и так никому не нужно.

#### ***Основные направления работы службы ИТ включают:***

– разработка и координация реализации концепции информатизации вуза;

– создание, поддержка и развитие комплекса технических средств информационной инфраструктуры АСУ вузом, включая корпоративную сеть вуза, главный сервер, предоставление услуг широкополосного доступа в Internet для преподавателей и студентов как с компьютеров, находящихся на территории вуза, так и с их домашних и мобильных компьютеров;

- разработка и реализация ключевых (центральных) проектов АСУ вузом, непосредственно касающихся всего вуза в целом, включая: электронную библиотеку; сайт вуза; политематический сетевой электронный научный журнал вуза; сайты всех факультетов и кафедр (на первом этапе); подсистему дистанционного образования; подсистему управления качеством образования; мультимедийных и электронных учебных пособий и программно-методических комплексов (ПМК); подсистемы автоматизации научно-инновационной, кадровой, планово-экономической и финансовой деятельности и другие;

- обучение специалистов (в рамках дополнительного образования) факультетов и кафедр для поддержки и развития сайтов этих подразделений и создания мультимедийных и электронных учебных пособий;

- научные исследования и решение научных проблем и задач, связанных с управлением качеством образования и другими ключевыми аспектами создания АСУ вузом.

### **6.2.3.3. Понятие информатизации, ее цель и задачи**

**Информатизация** – это процесс разработки, создания и массового применения современных информационных технологий (в т.ч. телекоммуникационных, мультимедийных, интеллектуальных).

**Целью** информатизации является обеспечение качественного доступа к университетским и мировым информационным ресурсам (учебным, научно-методическим и др.) для руководства вуза, руководства факультетов и кафедр, профессорско-преподавательского состава (ППС), аспирантов и студентов, интеграция вуза в мировое информационное пространство.

#### **Задачи информатизации:**

- на уровне руководства вуза: эффективное обеспечение высшего руководства вуза и руководителей подразделений достоверной стратегической и оперативной информацией, поддержка принятия решений административно-управленческим персоналом;

- на уровне ППС: информационное обеспечение учебной и научной деятельности; внедрение современных информационных, в т.ч. мультимедийных технологий, в учебный процесс;

- на уровне студентов: доступ к учебно-методической и научной информации, необходимой для профессионального и гражданского становления.

#### **6.2.3.4. Направления информатизации**

1. Разработка и реализация Технической политики вуза в области информатизации.

2. Проектирование, поэтапное создание, поддержка и развитие компонент автоматизированной системы управления (АСУ) вузом, прежде всего подсистем управления качеством подготовки специалистов и учебным процессом, систем информационной поддержки образования.

3. Создание, поддержка и развитие корпоративной сети вуза.

4. Обеспечение качественного доступа в Internet со всех сетевых рабочих станций корпоративной сети вуза, а также для профессорско-преподавательского состава вуза – с домашних компьютеров через вузовский узел коллективного доступа в Internet.

5. Поддержка HOST-компьютера, доменов и сайта вуза, электронного сетевого научного журнала вуза.

6. Проведение научно-исследовательских, проектных, опытно-конструкторских, монтажных и пусконаладочных работ по созданию новых наукоемких продуктов в области современных информационных технологий: программных систем и банков данных различного назначения, web-сайтов, мультимедийных продуктов (в т.ч. электронных учебников) на компакт-дисках, разработка и техническое обеспечение электронных презентаций (организация мультимедийной аудитории) и т.д..

7. Создание электронных баз данных и CD-архивов накопленной в вузе многолетней информации об агрометеорологических условиях и технологиях, а также количественных и качественных результатах сельскохозяйственного производства.

8. Создание, поддержка и развитие Web-сайта вуза (в т.ч. на английском языке), включая общеуниверситетский раздел, разделы факультетов, кафедр, библиотеки (с возможностью использования каталогов и доступа к научным и учебно-методическим материалам), раздел информационной поддержки обучения, электронные научные и методические издания вуза, on-line консалтинговые службы, персональные страницы профессорско-преподавательского состава, студентов и аспирантов, и др.

10. Сервисное обслуживание и ремонт компьютерной и оргтехники вуза (по обращениями руководителей кафедр или факультетов).

11. Внедрение современных информационных технологий в организациях – участниках Кубанского аграрного научно-образовательного объединения.

12. Информационная поддержка процессов принятия решений (в первую очередь административно-управленческих, организационных и хозяйственных).

13. Информационно-вычислительное и мультимедийное обеспечение учебного процесса.

14. Формирование, развитие и удовлетворение информационных потребностей учебных кафедр, научных подразделений и студенческих групп.

15. Создание баз данных, содержащих информацию, необходимую для эффективного функционирования административно-хозяйственных служб вуза, и базы (хранилища) знаний для информационного обеспечения основной миссии вуза.

16. Формирование сферы информационных услуг в образовательной области для внутренних и внешних пользователей.

17. Формирование и поддержка условий, способствующих и обеспечивающих развитие процесса информатизации.

18. Правовое обеспечение вопросов интеллектуальной и информационной собственности.

По мере развития АСУ вузом могут выявляться и новые направления работы, касающиеся всего вуза в целом, другие же наоборот, могут уходить на уровень факультетов, кафедр или других подразделений.

### **6.2.3.5. Приоритеты информатизации**

Процесс информатизации вуза строиться с учетом следующих приоритетов:

– информатизация органов управления вуза, обеспечивающая реализацию новых функций и совершенствование качества и эффективности методов управления;

– информатизация учебного процесса, обеспечивающая различные формы компьютерного образования и значительно расширяющая возможности и повышающая качество образовательного процесса;

– информатизация научной деятельности, обеспечивающая публикацию научных и методических работ в электронном сетевом научном журнале вуза, доступ к различным банкам научной и методической информации и электронным библиотечным фондам вуза и дру-



гих вузов, активное участие сотрудников и студентов в российских и международных научных программах.

### **6.2.3.6. Создание, развитие и поддержка информационной инфраструктуры**

Решение задач информатизации предполагает создание и развитие соответствующей информационной инфраструктуры. При этом на успех можно рассчитывать лишь при соблюдении вполне определенной наукоемкой технологии и полной поддержке процессов информатизации руководством вуза.

Для этого необходимо разработать, создать или приобрести:

- коммуникационную среду, включающую разнообразные средства компьютерной связи и передачи данных, технологии использования этой среды, обеспечивающей выход в городские, общегосударственные и международные компьютерные сети;
- систему баз данных различного назначения (административно-управленческие, научные, методические, информационно-справочные);
- локальные сети факультетов и корпусов;
- корпоративную общеуниверситетскую сеть;
- информационно-управляющие системы различного назначения.

Для формирования и поддержки информационной инфраструктуры необходимы следующие виды обеспечения:

1. Организационно-юридическое.
2. Финансово-экономическое.
3. Техническое.
4. Телекоммуникационное.
5. Математическое.
6. Информационное.
7. Программное.
8. Кадровое.

Информатизация предполагает решение целого ряда сложных научных, производственно-технических и социальных задач:

- проведение прикладных научных исследований и проектных работ в области информатики и системных решений;
- ускоренное развитие материально-технической базы информатизации (включая парк компьютерной и оргтехники и средства компьютерных телекоммуникаций);

- внедрение существующих, а также разработка, развитие и применение новых информационных технологий, создание технологической базы информатизации;
- подготовка кадрового состава и повышение "информационной" культуры руководителей всех уровней и конечных пользователей;
- разработка необходимой правовой базы.

### **6.2.3.7. Необходимые мероприятия и порядок действий**

Информатизация является одним из важных элементов деятельности вуза, не просто способствующим повышению эффективности его основной деятельности, но в настоящее время являющимся одним из необходимых условий обеспечения международного уровня качества подготовки специалистов и интеграции в международное образовательное пространство.

Для этого прежде всего необходимо создать, поддерживать и развивать **техническую основу** для решения:

- **локальных задач** на кафедрах вуза (приобретение компьютеров и периферийного оборудования);
- **задач факультетского уровня** (создание локальных компьютерных сетей факультетов).
- **задач общеуниверситетского уровня** (создание корпоративной компьютерной сети вуза);
- задач уровней научно-образовательного объединения, регионального, а также федерального и международного.

Затем, **по мере развития технических средств**, создать программно-информационную среду, обеспечивающую повышение эффективности основных направлений деятельности вуза (образование, наука, управление). Создание этой среды представляется в форме создания (приобретения) и внедрения сетевых информационных ресурсов, ориентированных на определенные группы пользователей, включая руководство университетом, профессорско-преподавательский состав, аспирантов, студентов, руководителей и специалистов, аграрных и других предприятий, вузов.

Реализация данной концепции основывается на принципах создания, функционирования и развития больших открытых систем. Основными из них являются:

1. "Принцип первого лица": поддержка информатизации первым лицом является необходимым условием успеха.

2. "Принцип децентрализованного метауправления": процесс создания системы информатизации вуза координируется службой ИТ лишь в научно-методическом плане, т.е. в форме метауправления, а не в форме принятия или визирования решений или тем более в форме выполнения предпроектных и проектных работ и реализации проектов.

Эти и другие принципы должны быть изложены и конкретизированы в документе с названием: "Техническая политика в области информатизации в вуза", который является методическим **руководством по принятию решений** в области информатизации для всех руководителей структур вуза, принимающих такие решения.

Сроки реализации Концепции информатизации вуза определяются сроками и объемами финансирования работ вузом, а также чисто технологическими параметрами.

В работах [15, 16] рассматривается специфика применения автоматизированных систем управления (АСУ) в вузе для управления качеством подготовки менеджеров, предлагается двухконтурная модель АСУ, на 1-м контуре которой осуществляется управление студентом с помощью образовательного процесса, а на 2-м – управление самим образовательным процессом, при этом рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров рассматривается авторами как АСУ технологическими процессами (ТП) в образовании. Работа поддержана грантом КубГАУ за 2006 год по созданию программы мониторинга качества образования.

#### **6.2.3.8. Специфика применения АСУ в вузе**

Классическая схема автоматизированной системы управления (АСУ) включает управляемый объект и управляющую систему, находящиеся в некоторой окружающей среде и взаимодействующие друг с другом за счет управляющих и обратных связей (рисунок 37).

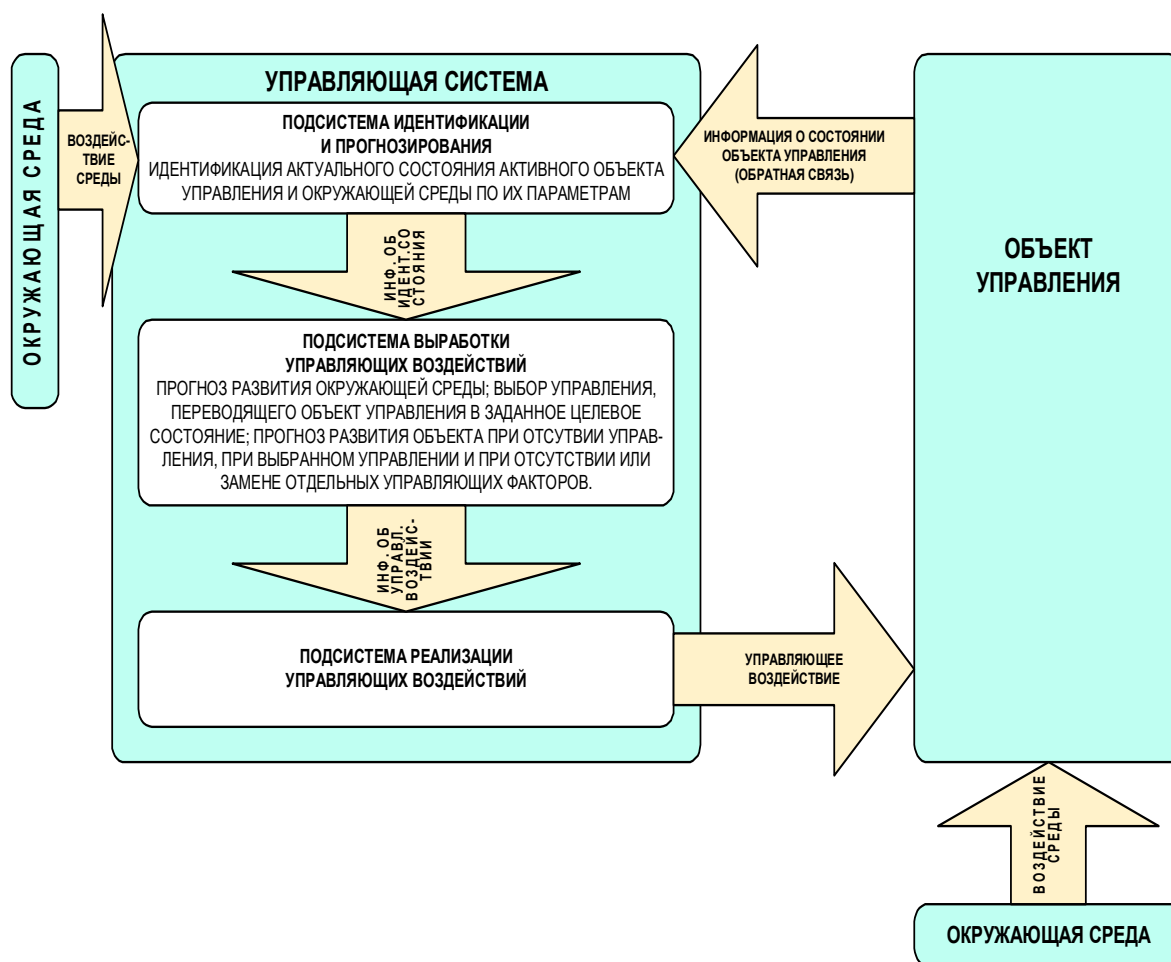


Рисунок 37. Структура типовой АСУ

Традиционно АСУ применялись при управлении различными техническими системами и *технологическими процессами* (АСУ ТП). В экономике известны АСУ организационного управления (АСОУ), в которых осуществляется управление *людьми*, выполняющими различные функции по производству материального продукта.

Возникает вопрос о том, можно ли осуществить перенос огромных наработок в этих областях на новую предметную область: синтез рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров? Для обоснованного ответа на этот вопрос, как минимум, необходимо *сравнить* АСУ в вузе с АСУ на производстве и в экономике, т.е. по сути, провести некоторую аналогию (конечно, насколько это корректно и возможно) между вузом и заводом, сравнить, что в этих случаях является сырьем, управляющими факторами, конечным продуктом, окружающей средой (таблица 28):

**Таблица 28 – СРАВНЕНИЕ РЕФЛЕКСИВНОЙ АСУ КАЧЕСТВОМ ПОДГОТОВКИ МЕНЕДЖЕРОВ С АСУ ТП И АСОУ**

| № | Элементы АСУ        | Виды АСУ               |  |  |
|---|---------------------|------------------------|--|--|
|   |                     | АСУ ТП                 | АСОУ   | РАСУ КПС   |
| 1 | Сырье               | Заготовка, сырье       | Неавтоматизированная организационная система | Абитуриент                                       |
| 2 | Объект управления   | Заготовка              | Управленцы и производственники               | Учащийся   |
| 3 | Управляющие факторы | Управляющие сигналы    | Приказы и распоряжения руководителей         | Образовательные технологии                       |
| 4 | Конечный продукт    | Изделие                | Автоматизированная организационная система   | Выпускник, молодой специалист                    |
| 5 | Потребитель         | Население, организации | Организации                                  | Сам выпускник, его родители, организации, социум |
| 6 | Окружающая среда    | Физические факторы     | Экономические факторы                        | Рынок образовательных услуг, рынок труда         |

В таблице 28 приведены АСУ, в которых объектом управления является некий объект, на начальном этапе представляющий собой *сырье*, а на конечном, благодаря воздействию определенной *технологии*, преобразующийся в конечный *продукт*, выпускаемый организацией и потребляемый некоторым внешним потребителем.

Конечно, абитуриент обладает определенными предпосылками для того, чтобы стать или не стать хорошим студентом или менеджером, но можно ли на этом основании в каком-то смысле сравнивать его с сырьем или какой-нибудь заготовкой для будущей детали? *Если при этом сравнении упускается специфика абитуриента, как активной системы, то такое сравнение безусловно некорректно*, если же характеристика конституционных и социально-обусловленных личностных свойств абитуриента (в том числе таких как его оценка и самооценка, мотивации, ценностные ориентации и т.д.) входит в систему исследуемую факторов, влияющих на его переход в будущие состояния, как это предлагается в данной работе, то такое сравнение не только обоснованно, но и целесообразно.

### **6.2.3.9. Двухконтурная модель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров**

#### **6.2.3.9.1. Концепция рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров и технология QFD (технология развертывания функций качества)**

Чтобы сформулировать концепцию управления в рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров рассмотрим упрощенную формальную модель. *Процесс* управления состоит из последовательных *циклов* управления, каждый из которых включают следующие этапы:

- количественное сопоставимое измерение параметров и идентификация состояния объекта управления;
- оценка эффективности (качества) предыдущего управляющего воздействия;
- если предыдущее управляющее воздействие не обеспечило приближения цели, то выработка новых или корректировка (адаптация) имеющихся методов принятия решений;
- иначе – выработка нового управляющего воздействия на основе имеющихся методов принятия решений;
- реализация управляющего воздействия.

При этом объектами управления, в соответствии с технологией QFD (развертывания функций качества) на различных уровнях являются:

- потребительские свойства продукта;
- свойства его компонент;
- технологический процесс;
- элементы (операции) технологического процесса (рисунок 17):

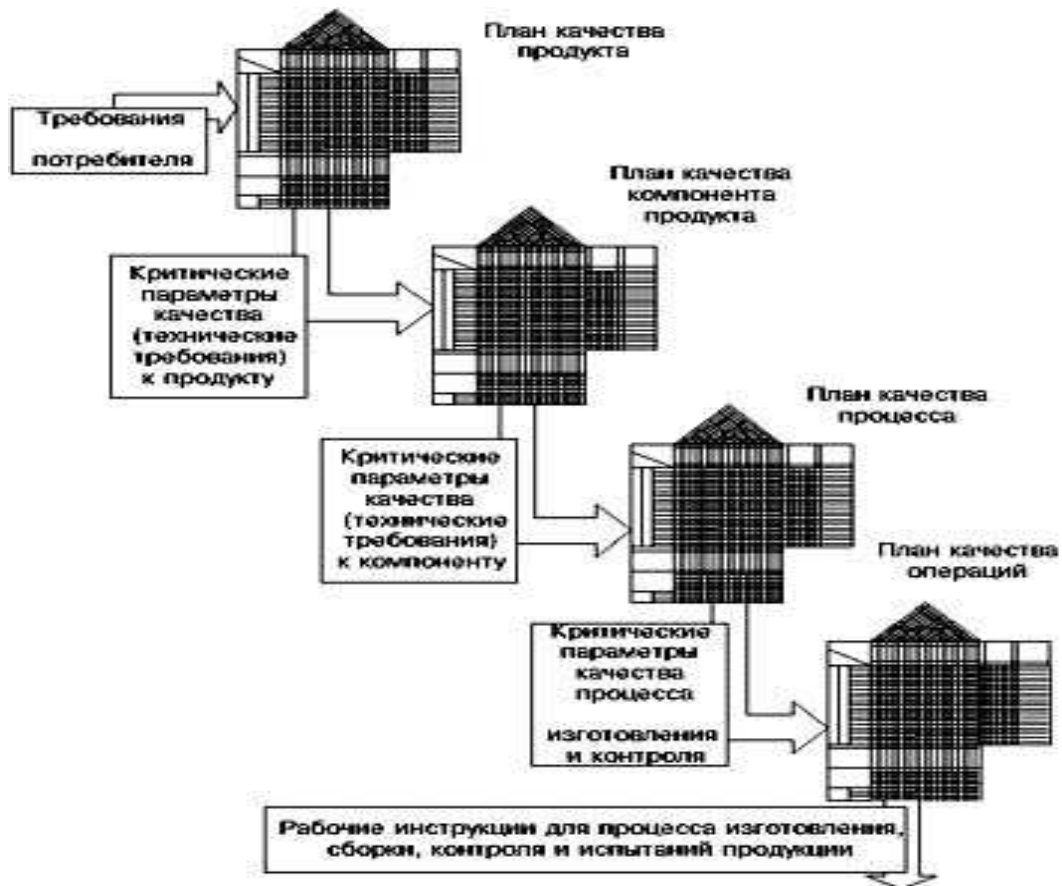


Рисунок 38. Обобщенная схема QFD-технологии (развертывание функций качества) по Б. Робертсону

### **6.2.3.9.2. Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы Б: 1-й контур: "Образовательный процесс – студент"**

Конкретизируем общие положения QFD-технологии (развертывание функций качества) для случая рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров. Из этой технологии следует, что на макроуровне в этой АСУ должно быть по крайней мере два уровня:

- 1-й уровень – управление качеством конечной продукции;
- 2-й уровень – управление качеством технологии производства конечной продукции.

Такие АСУ, которые управляют производством конечного продукта организации, будем называть АСУ группы "Б" (АСУ средств потребления). Применительно к рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, АСУ группы "Б" – это АСУ управления студентом с помощью образовательных технологий (рисунок 39):



Рисунок 39. Обобщенная схема АСУ КПС группы "Б"

Обычно влияние тех или иных традиционных образовательных технологий на свойства выпускника считается *известным*. Это положение не подвергается в данной работе сомнению, однако необходимо отметить, что само понятие "известно" существенно отличается в гуманитарной и технических областях, т.е. в этих областях приняты различные *критерии* для классификации исследуемых закономерностей на "известные" и "неизвестные". Это приводит к тому, что в ряде случаев то, что "гуманитарии" считают для себя известным не является таковым для "естественников", т.е. они, конечно, имеют эти знания, но они их не уstraивают. Как правило, гуманитариев уstraивает качественная оценка связи, в результате они часто оперируют нечеткими высказываниями типа: "Наличие хороших учебных помещений положительно сказывается на качестве образования". И это для них приемлемо. Однако для создания АСУ необходима *количественная модель предметной области*, отражающая знания о взаимосвязях образовательных технологий и уровнях предметной обученности и воспитанности студентов, т.е. знаний, выраженных в такой качественной форме *недостаточно*, требуется количественная формулировка.

Что значит "хорошее учебное помещение", что "значит качество образования", в каких *сопоставимых* единицах измерения и *каким* способом (и *каким измерительным инструментом*) можно измерять эти величины, в каких единицах измерения измеряется взаимосвязь между ними, носит ли она детерминистский или статистический ха-



ракти и т.д. и т.п. Вот лишь некоторые вопросы, которые задают себе проектировщики АСУ. В результате в одной и той же ситуации гуманитарий может считать, что ему "известна та или иная зависимость", а менеджер по созданию АСУ, предъявляющий к себе значительно более жесткие требования, не может себе позволить так считать, что ему это известно, а значит, будет ставить вопрос о проведении специальных исследований для выявления и количественного измерения этих связей.

Поэтому при создании рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров возникают проблемы:

- количественного измерения различных параметров образовательных процессов, предметной обученности и воспитанности студентов и выпускников;

- выявления количественных зависимостей между параметрами образовательных процессов (управляющими воздействиями) и предметной обученностью и воспитанностью студентов и выпускников.

Во всех случаях внедрение АСУ означает, прежде всего, изменение (совершенствование) технологии воздействия на объект управления (рисунок 18 и таблица 28). Таким образом, сам процесс внедрения АСУ можно рассматривать как процесс управления совершенствованием технологии производства конечного продукта вуза, т.е. выпускника, молодого менеджера.

#### **6.2.3.9.3. Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы А: 2-й контур: "Руководство вузом – образовательный процесс"**

АСУ, в которых сама образовательная технология является объектом управления, мы отнесем к группе "А" (таблица 29).

В технических, производственных и (в меньшей степени) в экономических системах АСУ группы "А" являются чем-то экзотическим, т.к. объект управления, как правило, представляет собой систему с медленноменяющимися параметрами. В этих областях АСУ после внедрения работают достаточно длительное время без существенных изменений.

**Таблица 29 – Компоненты АСУ образовательными технологиями**

| № | Элементы АСУ        | Рефлексивная АСУ<br>качеством подготовки менеджеров   |
|---|---------------------|---|
| 1 | Сырье               | Образовательный процесс и ППС до внедрения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров                     |
| 2 | Объект управления   | Образовательный процесс и преподаватели   |
| 3 | Управляющие факторы | Материально-техническое и научно-методическое обеспечение образовательного процесса, повышение квалификации ППС |
| 4 | Конечный продукт    | Образовательный процесс и ППС после внедрения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров                  |
| 5 | Потребитель         | Сам выпускник, его родители, организации, социум  |
| 6 | Окружающая среда    | Рынок труда и образовательных услуг   |

В рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров ситуация кардинально иная: и сами учащиеся, и условия окружающей среды, являются весьма динамичными, из чего с необходимостью следует и высокая динамичность образовательных технологий. Следовательно, рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров группы "Б" фактически не только не может быть внедрена, но даже и разработана без одновременной разработки и внедрения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров группы "А", которая бы обеспечила ей высокий уровень адаптивности, достаточный для обеспечения поддержки адекватности модели как при количественных, так и при качественных изменениях предметной области, т.е. как на детерминистских, эргодичных периодах, на которых закономерности предметной области остаются практически неизменными или изменяются лишь количественно, так и после прохождения системой точек бифуркации, после чего они изменяются качественно.

Обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров группы "А" приведена на рисунке 40:

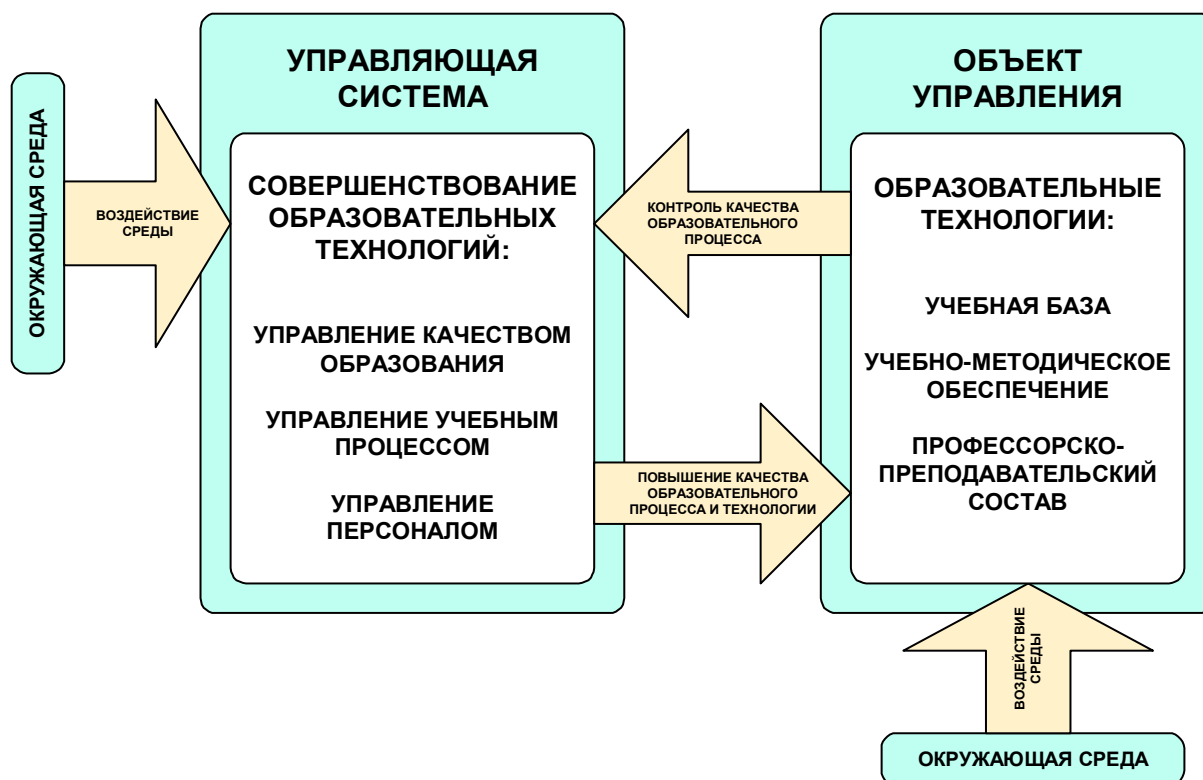


Рисунок 40. Обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров группы "А"

#### 6.2.3.9.4. Двухконтурная модель и обобщенная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

Объединение рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров групп "А" и "Б" приводит к схеме двухуровневой АСУ, в которой первый контур управления включает управление студентом, а второй контур управления обеспечивает управление самой образовательной технологией, оказывающей управляющее воздействие на студента.

Но и управление образовательными технологиями будет беспредметным без обратной связи, содержащей информацию об эффективности, как традиционных педагогических методов, так и педагогических инноваций, т.е. без учета их влияния на качество образования.

Кроме того, рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров включает ряд *обеспечивающих* систем, работа которых направлена на создание наиболее благоприятных условий для выполнения ос-

новой функции этой АСУ, т.е. обеспечение *международного* уровня качества образования. Это так называемые обеспечивающие подсистемы:

- стратегическое управление (включая совершенствование организационной структуры университета и демократизацию управления);
- управление инновационной деятельностью (НИР, ОКР, внедрение);
- управление информационными ресурсами (локальные и корпоративные сети, Internet);
- управление планово-экономической, финансовой и хозяйственной деятельностью, и др.

Необходимо также отметить, что рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров работает в определенной окружающей среде, которая, в частности, включает:

- социально-экономическую среду;
- рынок труда;
- рынок образовательных услуг;
- рынок наукоемкой продукции.

Учитывая вышесказанное, в данном исследовании предлагается следующая обобщенная модель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, включающую в качестве базовых подсистем АСУ групп "А" и "Б", а также обеспечивающие подсистемы (рисунок 41).

Необходимо отметить, что двухуровневая схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров является обобщением структуры типовой АСУ для вуза, а не обобщением структуры рефлексивной АСУ активными объектами [7]. Чтобы рассматривать ее именно как рефлексивную АСУ необходимо иметь в виду, что и образовательный процесс, и студент, являются *активными объектами* и управляющие воздействия на них имеют *информационный* характер. При этом информационные потоки обуславливают соответствующие финансовые, энергетические и вещественные потоки, изучаемые методами логистики.

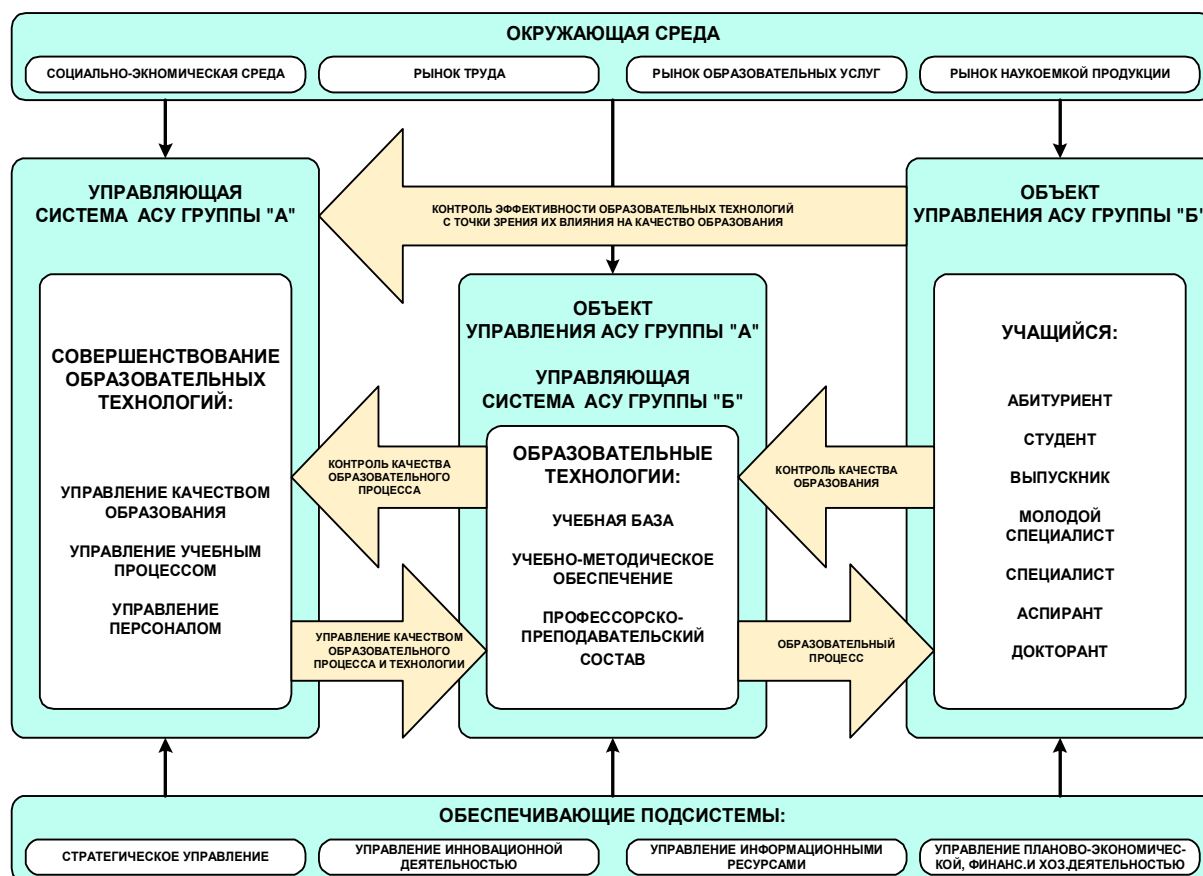


Рисунок 41. Обобщенная схема двухуровневой рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров

### 6.2.3.10. Двухуровневая рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров, как АСУ ТП в образовании: сходство и различие

Итак, объединение рефлексивных АСУ качеством подготовки менеджеров групп "А" и "Б" приводит к схеме двухуровневой АСУ. Из сравнения рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров с АСУ ТП, то можно сделать следующие выводы:

- аналогом сырья в вузе является абитуриент;
- объектом управления в вузе является студент, который представляет собой систему несопоставимо более сложную, чем любая техническая система или любой производственный процесс;
- технологический процесс в вузе – это образовательный процесс, где использование технических средств является вспомогательным, а основным является прямое воздействие профессорско-преподавательского состава.

Вуз, если рассматривать его как производственную систему, имеет весьма специфический конечный продукт – это выпускник, молодой менеджер.

Рефлексивная АСУ качеством подготовки менеджеров имеет еще одну ярко выраженную специфическую особенность по сравнению с АСУ ТП: эта особенность – *очень большая длительность технологического процесса "по выпуску одного изделия"*, т.е. время прохождения студента вдоль обрабатывающих центров (преподавателей) по образовательному конвейеру до выпускника (от 4 до 7 лет, обычно 5 лет). В производственных АСУ ТП это время измеряется минутами, реже часами или днями. Эта особенность привела к тому, что на различных стадиях образовательного процесса традиционно сложились свои циклы управления, *вложенные* во внешний цикл управления более высокого уровня, включающие образовательное управляющее воздействие и контроль его результатов в течение каждого семестра или даже занятия. При этом сами обрабатывающие центры (преподаватели) не автоматизированы и практически все управляющее воздействие представляет собой "ручной труд".

Кроме того, в связи с тем, что качество результата во многом предопределяется качеством "сырья", т.е. абитуриентов, многие вузы пришли к тому, что создали свои собственные системы довузовского образования или наладили тесные шефские связи с уже существующими средними образовательными учреждениями. Для повышения качества образования также очень важно иметь регулярную, систематическую информацию *обратной связи* о начале и продолжении трудового пути выпускников, молодых менеджеров, об их оценке *потребителями*. Для получения подобной информации вуз должен быть заинтересован в том, чтобы не терять связь со своими выпускниками на протяжении их трудового и жизненного пути, организуя с этой целью различные товарищества выпускников, регулярные встречи выпускников и т.п. и т.д. Следовательно, создание учебных заведений нового типа, интегрирующих в единую систему системы довузовского, вузовского и послевузовского образования, т.е. *университетских комплексов*, весьма перспективно. Поэтому обобщенную схему двухуровневой рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, представленную на рисунке 41, имеет смысл представить в виде "Технологической схемы управления", более традиционной для АСУ ТП (рисунок 42).

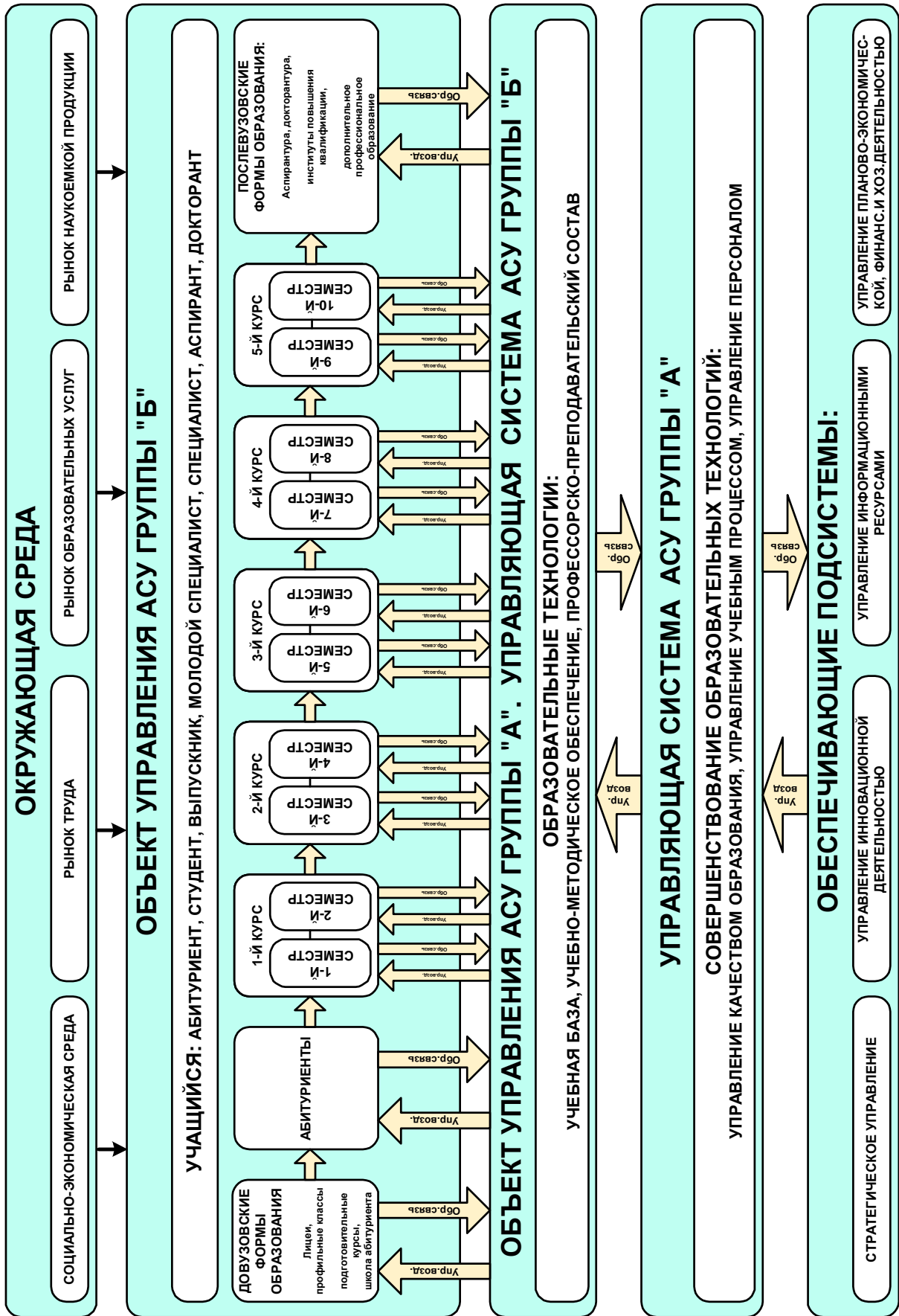


Рисунок 42. Детализированная схема рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, как двухуровневой АСУ ТП

### **6.2.3.10.1. Цель рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров**

Традиционно, *цель* применения АСУ можно представить в виде некоторой суперпозиции *трех* подцелей:

1. Стабилизация состояния объекта управления в динамичной или агрессивной внешней среде.

2. Перевод объекта в некоторое конечное (целевое) состояние, в котором он приобретает определенные заранее заданные свойства.

3. Повышение качества функционирования самой АСУ (адаптация и синтез модели, совершенствование технологии воздействия на объект управления в соответствии с принципом дальности управления Фельдбаума).

Для рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров, очевидно, наиболее актуальными являются второй и третий аспекты цели АСУ, причем если второй аспект реализуется путем применения образовательных технологий, то третий – за счет реализации в составе рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров подсистемы управления образовательным процессом. На этом моменте стоит остановиться подробнее. Если существующая образовательная технология позволяет достичь поставленной перед ней цели, то она просто применяется и эта задача решается. Если же нет, то задача превращается в проблему, которая может быть решена только путем совершенствования самой образовательной технологии.

### **6.2.3.10.2. Структура окружающей среды рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров**

Как правило, АСУ действует в определенной окружающей среде, которая является общей и для субъекта, и для объекта управления (система управления находится вне среды объекта управления в случае автоматизированных систем дистанционного управления, рассмотрение которых выходит за рамки данной работы). *Граница между тем, что считается окружающей средой, и тем, что считается объектом управления относительна и зависит от уровня развития технологий, т.к. определяется возможностью подсистемы управления оказывать на них воздействие: на объект управления управляющее воздействие может быть оказано, а на среду нет.*



Окружающая среда включает несколько "слоев": социально-экономическая среда; рынок труда; рынок образовательных услуг; рынок наукоемкой продукции и т.д.

### **6.2.3.10.3. Студент, как объект управления рефлексивной АСУ качеством подготовки менеджеров**

В определенном аспекте студент, очевидно, может с полным основанием рассматриваться как объект управления, на который преподавателями в течение длительного времени систематически оказывается определенное целенаправленное управляющее воздействие, призванное, в конце концов, превратить вчерашнего школьника в профессионала в некоторой предметной области.

Конечно, подобный подход является очень упрощенным, т.к. человек является не просто сложнейшей системой обработки информации, но и обладает *свободой воли*.

С формальной точки зрения это означает, что человек, как объект управления, представляет собой активную систему. Внешние параметры подобных систем слабым и очень сложным образом связаны с их результирующим (целевым) состоянием. Выразить в аналитической форме эти зависимости в настоящее время практически не представляется возможным. Эти обстоятельства привели к тому, что традиционные подходы к синтезу систем управления состоянием человека, разрабатываемые в основном в медицине, не дали ощутимых результатов. Сложноразрешимые проблемы возникают как на этапе идентификации состояния объекта управления, так и на этапе выработки управляющего воздействия.

## ГЛАВА 7. KNOWLEDGE MANAGEMENT И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ САМООБУЧАЮЩЕЙСЯ ОРГАНИЗАЦИИ

*В данной главе описана технология и некоторые результаты применения системно-когнитивного анализа для выявления знаний о последствиях ошибок в конфигурировании системы безопасности по отчету Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA) и использования этих знаний для прогнозирования последствий.*

### 7.1. Создание инструментария для обеспечения информационной безопасности фирмы, как задача контроллинга

Проблема обеспечения информационной безопасности является системной и далеко выходит за рамки чисто технической или инженерной проблемы. В частности вся серьезность возможных последствий ошибок в обеспечении информационной безопасности часто не вполне осознается не только системным администратором, но и руководством фирмы. Одной из причин этого, по-видимому, является то, что примеры, приводящиеся в специальной литературе, редко бывают убедительными, т.к. чаще всего описанные в них фирмы мало напоминают нашу конкретную небольшую фирму. В тоже время для обоснованного принятия решения о *целевом* финансировании работ по обеспечению информационной безопасности руководителю любой фирмы необходима информация как о стоимости этих работ, так и о возможных финансовых и иных последствиях отказа от их проведения.

Однако проблема состоит в том, что получить подобную информацию в настоящее время весьма затруднительно, т.к. на Российском рынке программного обеспечения отсутствуют доступные небольшим фирмам и понятные рядовому системному администратору и его руководителю методики оценки последствий ошибок в конфигурировании системы безопасности их компьютеров.

К методу решения поставленной проблемы предъявляются определенные требования, в частности метод должен:

– обеспечивать решение сформулированной проблемы на основе информации системного администратора об ошибках конфигурации системы безопасности компьютеров и фактических последствиях этого в данной конкретной фирме;

– быть недорогим в приобретении и использовании, т.е. для этого должно быть достаточно недорогого лицензионного программного обеспечения и системного администратора, причем курс его дополнительного обучения должен быть несложным, т.е. не предъявлять к нему каких-то сверхжестких нереалистичных требований;

– быть адаптивным, т.е. оперативно учитывать изменения во всех компонентах моделируемой системы.

Для определенности ограничимся рассмотрением системы безопасности операционной системы MS Windows.

Одним из стандартных средств централизованной проверки компьютеров под управлением MS Windows, которое традиционно применяется для выявления типичных ошибок конфигурации системы безопасности и создания отдельного отчета по результатам проверки каждого компьютера под управлением операционной системы MS Windows, является Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA).<sup>41</sup>

Однако, данное средство не содержит какого-либо аппарата прогнозирования возможных последствий фактически имеющейся конфигурации системы безопасности.

Поэтому целью данной работы является решение поставленной проблемы путем разработки адаптивной методики *прогнозирования* возможных финансовых и иных последствий ошибок в настройках системы безопасности.

*Для достижения поставленной цели* выбран метод автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ). Этот выбор был обусловлен тем, что данный метод является непараметрическим, позволяет корректно и сопоставимо обрабатывать тысячи градаций факторов и будущих состояний объекта управления при неполных (фрагментированных), зашумленных данных различной природы, т.е. измеряемых в различных единицах измерения. Для метода АСК-анализа разработаны и методика численных расчетов, и соответствующий программный инструментарий, а также технология и методика их применения. Они прошли успешную апробацию при решении ряда задач в различных предметных областях [3-273]. Наличие инструментария АСК-анализа (базовая система "Эйдос") [7] позволяет не только осуществить синтез семантической информационной модели (СИМ), но и периодически проводить адаптацию и синтез ее новых версий, обеспечивая тем самым отслеживание динамики предметной области и сохраняя высокую адекватность модели в изменяющихся

---

<sup>41</sup> URL: [http://yandex.ru/yandsearch?text=MICROSOFT%20BASELINE%20SECURITY%20ANALYZER%20\(MBSA\)%20&lr=213](http://yandex.ru/yandsearch?text=MICROSOFT%20BASELINE%20SECURITY%20ANALYZER%20(MBSA)%20&lr=213)

условиях. Важной особенностью АСК-анализа является возможность единообразной числовой обработки разнотипных по смыслу и единицам измерения числовых и нечисловых данных. Это обеспечивается тем, что нечисловым величинам тем же методом, что и числовым, приписываются сопоставимые в пространстве и времени, а также между собой, количественные значения, позволяющие обрабатывать их как числовые: на первых двух этапах АСК-анализа числовые величины сводятся к интервальным оценкам, как и информация об объектах нечисловой природы (фактах, событиях) (этот этап реализуется и в методах интервальной статистики); на третьем этапе АСК-анализа всем этим величинам по единой методике, основанной на системном обобщении семантической теории информации А.Харкевича, сопоставляются количественные величины (имеющие смысл количества информации в признаке о принадлежности объекта к классу), с которыми в дальнейшем и производятся все операции моделирования (этот этап является уникальным для АСК-анализа).

В работе [7] приведен перечень этапов системно-когнитивного анализа, которые необходимо выполнить, чтобы осуществить синтез модели объекта управления, решить с ее применением задачи прогнозирования и поддержки принятия решений, а также провести исследование объекта моделирования путем исследования его модели. Учитывая эти этапы СК-анализа выполним декомпозицию цели работы в последовательность задач, решение которых обеспечит ее поэтапное достижение:

1. Когнитивная структуризация предметной области и формальная постановка задачи, проектирование структуры и состава исходных данных.

2. Формализация предметной области.

- 2.1. Получение исходных данных запланированного состава в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации (обычно в форме базы данных какого-либо стандарта или Excel-формы).

- 2.2. Разработка стандартной Excel-формы для представления исходных данных.

- 2.3. Преобразование исходных данных из исходных баз данных в стандартную электронную Excel-форму.

- 2.4. Контроль достоверности исходных данных и исправление ошибок.

2.5. Использование стандартного программного интерфейса системы «Эйдос» для преобразования исходных данных из стандартной Excel-формы в базы данных системы "Эйдос" (импорт данных).

3. Синтез семантической информационной модели (СИМ), т.е. решение **задачи 1: "Многокритериальная типизация** различных вариантов финансовых и иных последствий ошибок в настройках системы безопасности операционной системы".

4. Измерение адекватности СИМ.

5. Повышение эффективности СИМ.

6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области.

6.1. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* влияния ошибок в настройках системы безопасности операционной системы на вид проблемы с безопасностью, а также способ, трудоемкость и стоимость ее устранения".

6.2. **Задача 3:** "Разработка методики *поддержки принятия решений* о выборе таких настроек системы безопасности операционной системы, которые по опыту фактически минимизируют проблемы безопасности".

6.3. **Задача 4:** «Исследование предметной области»

7. Разработка принципов оценки экономической эффективности разработанных технологий при их применении в торговой фирме.

8. Исследование ограничений разработанной технологии и перспектив ее развития.

Кратко рассмотрим решение этих задач.

## 7.2. Когнитивная структуризация предметной области

1. Когнитивная структуризация предметной области это 1-й этап формальной постановки задачи, на котором решается, какие параметры будут рассматриваться в качестве причин, а какие – следствий. На этом этапе было решено рассматривать

в качестве следствий, т.е. классов:

1. Вид проблемы с безопасностью.

2. Способ устранения проблемы.

3. Трудоемкость устранения проблемы.

4. Стоимость устранения проблемы.

в качестве причин (факторов): – настройки конфигурации системы безопасности операционной системы:

1. Трудозатраты на устранение проблемы (Чел/часов).
2. Стоимость устранения проблемы (Руб.).
3. Система автоматического обновления.
4. Кол-во неустановленных обновл.безопасности MS Windows.
5. Кол-во неустановленных обновл.безопасности MS Office.
6. Количество слабых либо пустых паролей.
7. Количество паролей с неограниченным сроком действия.
8. Наличие более двух учетных записей администратора.
9. Включена учетная запись гость.
10. Минимальная длина пароля.
11. Максимальный срок действия пароля.
12. Пароль должен отвечать требованиям сложности.
13. Пороговое значение блокировки.
14. Разрешить доступ к FDD только локальным пользователям.
15. Разрешить доступ к CD только локальным пользователям.
16. Тип файловой системы.

### **7.3. Формализация предметной области**

На этапе формализации предметной области (постановки задачи), исходя из результатов когнитивной структуризации, было осуществлено проектирование структуры и состава исходных данных.

2.1. Исходные данные запланированного состава *были получены* в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации. В нашем случае этой организацией выступила фирма, название которой мы не приводим в связи с конфиденциальностью предоставленной ей информации. В полученной базе данных представлены данные по настройкам системы безопасности компьютеров фирмы, полученные с применением Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA), дополненные информацией об их фактических последствиях за календарный год, всего 323 записи по различным внутренним IP-адресам. Этого достаточно для целей данной работы, за что авторы благодарны руководству данной фирмы.

2.2. Была разработана стандартная Excel-форма для представления исходных данных (таблица 30), в которой и были получены данные:

Таблица 30 – Исходные данные (фрагмент)

| IP-адрес     | Вид проблемы                 | Способ устранения проблемы   | Трудозатраты на устранение проблемы (Челочасов) | Сложность устранения проблемы (руб) | Система автоматического обновления | Копирование установленных обновлений MS Windows | Копирование установленных обновлений MS Office | Копирование слабых или пустых паролей | Копирование паролей с неограниченным сроком действия | Наличие более двух учетных записей администратора | Включена учетная запись гость | Минимальная длина пароля | Максимальный срок действия пароля | Пароль должен отвечать требованиям сложности | Пороговое значение блокировки | Разрешить доступ к FDD только локальным пользователям | Разрешить доступ к CD только локальным пользователям | Тип файловой системы |
|--------------|------------------------------|------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|---------------------------------------|--|---|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------------|---|--|----------------------|
| 192.168.1.12 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 1   | 0  | 0                                     | 0  | Да  | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.13 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 26  | 12   | 1                                     | 1  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 5                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.14 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 1   | 6  | 0                                     | 0  | Нет   | Да                            | 6                        | 45                                | Включено                                     | 5                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.15 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 5   | 15   | 1                                     | 1  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 3                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.16 | Сбой в работе                | Устранение                   | 3   | 3000                                | Отключено                          | 64  | 23   | 3                                     | 3  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.17 | Критический сбой в работе ОС | Перестановка ОС              | 5   | 5000                                | Отключено                          | 124   | 19   | 2                                     | 2  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.18 | Сбой в работе прикладного ПО | Восстановление, настройка ПО | 2   | 2000                                | Отключено                          | 19  | 41   | 3                                     | 3  | Нет   | Да                            | 0                        | 30                                | Отключено                                    | 3                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.19 | Критический сбой в работе ПО | Переустановка и настройка ПО | 4   | 4000                                | Отключено                          | 19  | 68   | 0                                     | 0  | Да  | Нет                           | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 3                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.20 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 6   | 2  | 0                                     | 0  | Да  | Да                            | 0                        | 45                                | Отключено                                    | 0                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.21 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 4   | 11   | 0                                     | 0  | Да  | Да                            | 0                        | 30                                | Включено                                     | 3                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.22 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 0   | 6  | 0                                     | 0  | Нет   | Да                            | 8                        | 30                                | Включено                                     | 5                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.23 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 7   | 10   | 0                                     | 2  | Нет   | Да                            | 8                        | 0                                 | Отключено                                    | 5                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.24 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 15  | 28   | 1                                     | 1  | Нет   | Да                            | 0                        | 5                                 | Отключено                                    | 5                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.25 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 46  | 40   | 1                                     | 1  | Нет   | Да                            | 4                        | 0                                 | Отключено                                    | 5                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.26 | Сбой в работе                | Устранение                   | 3   | 3000                                | Отключено                          | 77  | 15   | 3                                     | 3  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.27 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 2   | 0  | 0                                     | 0  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.28 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 0   | 0  | 0                                     | 0  | Нет   | Да                            | 8                        | 30                                | Включено                                     | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.29 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 1   | 1  | 0                                     | 0  | Нет   | Нет                           | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 5                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.30 | Сбой в работе прикладного ПО | Восстановление, настройка ПО | 2   | 2000                                | Включено                           | 0   | 12   | 0                                     | 0  | Нет   | Нет                           | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | FAT                  |
| 192.168.1.31 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 18  | 11   | 3                                     | 3  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.32 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 5   | 2  | 1                                     | 3  | Нет   | Нет                           | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.33 | Сбой в работе                | Устранение                   | 3   | 3000                                | Отключено                          | 114   | 47   | 2                                     | 2  | Да  | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | FAT                  |
| 192.168.1.34 | Критический сбой в работе ПО | Переустановка и настройка ПО | 4   | 4000                                | Отключено                          | 65  | 20   | 2                                     | 2  | Да  | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.35 | Сбой в работе прикладного ПО | Восстановление, настройка ПО | 2   | 2000                                | Отключено                          | 25  | 44   | 2                                     | 0  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.36 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 0   | 3  | 0                                     | 0  | Нет   | Да                            | 8                        | 30                                | Включено                                     | 0                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.37 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 35  | 17   | 1                                     | 1  | Да  | Да                            | 4                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.38 | Сбой в работе                | Устранение                   | 3   | 3000                                | Отключено                          | 79  | 30   | 2                                     | 2  | Да  | Да                            | 4                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.39 | Критический сбой в работе ОС | Переустановка ОС             | 5   | 5000                                | Отключено                          | 87  | 39   | 3                                     | 3  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Нет   | Нет  | FAT                  |
| 192.168.1.40 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 20  | 23   | 0                                     | 2  | Нет   | Да                            | 8                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.41 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Отключено                          | 21  | 5  | 0                                     | 1  | Да  | Да                            | 4                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | NTFS                 |
| 192.168.1.42 | Сбой в работе прикладного ПО | Восстановление, настройка ПО | 2   | 2000                                | Отключено                          | 66  | 51   | 1                                     | 1  | Нет   | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | FAT                  |
| 192.168.1.43 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 0   | 10   | 0                                     | 0  | Да  | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.44 | Проблемы отсутствуют         | Проблемы отсутствуют         | 0   | 0                                   | Включено                           | 2   | 8  | 0                                     | 0  | Нет   | Да                            | 6                        | 30                                | Включено                                     | 0                             | Нет   | Нет  | NTFS                 |
| 192.168.1.45 | Сбой в работе прикладного ПО | Восстановление, настройка ПО | 2   | 2000                                | Включено                           | 1   | 9  | 0                                     | 0  | Да  | Да                            | 0                        | 0                                 | Отключено                                    | 0                             | Да  | Да   | FAT                  |

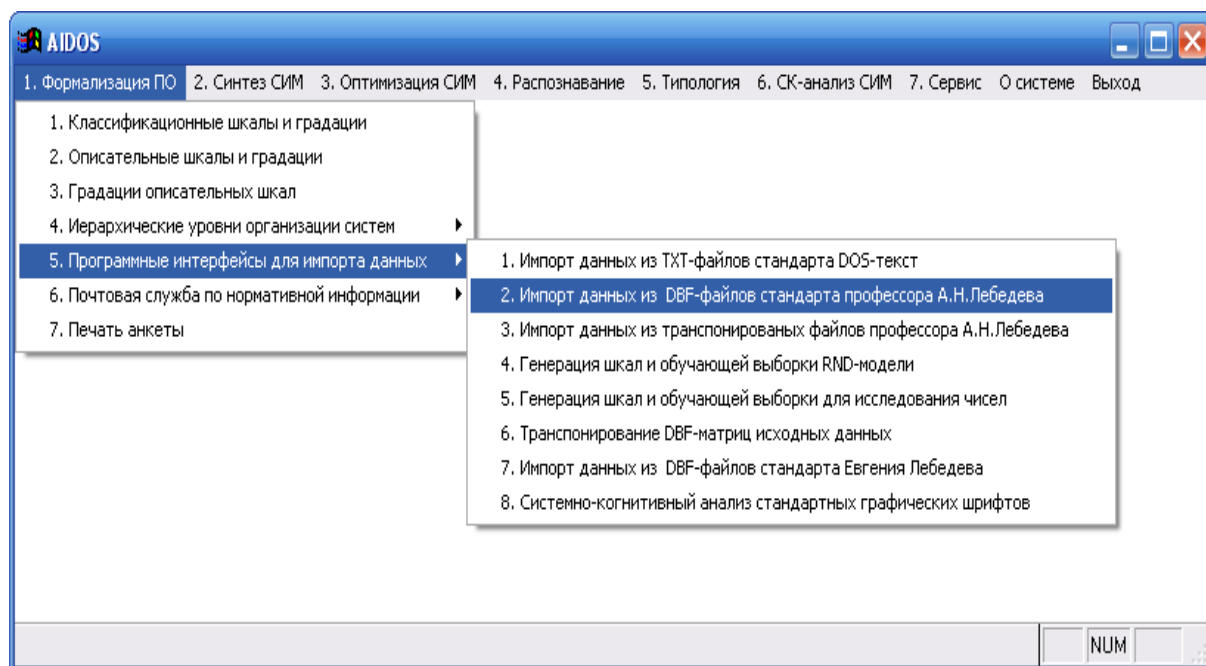
2.3. Исходные данные из Excel-формы, представленной в таблице 30, были преобразованы средствами Excel в стандартную для программного интерфейса \_152 системы "Эйдос" электронную Excel-

форму, которая отличается от приведенной в таблице 30 отсутствием горизонтальной шапки и обратным порядком строк.

2.4. На этапе контроля достоверности исходных данных ошибок обнаружено не было.

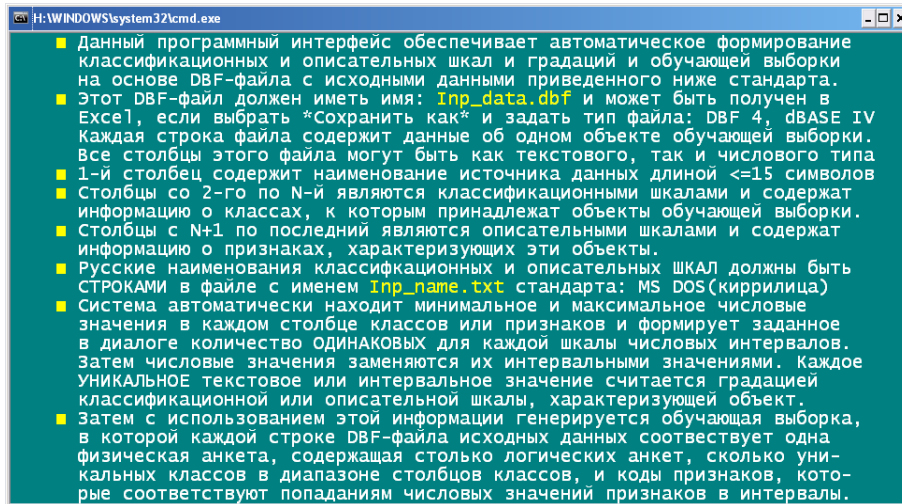
2.5. Затем Excel-форма, приведенная на таблице 30 с применением sCalc из пакета OpenOffice была записана в стандарте DBF MS DOS-кириллица с именем Inp\_data.dbf. Информация ее шапки была представлена в виде отдельного текстового файла стандарта MS DOS с именем: Inp\_name.txt. Для этого шапка была скопирована из Excel в MS Word, затем таблица преобразована в текст с концом абзаца после каждого заголовка столбца, текст был выровнен по левому краю и 1-е буквы сделаны большими, как в предложениях.

Все это сделано в соответствии с требованиями стандартного интерфейса системы «Эйдос» (последней DOS-версии 12.5) с внешними базами данных: режим \_152. Экранная форма вызова данного программного интерфейса приведена на рисунке 43, help режима приведен на рисунке 44, экранные формы самого программного интерфейса \_152 приведены на рисунках 45 и 46.

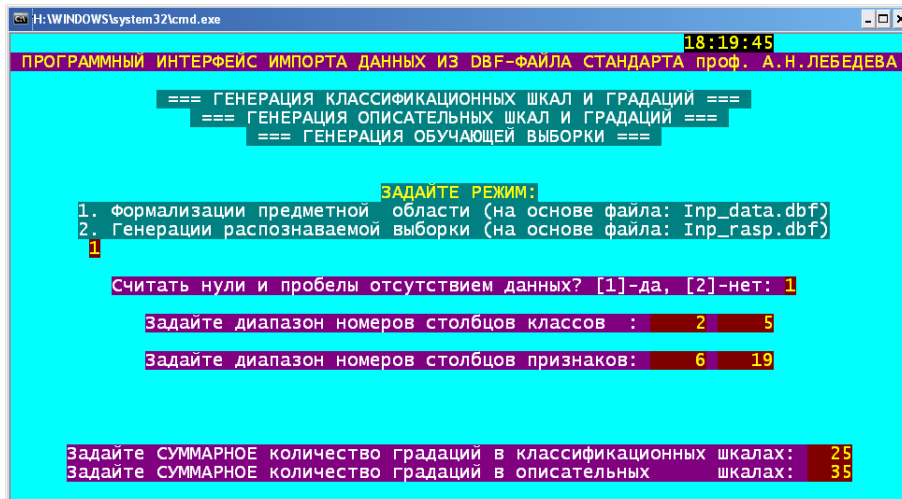


**Рисунок 43. Экранная форма вызова режима \_152 системы «Эйдос».**

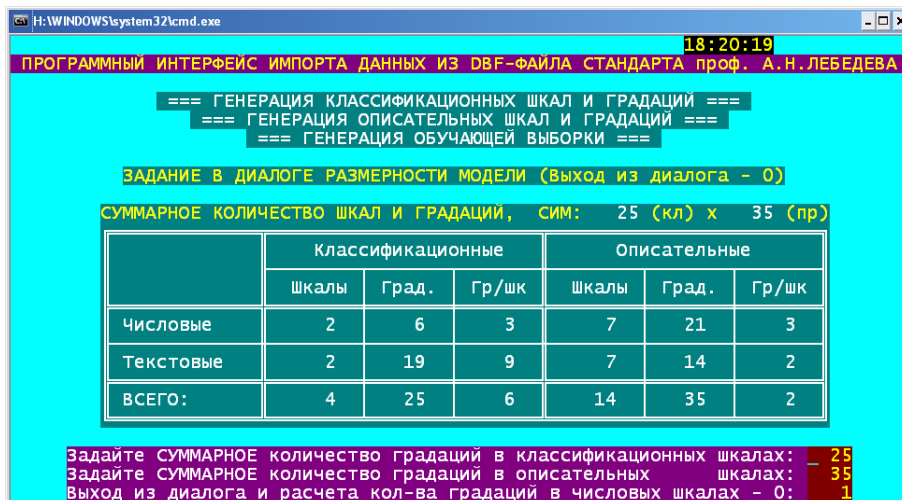




**Рисунок 44. Требования стандартного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных: режим \_152**



**Рисунок 45. Первая экранная форма режима \_152 системы «Эйдос»**



**Рисунок 46. Вторая экранная форма режима \_152 системы «Эйдос».**

В результате работы данного программного интерфейса *автоматически* получаются исходный справочник классов распознавания, справочник признаков, а также обучающая выборка, представляющая собой закодированные в соответствии с этими справочниками строки из таблицы 30 (таблица 31 – таблица 34):

**Таблица 31 – Справочник классов  
(интервальные значения классификационных шкал)**

| KOD | NAME  |
|-----|---|
| 1   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в аппаратной части              |
| 2   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ОС                     |
| 3   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ПО                     |
| 4   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Несанкционированный доступ и утечка данных       |
| 5   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Потеря данных                                    |
| 6   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют                             |
| 7   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в аппаратной части                          |
| 8   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе ОС                                 |
| 9   | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе прикладного ПО                     |
| 10  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление аппаратной части    |
| 11  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление данных              |
| 12  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО       |
| 13  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Замена аппаратной части            |
| 14  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка ОС                    |
| 15  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка ОС                   |
| 16  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка и настройка ПО       |
| 17  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Повышение защищенности             |
| 18  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют               |
| 19  | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Устранение сбоев                   |
| 20  | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): {2.00, 3.00} |
| 21  | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): {3.00, 4.00} |
| 22  | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): {4.00, 5.00} |
| 23  | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): {2000.00, 3000.00}      |
| 24  | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): {3000.00, 4000.00}      |
| 25  | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): {4000.00, 5000.00}      |

**Таблица 32 – Справочник наименований факторов  
(описательных шкал)**

| KOD | NAME  |
|-----|---|
| 1   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ                    |
| 2   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS |
| 3   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE  |
| 4   | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ                 |
| 5   | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ   |
| 6   | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА     |
| 7   | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ                         |
| 8   | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ                              |
| 9   | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ                     |
| 10  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ          |
| 11  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ                         |
| 12  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ |
| 13  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ  |
| 14  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ                                  |

**Таблица 33 – Справочник наименований интервальных значений факторов (градаций описательных шкал)**

| KOD | NAME  |
|-----|---|
| 1   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ-Включено                             |
| 2   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ-Отключено                            |
| 3   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {1.00, 55.67}    |
| 4   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {55.67, 110.34}  |
| 5   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {110.34, 165.01} |
| 6   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {1.00, 38.00}     |
| 7   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {38.00, 75.00}    |
| 8   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {75.00, 112.00}   |
| 9   | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {1.00, 1.67}                     |
| 10  | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {1.67, 2.34}                     |
| 11  | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {2.34, 3.01}                     |
| 12  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {1.00, 1.67}       |
| 13  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {1.67, 2.34}       |
| 14  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {2.34, 3.01}       |
| 15  | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА-Да                    |
| 16  | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА-Нет                   |
| 17  | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ-Да  |
| 18  | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ-Нет                                       |
| 19  | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ: {4.00, 5.33}                                  |
| 20  | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ: {5.33, 6.66}                                  |
| 21  | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ: {6.66, 7.99}                                  |
| 22  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {5.00, 36.33}                        |
| 23  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {36.33, 67.66}                       |
| 24  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {67.66, 98.99}                       |
| 25  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ-Включено                   |
| 26  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ-Отключено                  |
| 27  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {3.00, 3.67}                             |
| 28  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {3.67, 4.34}                             |
| 29  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {4.34, 5.01}                             |
| 30  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Да                |
| 31  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Нет               |
| 32  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Да                 |
| 33  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Нет                |
| 34  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ-FAT  |
| 35  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ-NTFS   |

**Таблица 34 – АНКЕТА обучающей выборки № 1**

02-05-10 18:28:27

г. Краснодар

| Код                      | Наименования классов распознавания              |
|--------------------------|---|
| 6                        | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют               |
| 18                       | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют |
| Коды первичных признаков |   |
| 1                        | 3 15 17 26 30 32 35                             |

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП \*Эйдос\*

Таким образом, данным программным интерфейсом *полностью автоматизируется* этап СК-анализа, называемый "Формализация предметной области".

#### 7.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области

3. В результате синтеза семантической информационной модели решена **задача 1**: "*Многокритериальная типизация* различных вариантов финансовых и иных последствий ошибок в настройках системы безопасности операционной системы". Решение этой задачи осуществлялось в ряд этапов:

Этап-1. Расчет матрицы сопряженности (матрицы абсолютных частот), связывающей частоты *фактов* совместного наблюдения в исходной выборке интервальных значений классов и факторов. Всего этих фактов исследовано **9010**, что и составляет объем выборки. По своей форме матрица абсолютных частот является *базой данных*, т.к. в ней содержится способ содержательной смысловой интерпретации данных.

Этап-2. На основе базы данных абсолютных частот рассчитываются информационные базы условных и безусловных процентных распределений или частостей, которые при увеличении объема исходной выборки стремятся к предельным значениям: вероятностям. Имея это в виду и несколько упрощая, считается допустимым, как это принято в литературе, называть их условными и безусловными вероятностями. По своей форме матрицы условных и безусловных вероятностей является *информационными базами*, т.к. в них содержится способ содержательной смысловой интерпретации данных, т.е. уже по сути информации [127].

Этап-3. На основе информационной базы условных и безусловных вероятностей рассчитывается *база знаний*. Есть все основания так называть ее, т.к. в ней не только содержится результат содержательной смысловой интерпретации данных, но и оценка их *полезности* для достижения *целевых* состояний объекта управления и избегания нежелательных (нецелевых), т.е. по сути *знания*, которые можно непосредственно использовать для управления моделируемым объектом [127] (таблица 35).

**Таблица 35 – База знаний о силе и направлении влияния значений факторов на переход моделируемого объекта в состояния, соответствующие классам (Бит × 100)**

| KOD | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19   | 20  | 21   | 22   | 23  | 24   | 25   |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|------|-----|------|------|
| 1   |     |     |     |     |     | 23  | -26 |     | -30 | -26 |     | -38 |     |     |     |     |     | 23  | -105 | -55 | -107 | -115 | -55 | -107 | -115 |
| 2   | 33  | 28  | 28  | 28  | 31  | -30 | 17  | 29  | 17  | 17  | 31  | 19  | 33  | 28  | 28  | 28  | 28  | -30 | 26   | 22  | 25   | 25   | 22  | 25   | 25   |
| 3   |     |     | -34 | -40 |     | 9   | -1  | -6  | 5   | -1  |     | 3   |     |     |     | -34 | -40 | 9   | -3   | -3  | -18  | -33  | -3  | -18  | -33  |
| 4   |     | 48  | 36  | 57  | 19  | -41 | 40  | 34  | 10  | 40  | 19  | 13  |     |     | 55  | 36  | 57  | -41 | 31   | 19  | 32   | 33   | 19  | 32   | 33   |
| 5   | 116 | 97  | 70  |     | 129 |     |     | 4   |     |     | 129 |     | 116 | 147 | 84  | 70  |     |     | 1    | -5  | 45   | 73   | -5  | 45   | 73   |
| 6   | -9  | -49 | -9  | -14 | -32 | 7   | 10  | -5  | -32 | 10  | -32 | -30 | -9  | 21  | -78 | -9  | -14 | 7   | -8   | -16 | -5   | -8   | -16 | -5   | -8   |
| 7   | 37  | 45  | 12  | 33  | 15  | -34 | 1   | 16  | 50  | 1   | 15  | 49  | 37  |     | 51  | 12  | 33  | -34 | 21   | 36  | 11   | 12   | 36  | 11   | 12   |
| 8   |     | 119 | 77  |     |     | -54 |     |     |     |     |     |     |     |     | 126 | 77  |     | -54 |      |     | 41   | 69   |     | 41   | 69   |
| 9   |     | -18 | 31  |     | 34  | -12 | 20  | 0   | 17  | 20  | 34  | 19  |     |     | -11 | 31  |     | -12 | -3   | 6   | 16   | 23   | 6   | 16   | 23   |
| 10  |     | 36  | 9   | 15  |     | -9  | 19  | 25  | -11 | 19  |     | -8  |     | 86  | 23  | 9   | 15  | -9  | 22   | 5   | 14   | 12   | 5   | 14   | 12   |
| 11  | 90  | 15  | 20  | 50  | 32  | -26 | 18  | 33  | -11 | 18  | 32  | -9  | 90  |     | 22  | 20  | 50  | -26 | 31   | 20  | 24   | 21   | 20  | 24   | 21   |
| 12  |     | -35 | -20 | 0   |     | 6   | 4   | -2  | 0   | 4   |     | 3   |     |     | -28 | -20 | 0   | 6   | -5   | -4  | -7   | -14  | -4  | -7   | -14  |
| 13  |     | 41  | 23  | 29  | 12  | -5  | -2  | 4   | -52 | -2  | 12  | -50 |     | 65  | 37  | 23  | 29  | -5  | 1    | -16 | 16   | 21   | -16 | 16   | 21   |
| 14  | 61  | -14 | 15  | 21  | 39  | 1   |     | -16 | -26 |     | 39  | -23 | 61  |     | -7  | 15  | 21  | 1   | -19  | -14 | -1   | 18   | -14 | -1   | 18   |
| 15  | 53  | -22 | -7  | 13  | 66  | -11 | 73  | 12  | 23  | 73  | 66  | 25  | 53  |     | -15 | -7  | 13  | -11 | 9    | 19  | -0   | -16  | 19  | -0   | -16  |
| 16  | -21 | 3   | -0  | -6  | -44 | 2   | -58 | -3  | -5  | -58 | -44 | -6  | -21 | 9   | 2   | -0  | -6  | 2   | -2   | -5  | -1   | 1    | -5  | -1   | 1    |
| 17  | 30  | 19  | 0   | 11  | 8   | -6  | 29  | 17  | -0  | 29  | 8   | 2   | 30  | 26  | 18  | 0   | 11  | -6  | 14   | 8   | 6    | 1    | 8   | 6    | 1    |
| 18  |     | -62 | -5  | -27 | -9  | 8   |     | -43 | 3   |     | -9  | -0  |     |     | -55 | -5  | -27 | 8   | -32  | -13 | -13  | -6   | -13 | -13  | -6   |
| 19  |     |     | 9   |     |     | -10 |     | 13  | 39  |     |     | 42  |     |     |     | 9   |     | -10 | 10   | 25  | 8    | 1    | 25  | 8    | 1    |
| 20  |     |     |     |     |     | 28  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |
| 21  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |
| 22  |     |     | -91 |     |     | 19  |     | -87 | -5  |     |     | -12 |     |     |     | -91 |     | 19  | -55  | -25 | -57  | -64  | -25 | -57  | -64  |
| 23  |     |     |     |     |     | 28  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |
| 24  |     |     |     |     |     | 28  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |
| 25  |     |     | -38 | -18 | 0   | 17  |     | -90 | -18 |     | 0   | -26 |     |     |     | -38 | -18 | 17  | -58  | -35 | -39  | -32  | -35 | -39  | -32  |
| 26  | 25  | 21  | 11  | 5   | 2   | -11 | 24  | 18  | 9   | 24  | 2   | 11  | 25  | 20  | 21  | 11  | 5   | -11 | 15   | 13  | 11   | 9    | 13  | 11   | 9    |
| 27  |     | -47 | -18 | -12 | 6   | 12  |     | -85 | -3  |     | 6   | -9  |     |     | -40 | -18 | -12 | 12  | -52  | -23 | -26  | -15  | -23 | -26  | -15  |
| 28  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |      |      |     |      |      |
| 29  |     | 44  | 2   |     |     | -3  |     | 41  |     |     |     |     |     |     | 51  | 2   |     | -3  | 38   | -3  | 21   | -6   | -3  | 21   | -6   |
| 30  | 33  | -7  | -7  | 13  | 10  | -7  | 31  | 19  | 13  | 31  | 10  | 16  | 33  |     | 0   | -7  | 13  | -7  | 16   | 16  | 4    | -16  | 16  | 4    | -16  |
| 31  |     | 6   | 5   | -30 | -12 | 8   |     | -47 | -21 |     | -12 | -27 |     | 41  | -2  | 5   | -30 | 8   | -35  | -29 | -9   | 12   | -29 | -9   | 12   |
| 32  | 34  | -6  | -6  | 14  | 11  | -7  | 33  | 20  | 11  | 33  | 11  | 14  | 34  |     | 1   | -6  | 14  | -7  | 17   | 15  | 5    | -14  | 15  | 5    | -14  |

В этой матрице столбцы соответствуют классам распознавания, строки – градациям факторов, а в клетках на их пересечении приведено *количество знаний* в битах × 100, которое содержится в определенной градации фактора о том, что этот случай относится к определенному классу.

Отметим, что в настоящее время общепринятыми терминами являются: «База данных» и «База знаний», а термин «Информационные базы» считается «незагостированным», т.е. неофициальным, или даже ошибочным, когда под ним, по сути, понимаются базы данных. Предлагается придать термину «Информационные базы» полноценный статус в качестве официального термина, т.к. вполне понятно и обоснованно как его содержание соотносится с содержанием терминов «База данных» и «База знаний»:

– Базы данных (БД) – информация, записанная на носителях (или находящаяся в каналах связи) на определенном языке (системе кодирования), безотносительно к ее смыслу.

– Информационная база (ИБ) – это БД вместе с тезаурусом, т.е. способом их смысловой интерпретации.

– База знаний (БЗ) – это ИБ вместе с информацией о том, насколько какая информация полезна для достижения различных целей.

4. Измерение адекватности СИМ осуществляется последовательным выполнением режимов \_21 (копирование обучающей выборки в распознаваемую), \_41 (пакетное распознавание) и \_62 (измерение адекватности СИМ) системы «Эйдос».

Пункты 3 и 4 удобно выполнить также с помощью режима \_25 системы "Эйдос", который последовательно выполняет все вышеперечисленные операции, т.е. сначала выполняет синтез семантической информационной модели (СИМ), а затем копирует обучающую выборку в распознаваемую выборку), проводит пакетное распознавание и проверку ее адекватности, которая оказалась неплохой: более 71% (таблица 36).

**Таблица 36 – Выходная форма по результатам измерения адекватности исходной модели (фрагмент)**

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 323 (100% для п.15)  
Всего логических анкет: 844

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 17.096%  
5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 9.824%  
6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 2.091%  
7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 2.602%  
8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 11.966%

9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 43.517%  
10. Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 154.408 (100% для п.11 и п.12)  
Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 168.592 (100% для п.13 и п.14)  
Всего физических анкет: 323.000 (100% для п.15)

11. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 109.639, т.е. 71.006%  
12. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 44.769, т.е. 28.994% (Ошибка 1-го рода)  
13. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 46.451, т.е. 27.552% (Ошибка 2-го рода)  
14. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 122.141, т.е. 72.448%

15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу (< % >): 47.804  
16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (<раз>): 7.947  
17. Обобщенная достоверность модели (<Д+И2>)/2: 71.727%. Обобщенная ошибка (<Е1+Е2>)/2: 28.273%

03-05-10 09:00:52 г. Краснояр

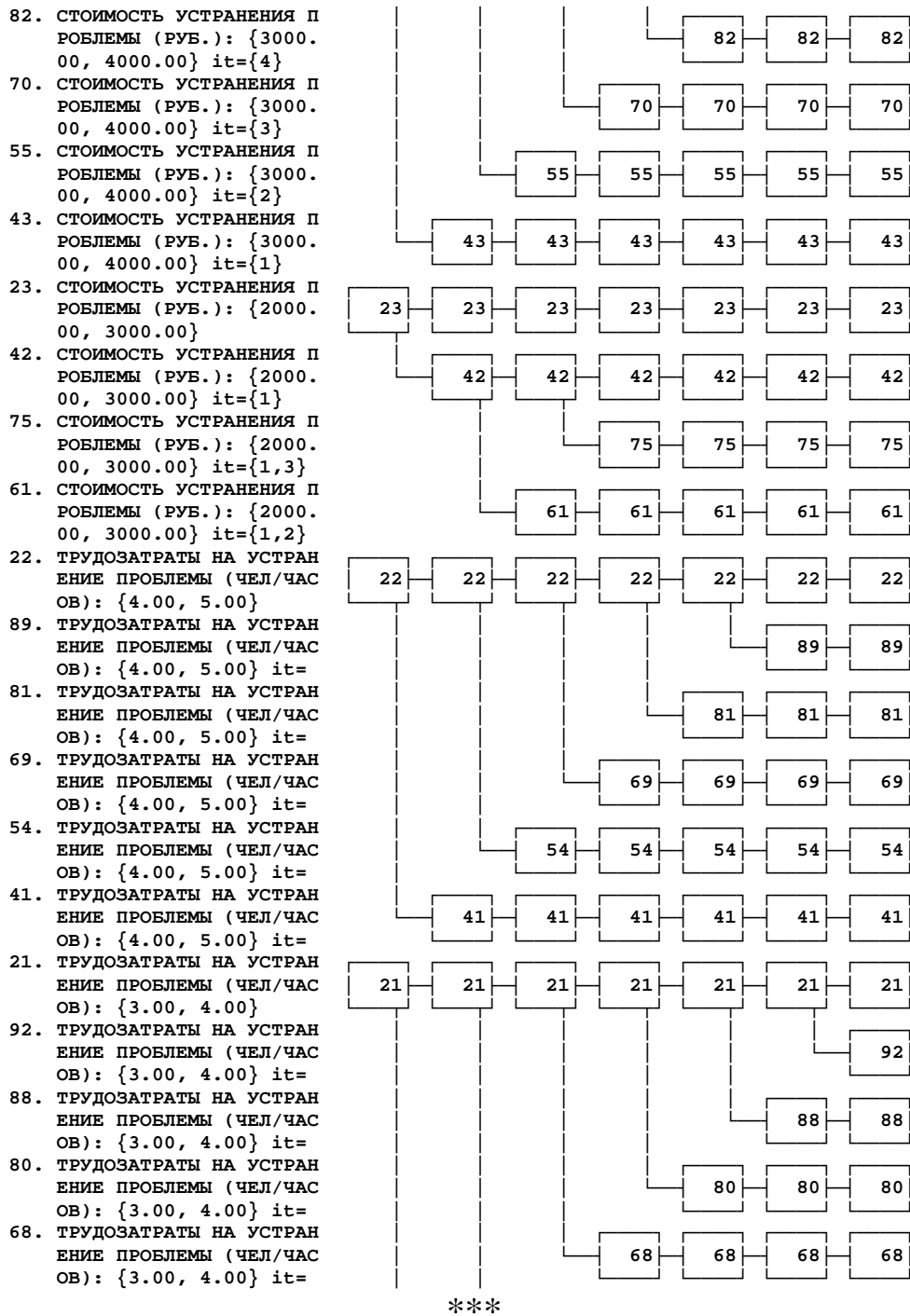
| N п/п                     | Код класса | Наименование класса  | Достов. идентиф. лог. анк. с уч.количества эвр.крит | Кол-во лог. анк. действ-но относящихся к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных или не отнесенных к классу |                    |                   | Вероятн. случайного угадывания (%) -NLA/NPA | Эффектив. модели по срав. со случ. угадыв. (<раз>) |         |
|---------------------------|------------|--|---|---|--|--------------------|-------------------|---|--|---------|
|                           |            |  |   |   | Правиль. отнесен.  | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. |   |  |         |
| 1                         | 2          | 3  | 9   | 10  | 11   | 12                 | 13                | 14  | 15   | 16      |
| 1                         | 1          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в аппаратной части               | 51.7  | 2   | 2  | 0                  | 78                | 243   | 0.619  | 161.551 |
| 2                         | 2          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ОС                      | 70.9  | 8   | 7  | 1                  | 46                | 269   | 2.477  | 35.325  |
| 3                         | 3          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ПО                      | 59.1  | 18  | 14   | 4                  | 62                | 243   | 5.573  | 13.956  |
| 4                         | 4          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Потеря данных                                     | 83.9  | 3   | 2  | 1                  | 25                | 295   | 0.929  | 71.762  |
| 5                         | 5          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют                              | 48.0  | 246   | 173  | 73                 | 11                | 66  | 76.161   | 0.923   |
| 6                         | 6          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в аппаратной части                           | 49.2  | 4   | 4  | 0                  | 82                | 237   | 1.238  | 80.775  |
| 7                         | 7          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе ОС                                  | -1.5  | 17  | 16   | 1                  | 163               | 143   | 5.263  | 17.883  |
| 8                         | 8          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе прикладного ПО                      | 40.6  | 21  | 15   | 6                  | 90                | 212   | 6.502  | 10.986  |
| 9                         | 9          | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Утечка данных                                     | 38.7  | 4   | 3  | 1                  | 98                | 221   | 1.238  | 60.582  |
| 10                        | 10         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление аппаратной части     | 49.2  | 4   | 4  | 0                  | 82                | 237   | 1.238  | 80.775  |
| 11                        | 11         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление данных               | 83.9  | 3   | 2  | 1                  | 25                | 295   | 0.929  | 71.762  |
| 12                        | 12         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО        | 33.1  | 20  | 15   | 5                  | 103               | 200   | 6.192  | 12.112  |
| 13                        | 13         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Замена аппаратной части             | 51.7  | 2   | 2  | 0                  | 78                | 243   | 0.619  | 161.551 |
| 14                        | 14         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка ОС                     | 18.9  | 1   | 1  | 0                  | 131               | 191   | 0.310  | 322.581 |
| 15                        | 15         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка ОС                    | 73.4  | 7   | 7  | 0                  | 43                | 273   | 2.167  | 46.147  |
| 16                        | 16         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка и настройка ПО        | 59.1  | 18  | 14   | 4                  | 62                | 243   | 5.573  | 13.956  |
| 17                        | 17         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Повышение защищенности              | 38.7  | 4   | 3  | 1                  | 98                | 221   | 1.238  | 60.582  |
| 18                        | 18         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют                | 48.0  | 246   | 173  | 73                 | 11                | 66  | 76.161   | 0.923   |
| 19                        | 19         | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Устранение сбоев                    | 9.0   | 18  | 16   | 2                  | 145               | 160   | 5.573  | 15.950  |
| 20                        | 20         | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ./ЧАСОВ): <2.00, 3.00> | 28.8  | 41  | 32   | 9                  | 106               | 176   | 12.693   | 6.149   |
| 21                        | 21         | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ./ЧАСОВ): <3.00, 4.00> | 30.7  | 37  | 30   | 7                  | 105               | 181   | 11.455   | 7.078   |
| 22                        | 22         | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ./ЧАСОВ): <4.00, 5.00> | 52.3  | 21  | 17   | 4                  | 73                | 229   | 6.502  | 12.450  |
| 23                        | 23         | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <2000.00, 3000.00>       | 28.8  | 41  | 32   | 9                  | 106               | 176   | 12.693   | 6.149   |
| 24                        | 24         | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <3000.00, 4000.00>       | 30.7  | 37  | 30   | 7                  | 105               | 181   | 11.455   | 7.078   |
| 25                        | 25         | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <4000.00, 5000.00>       | 52.3  | 21  | 17   | 4                  | 73                | 229   | 6.502  | 12.450  |
| Средневзвешенные значения |            |  | 43.5  | 154.4   | 109.6  | 44.8               | 46.5              | 122.1                                       | 47.804   | 7.947   |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

5. В системе "Эйдос" реализовано несколько различных методов повышения адекватности модели:





По результатам кластеризации можно сделать вывод о том, что различные классы обладают различной степенью вариабельности обуславливающих их факторов, т.е. одни классы являются жестко детерминированными, тогда как другие вызываются различными сочетаниями действующих факторов, что затрудняет и делает менее достоверной их прогнозирование и осуществление.

В результате проведения данной процедуры степень достоверности модели повысилась (таблица 38):



**Таблица 38 – Выходная форма по результатам измерения адекватности модели, улучшенной методом дивизивной кластеризации**

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 323 (100% для п.15)

Всего логических анкет: 844

- Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 17.79%
- Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 6.808%
- Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.000%
- Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 4.415%
- Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 15.406%
- Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 55.51%
- Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 78.756 (100% для п.11 и п.12)
- Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 244.244 (100% для п.13 и п.14)
- Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 323.000 (100% для п.15)
- Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 78.756, т.е. 100.000%
- Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 0.000, т.е. 0.000% (Ошибка 1-го рода)
- Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 71.850, т.е. 29.417% (Ошибка 2-го рода)
- Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 172.395, т.е. 70.583%
- Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу (<math>\lambda</math>): 24.382
- Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (раз): 35.578
- Обобщенная достоверность модели  $(\Delta 1 + \Delta 2)/2$ : 85.292%. Обобщенная ошибка  $(E1 + E2)/2$ : 14.709%

г.Краснодар

02-05-10 19:01:56

| N<br>п/п | Код<br>класса | Наименование<br>класса   | Достов.<br>идентиф.<br>лог. анкет<br>с учетом<br>количества<br>авр. крит | Кол-во<br>действ-<br>ных анкет<br>к классу | Количество логических анкет<br>правильно или ошибочно отнесенных<br>или не отнесенных к классу |                         | Вероят-<br>ного<br>угадыва-<br>ния (%)<br>=NL/NFA | Эффектив-<br>ности<br>по срав-<br>со случ.<br>угадыв-<br>(раз) |        |         |
|----------|---------------|--|--|--|--|-------------------------|---|--|--------|---------|
|          |               |  |  |  | Правиль-<br>отнесен.   | Ошибочно<br>не отнесен. |   |  |        |         |
| 1        | 2             | 3  | 9  | 10   | 11   | 12                      | 13  | 14   | 15     | 16      |
| 1        | 1             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в аппаратной части   | 51.7   | 2  | 2  | 0                       | 78  | 243  | 0.619  | 161.551 |
| 2        | 2             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ОС  | 81.4   | 7  | 7  | 0                       | 30  | 286  | 2.167  | 46.147  |
| 3        | 3             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ПО  | 74.0   | 7  | 7  | 0                       | 42  | 274  | 2.167  | 46.147  |
| 4        | 4             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Несанкционированный доступ и утечка данных  | 33.7   | 3  | 3  | 0                       | 107   | 213  | 0.929  | 107.643 |
| 5        | 5             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Потеря данных   | 86.4   | 2  | 2  | 0                       | 22  | 299  | 0.619  | 161.551 |
| 6        | 6             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют  | 92.6   | 163  | 163  | 0                       | 12  | 148  | 50.464 | 1.982   |
| 7        | 7             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в аппаратной части   | 49.2   | 4  | 4  | 0                       | 82  | 237  | 1.238  | 80.775  |
| 8        | 8             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе ОС  | 8.4  | 13   | 13   | 0                       | 148   | 162  | 4.025  | 24.845  |
| 9        | 9             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе прикладного ПО  | 39.3   | 13   | 13   | 0                       | 98  | 212  | 4.025  | 24.845  |
| 10       | 10            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление аппаратной части   | 49.2   | 4  | 4  | 0                       | 82  | 237  | 1.238  | 80.775  |
| 11       | 11            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление данных   | 86.4   | 2  | 2  | 0                       | 22  | 299  | 0.619  | 161.551 |
| 12       | 12            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО  | 39.3   | 13   | 13   | 0                       | 98  | 212  | 4.025  | 24.845  |
| 13       | 13            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Замена аппаратной части   | 51.7   | 2  | 2  | 0                       | 78  | 243  | 0.619  | 161.551 |
| 14       | 14            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка ОС   | 19.9   | 1  | 1  | 0                       | 131   | 191  | 0.310  | 322.581 |
| 15       | 15            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка ОС   | 73.4   | 7  | 7  | 0                       | 43  | 273  | 2.167  | 46.147  |
| 16       | 16            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка и настройка ПО   | 74.0   | 7  | 7  | 0                       | 42  | 274  | 2.167  | 46.147  |
| 17       | 17            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Повышение защищенности  | 33.7   | 3  | 3  | 0                       | 107   | 213  | 0.929  | 107.643 |
| 18       | 18            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют  | 92.6   | 163  | 163  | 0                       | 12  | 148  | 50.464 | 1.982   |
| 19       | 19            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют  | 8.4  | 13   | 13   | 0                       | 148   | 162  | 4.025  | 24.845  |
| 20       | 20            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 2.00, 3.00 \rangle</math>                                | 23.8   | 32   | 32   | 0                       | 123   | 168  | 9.907  | 10.094  |
| 21       | 21            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 3.00, 4.00 \rangle</math>                                | 72.1   | 15   | 15   | 0                       | 45  | 263  | 4.644  | 21.533  |
| 22       | 22            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 4.00, 5.00 \rangle</math>                                | 80.8   | 11   | 11   | 0                       | 31  | 281  | 3.406  | 29.360  |
| 23       | 23            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 2000.00, 3000.00 \rangle</math>                                      | 23.8   | 32   | 32   | 0                       | 123   | 168  | 9.907  | 10.094  |
| 24       | 24            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 3000.00, 4000.00 \rangle</math>                                      | 92.1   | 15   | 15   | 0                       | 45  | 263  | 4.644  | 21.533  |
| 25       | 25            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 4000.00, 5000.00 \rangle</math>                                      | 80.8   | 11   | 11   | 0                       | 31  | 281  | 3.406  | 29.360  |
| 26       | 26            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ОС it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | 15.8   | 1  | 1  | 0                       | 136   | 186  | 0.310  | 322.581 |
| 27       | 27            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ПО it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | 17.6   | 4  | 4  | 0                       | 133   | 186  | 1.238  | 80.775  |
| 28       | 28            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Несанкционированный доступ и утечка данных it=<math>\langle 1 \rangle</math>                                | 17.1   | 1  | 1  | 0                       | 174   | 151  | 0.310  | 322.581 |
| 29       | 29            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | -2.2   | 1  | 1  | 0                       | 157   | 157  | 0.310  | 322.581 |
| 30       | 30            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | 36.8   | 67   | 67   | 0                       | 102   | 154  | 20.743 | 4.821   |
| 31       | 31            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе ОС it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | -9.6   | 1  | 1  | 0                       | 177   | 145  | 0.310  | 322.581 |
| 32       | 32            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе прикладного ПО it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | 4.0  | 5  | 5  | 0                       | 155   | 163  | 1.548  | 64.599  |
| 33       | 33            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление данных it=<math>\langle 1 \rangle</math>                                       | -15.2  | 1  | 1  | 0                       | 162   | 157  | 0.310  | 322.581 |
| 34       | 34            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО it=<math>\langle 1 \rangle</math>                                | 18.3   | 5  | 5  | 0                       | 132   | 186  | 1.548  | 64.599  |
| 35       | 35            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка и настройка ПО it=<math>\langle 1 \rangle</math>                                 | 17.6   | 4  | 4  | 0                       | 133   | 186  | 1.238  | 80.775  |
| 36       | 36            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Повышение защищенности it=<math>\langle 1 \rangle</math>                                      | -5.9   | 1  | 1  | 0                       | 171   | 151  | 0.310  | 322.581 |
| 37       | 37            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | 36.8   | 67   | 67   | 0                       | 102   | 154  | 20.743 | 4.821   |
| 38       | 38            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1 \rangle</math>  | -9.2   | 1  | 1  | 0                       | 153   | 158  | 0.310  | 322.581 |
| 39       | 39            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 2.00, 3.00 \rangle</math> it=                            | 7.7  | 7  | 7  | 0                       | 149   | 167  | 2.167  | 46.147  |
| 40       | 40            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 3.00, 4.00 \rangle</math> it=                            | 18.9   | 7  | 7  | 0                       | 131   | 185  | 2.167  | 46.147  |
| 41       | 41            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 4.00, 5.00 \rangle</math> it=                            | 13.3   | 4  | 4  | 0                       | 140   | 179  | 1.238  | 80.775  |
| 42       | 42            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 2000.00, 3000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 1 \rangle</math>    | 7.7  | 7  | 7  | 0                       | 149   | 167  | 2.167  | 46.147  |
| 43       | 43            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 3000.00, 4000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 1 \rangle</math>    | 18.9   | 7  | 7  | 0                       | 131   | 185  | 2.167  | 46.147  |
| 44       | 44            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 4000.00, 5000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 1 \rangle</math>    | 13.3   | 4  | 4  | 0                       | 140   | 179  | 1.238  | 80.775  |
| 45       | 45            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ПО it=<math>\langle 2 \rangle</math>  | 62.2   | 4  | 4  | 0                       | 61  | 258  | 1.238  | 80.775  |
| 46       | 46            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 2 \rangle</math>  | 23.2   | 7  | 7  | 0                       | 124   | 192  | 2.167  | 46.147  |
| 47       | 47            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе ОС it=<math>\langle 2 \rangle</math>  | -32.5  | 2  | 2  | 0                       | 214   | 107  | 0.619  | 161.551 |
| 48       | 48            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе прикладного ПО it=<math>\langle 2 \rangle</math>  | -32.5  | 2  | 2  | 0                       | 61  | 260  | 0.619  | 161.551 |
| 49       | 49            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО it=<math>\langle 2 \rangle</math>                                | 62.2   | 2  | 2  | 0                       | 61  | 260  | 0.619  | 161.551 |
| 50       | 50            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка и настройка ПО it=<math>\langle 2 \rangle</math>                                 | 62.2   | 4  | 4  | 0                       | 61  | 258  | 1.238  | 80.775  |
| 51       | 51            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 2 \rangle</math>  | 9.2  | 7  | 7  | 0                       | 124   | 192  | 2.167  | 46.147  |
| 52       | 52            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Устранение сбоев it=<math>\langle 2 \rangle</math>  | -32.5  | 2  | 2  | 0                       | 214   | 107  | 0.619  | 161.551 |
| 53       | 53            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 3.00, 4.00 \rangle</math> it=                            | 23.0   | 7  | 7  | 0                       | 147   | 169  | 2.167  | 46.147  |
| 54       | 54            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 4.00, 5.00 \rangle</math> it=                            | 2.8  | 2  | 2  | 0                       | 157   | 164  | 0.619  | 161.551 |
| 55       | 55            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 3000.00, 4000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 2 \rangle</math>    | 9.0  | 7  | 7  | 0                       | 147   | 169  | 2.167  | 46.147  |
| 56       | 56            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 4000.00, 5000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 2 \rangle</math>    | 2.8  | 2  | 2  | 0                       | 157   | 164  | 0.619  | 161.551 |
| 57       | 57            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 2 \rangle</math>   | -34.4  | 3  | 3  | 0                       | 217   | 103  | 0.619  | 161.551 |
| 58       | 58            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе прикладного ПО it=<math>\langle 1, 2 \rangle</math>   | -29.4  | 1  | 1  | 0                       | 209   | 113  | 0.310  | 322.581 |
| 59       | 59            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 2 \rangle</math>                                     | -34.4  | 3  | 3  | 0                       | 217   | 103  | 0.929  | 107.643 |
| 60       | 60            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 2.00, 3.00 \rangle</math> it=                            | -62.8  | 1  | 1  | 0                       | 263   | 59   | 0.310  | 322.581 |
| 61       | 61            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 2000.00, 3000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 1, 2 \rangle</math> | -62.8  | 1  | 1  | 0                       | 263   | 59   | 0.310  | 322.581 |
| 62       | 62            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический сбой в работе ПО it=<math>\langle 3 \rangle</math>  | 56.7   | 3  | 3  | 0                       | 70  | 250  | 0.929  | 107.643 |
| 63       | 63            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 3 \rangle</math>  | -52.9  | 1  | 1  | 0                       | 247   | 75   | 0.310  | 322.581 |
| 64       | 64            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Сбой в работе ОС it=<math>\langle 3 \rangle</math>  | -56.7  | 1  | 1  | 0                       | 253   | 69   | 0.310  | 322.581 |
| 65       | 65            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка и настройка ПО it=<math>\langle 3 \rangle</math>                                 | 56.7   | 3  | 3  | 0                       | 70  | 250  | 0.929  | 107.643 |
| 66       | 66            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 3 \rangle</math>  | -52.9  | 1  | 1  | 0                       | 247   | 75   | 0.310  | 322.581 |
| 67       | 67            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 3 \rangle</math>  | -56.7  | 1  | 1  | 0                       | 253   | 69   | 0.310  | 322.581 |
| 68       | 68            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 3.00, 4.00 \rangle</math> it=                            | 41.2   | 2  | 2  | 0                       | 95  | 226  | 0.619  | 161.551 |
| 69       | 69            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 4.00, 5.00 \rangle</math> it=                            | 44.3   | 2  | 2  | 0                       | 90  | 231  | 0.619  | 161.551 |
| 70       | 70            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 3000.00, 4000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 3 \rangle</math>    | 41.2   | 2  | 2  | 0                       | 95  | 226  | 0.619  | 161.551 |
| 71       | 71            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 4000.00, 5000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 3 \rangle</math>    | 44.3   | 2  | 2  | 0                       | 90  | 231  | 0.619  | 161.551 |
| 72       | 72            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 3 \rangle</math>   | 25.7   | 1  | 1  | 0                       | 120   | 202  | 0.310  | 322.581 |
| 73       | 73            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 3 \rangle</math>                                     | 25.7   | 1  | 1  | 0                       | 120   | 202  | 0.310  | 322.581 |
| 74       | 74            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 2.00, 3.00 \rangle</math> it=                            | -29.4  | 1  | 1  | 0                       | 209   | 113  | 0.310  | 322.581 |
| 75       | 75            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 2000.00, 3000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 1, 3 \rangle</math> | -29.4  | 1  | 1  | 0                       | 209   | 113  | 0.310  | 322.581 |
| 76       | 76            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 2, 3 \rangle</math>   | -2.8   | 1  | 1  | 0                       | 166   | 156  | 0.310  | 322.581 |
| 77       | 77            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 2, 3 \rangle</math>                                     | -2.8   | 1  | 1  | 0                       | 166   | 156  | 0.310  | 322.581 |
| 78       | 78            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 2, 3 \rangle</math>  | -1.5   | 1  | 1  | 0                       | 164   | 158  | 0.310  | 322.581 |
| 79       | 79            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 2, 3 \rangle</math>                                  | -1.5   | 1  | 1  | 0                       | 164   | 158  | 0.310  | 322.581 |
| 80       | 80            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 3.00, 4.00 \rangle</math> it=                            | 1.5  | 3  | 3  | 0                       | 159   | 161  | 0.929  | 107.643 |
| 81       | 81            | ТРИЗОВА ТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <math>\langle 4.00, 5.00 \rangle</math> it=                            | 4.0  | 1  | 1  | 0                       | 155   | 167  | 0.310  | 322.581 |
| 82       | 82            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 3000.00, 4000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 4 \rangle</math>    | 1.5  | 3  | 3  | 0                       | 159   | 161  | 0.929  | 107.643 |
| 83       | 83            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <math>\langle 4000.00, 5000.00 \rangle</math> it=<math>\langle 4 \rangle</math>    | 4.0  | 1  | 1  | 0                       | 155   | 167  | 0.310  | 322.581 |
| 84       | 84            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 2, 4 \rangle</math>   | -7.1   | 1  | 1  | 0                       | 173   | 149  | 0.310  | 322.581 |
| 85       | 85            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 2, 4 \rangle</math>                                     | -7.1   | 1  | 1  | 0                       | 173   | 149  | 0.310  | 322.581 |
| 86       | 86            | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют it=<math>\langle 1, 2, 4 \rangle</math>  | -30.7  | 1  | 1  | 0                       | 211   | 111  | 0.310  | 322.581 |
| 87       | 87            | СПОСОБ У   |  |  |  |                         |   |  |        |         |

Аналогичная информация приведена в скриншотах экранных форм (рисунок 47):

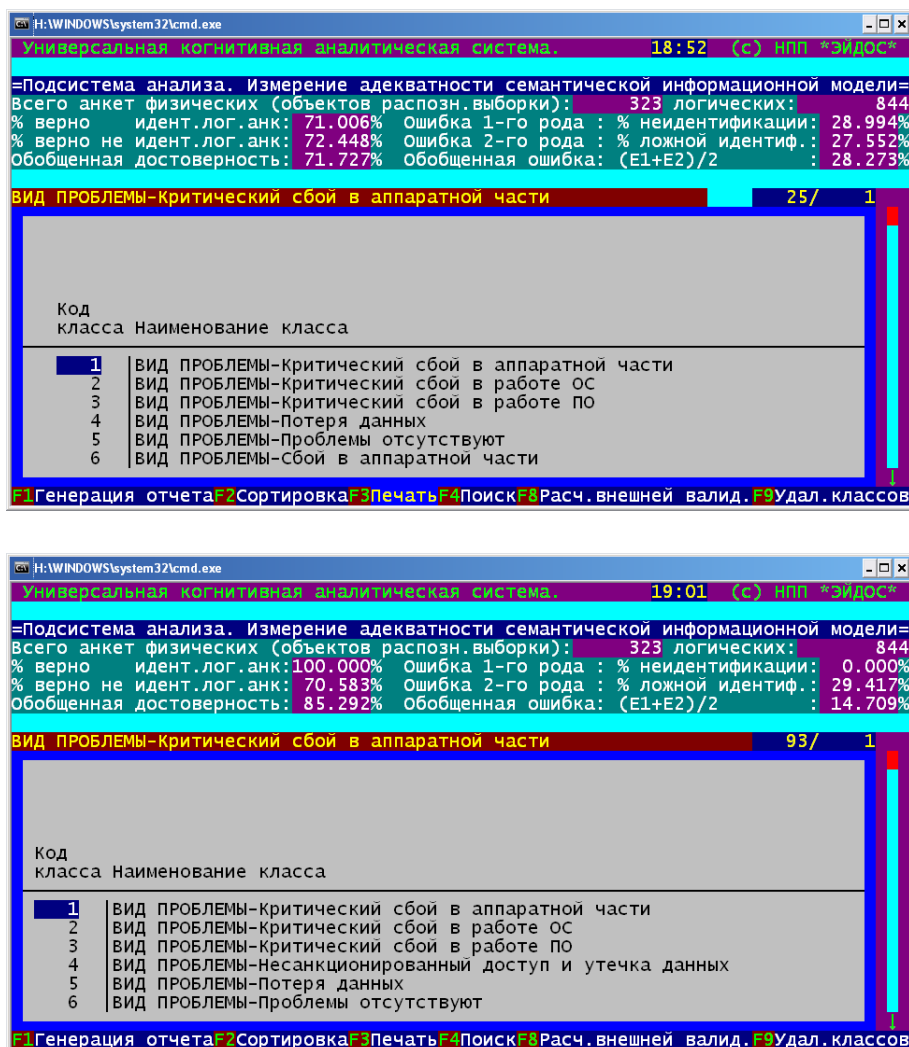


Рисунок 47. Экранные формы режима \_62 системы «Эйдос»

Из сопоставительного анализа таблиц 36 и 38, а также рисунка 47 можно сделать следующие выводы:

- в результате разделения классов на типичную и нетипичную части достоверность верной идентификации повысилась на **29%**, достоверность верной неидентификации при этом немного понизилась, но общая (средняя) достоверность модели возросла на **13,6%**;

- при прогнозировании и принятии решений целесообразно учитывать дифференциальную достоверность идентификации по классам, связанную со степенью их детерминированности;

- применение модели чаще всего обеспечивает во много раз более высокую достоверность, чем случайное угадывание или не использование модели, однако по слабодетерминированным классам это

не так и их нецелесообразно учитывать при прогнозировании и рассматривать при анализе модели.

## 7.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели

6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области.

6.1. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* влияния ошибок в настройках системы безопасности операционной системы на вид проблемы с безопасностью, а также способ, трудоемкость и стоимость ее устранения".

В системе "Эйдос" есть стандартный режим \_42, обеспечивающий подсчет для каждого состояния системы информационной безопасности фирмы, представленного в *распознаваемой* выборке, суммарного количества знаний, которое содержится в интервальных значениях факторов, отражающих настройки системы безопасности, о принадлежности данного состояния к каждому из классов. Затем в режиме \_431 все классы сортируются (ранжируются) в порядке убывания суммарного количества информации, содержащегося в описании примера, о принадлежности к ним. Эта информация представляется в виде экранных форм и файлов (рисунки 48, 49):

РЕЗУЛЬТАТ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИСТОЧНИКА С КЛАССАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ  
03-05-10

13:24:11

| Номер анкеты: | 6  | Наим. физ. источника: | 192.168.1.17 | Качество результата распознавания: | 9.120%                       |
|---------------|--|-----------------------|--------------|------------------------------------|------------------------------|
| Код           | Наименование класса распознавания                                  |                       |              | % Сж                               | Гистограмма сходств/различий |
| 14            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка ОС.....                    |                       |              | 66                                 |                              |
| 22            | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ <ЧЕЛ/ЧАСОВ>: <4.00, 5.00>..... |                       |              | 27                                 |                              |
| 25            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ <РУБ.>: <4000.00, 5000.00>.....      |                       |              | 27                                 |                              |
| 21            | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ <ЧЕЛ/ЧАСОВ>: <3.00, 4.00>..... |                       |              | 22                                 |                              |
| 24            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ <РУБ.>: <3000.00, 4000.00>.....      |                       |              | 22                                 |                              |
| 3             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический свой в работе ПО.....                     |                       |              | 22                                 |                              |
| 16            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка и настройка ПО.....       |                       |              | 22                                 |                              |
| 2             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический свой в работе ОС.....                     |                       |              | 17                                 |                              |
| 19            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Устранение сбоев.....                   |                       |              | 12                                 |                              |
| 8             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Свой в работе ОС.....                                 |                       |              | 9                                  |                              |
| 15            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка ОС.....                   |                       |              | 2                                  |                              |
| 6             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют.....                             |                       |              | -1                                 |                              |
| 18            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют.....               |                       |              | -1                                 |                              |
| 1             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический свой в аппаратной части.....              |                       |              | -5                                 |                              |
| 13            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Замена аппаратной части.....            |                       |              | -5                                 |                              |
| 20            | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ <ЧЕЛ/ЧАСОВ>: <2.00, 3.00>..... |                       |              | -13                                |                              |
| 23            | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ <РУБ.>: <2000.00, 3000.00>.....      |                       |              | -13                                |                              |
| 4             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Несанкционированный доступ и утечка данных.....       |                       |              | -14                                |                              |
| 17            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Повышение защищенности.....             |                       |              | -14                                |                              |
| 5             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Потеря данных.....                                    |                       |              | -14                                |                              |
| 11            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление данных.....              |                       |              | -14                                |                              |
| 7             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Свой в аппаратной части.....                          |                       |              | -20                                |                              |
| 10            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление аппаратной части.....    |                       |              | -20                                |                              |
| 12            | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО.....       |                       |              | -33                                |                              |
| 9             | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Свой в работе прикладного ПО.....                     |                       |              | -36                                |                              |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

Рисунок 48. Пример выходной формы с результатами прогнозирования последствий ошибок в настройках системы безопасности операционной системы

| Номер анкеты: 7 |  | Наим. физ. источника: 192.168.1.18 |                              | Качество результата распознавания: 7.210% |  |
|-----------------|--|------------------------------------|------------------------------|---|--|
| Код             | Наименование класса распознавания                                  | % Сх                               | Гистограмма сходств/различий |   |  |
| 20              | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <2.00, 3.00>..... | √ 18                               |                              |   |  |
| 23              | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <2000.00, 3000.00>.....      | √ 18                               |                              |   |  |
| 1               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический свой в аппаратной части.....              | 13                                 |                              |   |  |
| 13              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Замена аппаратной части.....            | 13                                 |                              |   |  |
| 9               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Свой в работе прикладного ПО.....                     | √ 11                               |                              |   |  |
| 19              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Устранение своих.....                   | 11                                 |                              |   |  |
| 12              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление, настройка ПО.....       | √ 11                               |                              |   |  |
| 4               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Несанкционированный доступ и утечка данных.....       | 10                                 |                              |   |  |
| 17              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Повышение защищенности.....             | 10                                 |                              |   |  |
| 8               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Свой в работе ОС.....                                 | -1                                 |                              |   |  |
| 21              | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <3.00, 4.00>..... | -3                                 |                              |   |  |
| 24              | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <3000.00, 4000.00>.....      | -3                                 |                              |   |  |
| 15              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка ОС.....                   | -5                                 |                              |   |  |
| 2               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический свой в работе ОС.....                     | -9                                 |                              |   |  |
| 22              | ТРУДОЗАТРАТЫ НА УСТРАНЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ (ЧЕЛ/ЧАСОВ): <4.00, 5.00>..... | -10                                |                              |   |  |
| 25              | СТОИМОСТЬ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (РУБ.): <4000.00, 5000.00>.....      | -10                                |                              |   |  |
| 6               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют.....                             | -10                                |                              |   |  |
| 18              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Проблемы отсутствуют.....               | -10                                |                              |   |  |
| 5               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Потеря данных.....                                    | -13                                |                              |   |  |
| 11              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление данных.....              | -13                                |                              |   |  |
| 14              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Перестановка ОС.....                    | -16                                |                              |   |  |
| 7               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Свой в аппаратной части.....                          | -16                                |                              |   |  |
| 10              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Восстановление аппаратной части.....    | -16                                |                              |   |  |
| 3               | ВИД ПРОБЛЕМЫ-Критический свой в работе ПО.....                     | -23                                |                              |   |  |
| 16              | СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ-Переустановка и настройка ПО.....       | -23                                |                              |   |  |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

**Рисунок 49. Пример выходной формы с результатами прогнозирования последствий ошибок в настройках системы безопасности операционной системы**

В качестве примеров для прогнозирования последствий ошибок в настройках системы безопасности операционной системы использованы примеры из исходной обучающей выборки. Птичками "√" в формах на рисунках 48, 49 отмечены классы соответствующие реально наступившим последствиям.

Если в распознаваемой выборке представлено сразу несколько примеров настроек системы безопасности операционной системы на различных компьютерах, то может представлять интерес другая форма вывода информации о результатах прогнозирования по ним, т.е. по степени сходства с определенным классом (рисунок 50).

В верхней части этой формы приведены IP-адреса компьютеров, для которых возникновение этой проблема вероятно, если судить по настройкам их системы безопасности, а в нижней – для которых это маловероятно. Видно, что для компьютера с IP-адресом 192.168.0.106 на эту проблему следует обратить внимание, хотя на нем она еще не зафиксирована (хотя, возможно, уже и имела место). И наоборот, на компьютере с IP-адресом 192.168.2.52 эта проблема уже имела место, хотя по своим настройкам он является нетипичным для компьютеров с подобной проблемой.

| Класс: 4 ВИД ПРОБЛЕМЫ-Несанкционированный доступ и утечка Качество: 17.86% |                         |        |                              |
|--|-------------------------|--------|------------------------------|
| Код  | Информационный источник | % Сход | Гистограмма сходств/различий |
| 36   | 192.168.1.47            | 7 63   |                              |
| 231  | 192.168.0.106           | 57     |                              |
| 242  | 10.10.10.13             | 7 23   |                              |
| 284  | 10.10.200.17            | 7 19   |                              |
| 103  | 192.168.2.52            | 7 -19  |                              |
| 67   | 192.168.2.16            | -57    |                              |
| 84   | 192.168.2.33            | -57    |                              |
| 93   | 192.168.2.42            | -57    |                              |
| 97   | 192.168.2.46            | -57    |                              |
| 98   | 192.168.2.47            | -57    |                              |
| 108  | 192.168.2.57            | -57    |                              |
| 113  | 192.168.2.62            | -57    |                              |
| 116  | 192.168.2.65            | -57    |                              |
| 124  | 192.168.2.73            | -57    |                              |
| 144  | 192.168.2.93            | -57    |                              |
| 61   | 192.168.2.10            | -57    |                              |
| 133  | 192.168.2.82            | -57    |                              |
| 66   | 192.168.2.15            | -61    |                              |
| 115  | 192.168.2.64            | -61    |                              |
| 127  | 192.168.2.76            | -61    |                              |
| 69   | 192.168.2.18            | -61    |                              |
| 122  | 192.168.2.71            | -61    |                              |
| 57   | 192.168.2.6             | -64    |                              |
| 64   | 192.168.2.13            | -64    |                              |
| 71   | 192.168.2.20            | -64    |                              |
| 90   | 192.168.2.39            | -64    |                              |
| 94   | 192.168.2.43            | -64    |                              |
| 95   | 192.168.2.44            | -64    |                              |
| 100  | 192.168.2.49            | -64    |                              |
| 106  | 192.168.2.55            | -64    |                              |
| 117  | 192.168.2.66            | -64    |                              |
| 119  | 192.168.2.68            | -64    |                              |
| 120  | 192.168.2.69            | -64    |                              |
| 128  | 192.168.2.77            | -64    |                              |
| 52   | 192.168.2.1             | -65    |                              |
| 59   | 192.168.2.8             | -65    |                              |
| 60   | 192.168.2.9             | -65    |                              |
| 63   | 192.168.2.12            | -65    |                              |
| 77   | 192.168.2.26            | -65    |                              |
| 91   | 192.168.2.40            | -65    |                              |
| 104  | 192.168.2.53            | -65    |                              |
| 105  | 192.168.2.54            | -65    |                              |
| 110  | 192.168.2.59            | -65    |                              |
| 111  | 192.168.2.60            | -65    |                              |
| 118  | 192.168.2.67            | -65    |                              |
| 121  | 192.168.2.70            | -65    |                              |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

Рисунок 50. Пример карточки идентификации примеров с классом:  
«Несанкционированный доступ и утечка данных»

6.2. **Задача 3:** "Разработка методики *поддержки принятия решений* о выборе таких настроек системы безопасности операционной системы, которые по опыту фактически минимизируют проблемы безопасности".

Данная задача является обратной по отношению к задаче прогнозирования. Если при прогнозировании по заданным настройкам системы безопасности операционной системы определяется, какие проблемы с информационной безопасностью ими обуславливаются, то в задаче принятия решений, наоборот: по заданному виду проблемы или ее отсутствию определяется, какие настройки системы безопасности способствуют возникновению этой проблемы, а какие препятствуют этому.

Данная задача решается во многих режимах системы "Эйдос", в частности в режиме \_511, который выдает следующие формы (таблицы 39 и 40), содержащие *знания* о настройках системы безопасности операционной системы в различной степени способствующих и препятствующих (красным) возникновению данной проблемы.

**Таблица 39 – Информационный портрет класса: стоимость устранения проблемы (руб.): {4000.00, 5000.00} (максимальная)**

| NUM | KOD | NAME  | BIT      | %      |
|-----|-----|---|----------|--------|
| 1   | 5   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {110.34, 1 | 0,73444  | 15,82  |
| 2   | 8   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {75.00, 112 | 0,69191  | 14,90  |
| 3   | 4   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {55.67, 11 | 0,33335  | 7,18   |
| 4   | 2   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ-Отключено                      | 0,24972  | 5,38   |
| 5   | 9   | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {1.00, 1.67}               | 0,23148  | 4,98   |
| 6   | 34  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ-FAT  | 0,23148  | 4,98   |
| 7   | 13  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {1.67, 2.34} | 0,21342  | 4,60   |
| 8   | 11  | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {2.34, 3.01}               | 0,21121  | 4,55   |
| 9   | 14  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {2.34, 3.01} | 0,18162  | 3,91   |
| 10  | 10  | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {1.67, 2.34}               | 0,12490  | 2,69   |
| 11  | 31  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Нет         | 0,11768  | 2,53   |
| 12  | 33  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Нет          | 0,11768  | 2,53   |
| 13  | 7   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {38.00, 75. | 0,11729  | 2,53   |
| 14  | 26  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ-Отключено            | 0,08945  | 1,93   |
| 15  | 19  | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ: {4.00, 5.33}                            | 0,01110  | 0,24   |
| 16  | 16  | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА-Нет             | 0,00961  | 0,21   |
| 17  | 17  | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ-Да                                  | 0,00904  | 0,19   |
| 18  | 35  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ-NTFS   | -0,04930 | -1,06  |
| 19  | 18  | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ-Нет                                 | -0,05783 | -1,25  |
| 20  | 29  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {4.34, 5.01}                       | -0,06366 | -1,37  |
| 21  | 6   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {1.00, 38.0 | -0,07701 | -1,66  |
| 22  | 12  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {1.00, 1.67} | -0,13895 | -2,99  |
| 23  | 32  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Да           | -0,14448 | -3,11  |
| 24  | 27  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {3.00, 3.67}                       | -0,14886 | -3,21  |
| 25  | 15  | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА-Да              | -0,15535 | -3,35  |
| 26  | 30  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Да          | -0,15535 | -3,35  |
| 27  | 25  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ-Включено             | -0,31834 | -6,86  |
| 28  | 3   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {1.00, 55. | -0,33108 | -7,13  |
| 29  | 22  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {5.00, 36.33}                  | -0,63915 | -13,76 |
| 30  | 1   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ-Включено                       | -1,14679 | -24,69 |

**Таблица 40 – Информационный портрет класса: вид проблемы-проблемы отсутствуют**

| NUM | KOD | NAME  | BIT      | %     |
|-----|-----|---|----------|-------|
| 1   | 20  | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ: {5.33, 6.66}                            | 0,27719  | 5,97  |
| 2   | 23  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {36.33, 67.66}                 | 0,27719  | 5,97  |
| 3   | 24  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {67.66, 98.99}                 | 0,27719  | 5,97  |
| 4   | 1   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ-Включено                       | 0,23382  | 5,04  |
| 5   | 22  | МАКСИМАЛЬНЫЙ СРОК ДЕЙСТВИЯ ПАРОЛЯ: {5.00, 36.33}                  | 0,18720  | 4,03  |
| 6   | 25  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ-Включено             | 0,16777  | 3,61  |
| 7   | 27  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {3.00, 3.67}                       | 0,12257  | 2,64  |
| 8   | 3   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {1.00, 55. | 0,09169  | 1,97  |
| 9   | 18  | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ-Нет                                 | 0,08344  | 1,80  |
| 10  | 31  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Нет         | 0,07726  | 1,66  |
| 11  | 33  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Нет          | 0,07726  | 1,66  |
| 12  | 6   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {1.00, 38.0 | 0,07416  | 1,60  |
| 13  | 12  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {1.00, 1.67} | 0,05519  | 1,19  |
| 14  | 35  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ-NTFS   | 0,02760  | 0,59  |
| 15  | 16  | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА-Нет             | 0,02455  | 0,53  |
| 16  | 14  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {2.34, 3.01} | 0,00659  | 0,14  |
| 17  | 29  | ПОРОГОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ БЛОКИРОВКИ: {4.34, 5.01}                       | -0,03192 | -0,69 |
| 18  | 13  | КОЛИЧЕСТВО ПАРОЛЕЙ С НЕОГРАНИЧЕННЫМ СРОКОМ ДЕЙСТВИЯ: {1.67, 2.34} | -0,05459 | -1,18 |
| 19  | 17  | ВКЛЮЧЕНА УЧЕТНАЯ ЗАПИСЬ ГОСТЬ-Да                                  | -0,06410 | -1,38 |
| 20  | 30  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К FDD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Да          | -0,06565 | -1,41 |
| 21  | 32  | РАЗРЕШИТЬ ДОСТУП К CD ТОЛЬКО ЛОКАЛЬНЫМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМ-Да           | -0,06758 | -1,46 |
| 22  | 10  | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {1.67, 2.34}               | -0,08989 | -1,94 |
| 23  | 19  | МИНИМАЛЬНАЯ ДЛИНА ПАРОЛЯ: {4.00, 5.33}                            | -0,10387 | -2,24 |
| 24  | 15  | НАЛИЧИЕ БОЛЕЕ ДВУХ УЧЕТНЫХ ЗАПИСЕЙ АДМИНИСТРАТОРА-Да              | -0,10964 | -2,36 |
| 25  | 26  | ПАРОЛЬ ДОЛЖЕН ОТВЕЧАТЬ ТРЕБОВАНИЯМ СЛОЖНОСТИ-Отключено            | -0,11253 | -2,42 |
| 26  | 9   | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {1.00, 1.67}               | -0,11942 | -2,57 |
| 27  | 11  | КОЛИЧЕСТВО СЛАБЫХ ЛИБО ПУСТЫХ ПАРОЛЕЙ: {2.34, 3.01}               | -0,25724 | -5,54 |
| 28  | 2   | СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБНОВЛЕНИЯ-Отключено                      | -0,29830 | -6,42 |
| 29  | 7   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS OFFICE: {38.00, 75. | -0,34314 | -7,39 |
| 30  | 34  | ТИП ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ-FAT  | -0,39002 | -8,40 |
| 31  | 4   | КОЛ-ВО НЕУСТАНОВЛЕННЫХ ОБНОВЛ.БЕЗОПАСНОСТИ MS WINDOWS: {55.67, 11 | -0,41485 | -8,93 |

Необходимо отметить, что задача выявления фактически имеющих зависимости, и задача содержательного объяснения причин существования именно обнаруженных зависимостей, а не каких-либо других, т.е. задача *содержательной интерпретации обнаруженных зависимостей*, – это совершенно разные задачи. По мнению авторов, задача интерпретации должна решаться специалистами в моделируемой предметной области, однако сама возможность применения обнаруженных зависимостей в практике прогнозирования и принятия решений не связано с наличием или отсутствием такой содержательной интерпретации или со степенью ее адекватности.

6.3. **Задача 4:** «Исследование предметной области» решается применением режимов системы «Эйдос», предназначенных для этих целей, которые приведены в работе [7]. Подробные примеры применения этих режимов приведены в работе [2-273]. Классификация исследовательских задач, которые могут решаться с применением системы «Эйдос», приведена в работе [7]. Здесь же отметим лишь, что задачи проблемы, связанные с информационной безопасностью (как впрочем, и другие) обычно возникают не по одной, а сразу несколько, т.к. одни и те же погрешности системы защиты приводят не к одной, а ко многим проблемам. Это наглядно видно из семантической сети классов, построенной на основе матрицы сходства обобщенных образов классов по их системам детерминации (рисунок 51).

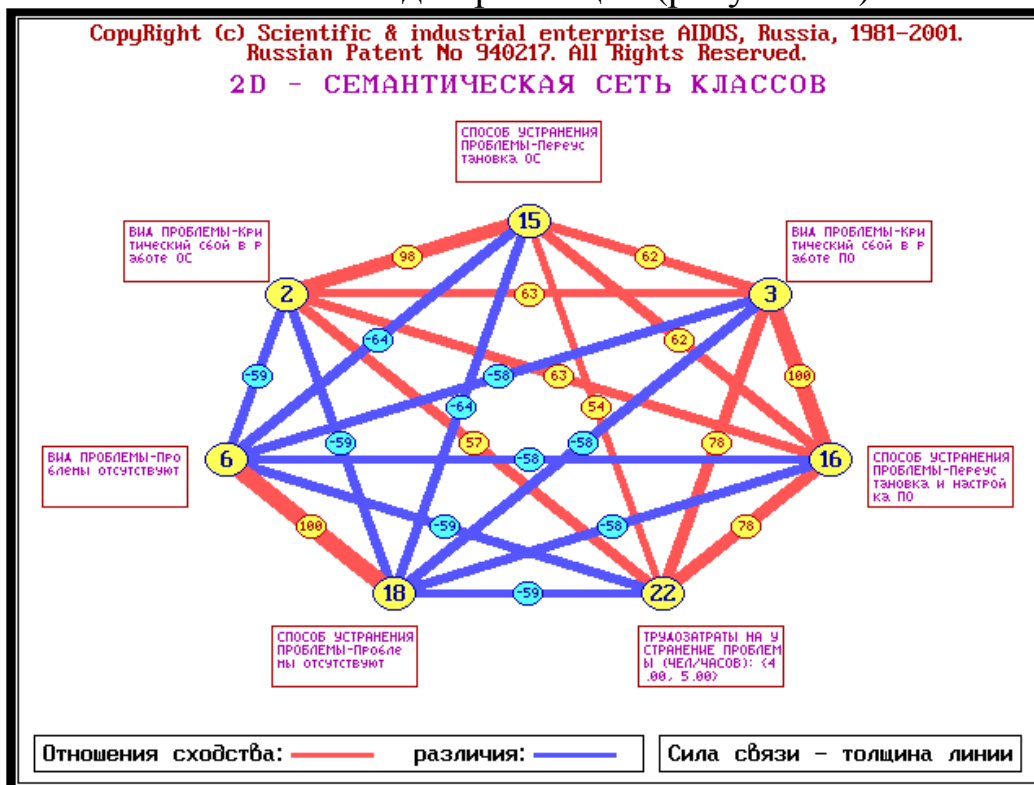


Рисунок 51. Семантическая сеть классов

7. Основной принцип оценки экономической эффективности разработанной методики (при условии ее применения в деятельности реальной фирмы) состоит в том, что данная методика позволяет создать научно обоснованный *образ желательных настроек системы безопасности* (как и образ нежелательных), за счет чего минимизируются затраты на устранение проблем, связанных с нарушением информационной безопасности компьютеров, а значит рентабельность и прибыль компании повысится. Экономическая эффективность применения данной методики может оцениваться как разница между прибылью, полученной в условиях ее применения и прибылью без нее, причем прибыль, полученная в условиях применения методики учитывает и затраты на ее приобретение и применение.

8. При планировании данного исследования авторы ставили цель лишь оценить возможность применения технологии АСК-анализа для прогнозирования последствий ошибочного конфигурирования системы безопасности MS Windows. Данное исследование показало, что это возможно и перспективно. Представленный в работе вариант исследования имеет ряд ограничений и недостатков, в преодолении которых и состоит перспектива его развития. В частности можно было бы увеличить объем исследуемой выборки за счет увеличения количества компьютеров и периода времени, за который исследуется деятельность фирмы. Кроме того известно, что Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA) является лишь базовым средством обеспечения информационной безопасности MS Windows, позволяющим выявлять лишь наиболее явные ошибки в застройках системы безопасности, и, следовательно, перспективным является развитие предлагаемой методики с использованием и специальных профессиональных средств.

### **Выводы.**

В работе описана технология и некоторые результаты применения системно-когнитивного анализа для выявления знаний о последствиях ошибок в конфигурировании системы безопасности по отчету Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA) и использования этих знаний для прогнозирования последствий. На основе подобного анализа могут быть выработаны научно обоснованные рекомендации по настройке системы безопасности.



## ГЛАВА 8. БЕНЧМАРКИНГ В ТОРГОВОЙ ФИРМЕ

*В данной главе описана технология применения системно-когнитивного анализа для создания на основе данных реальной торговой фирмы и применения в ней методики прогнозирования и поддержки принятия решений по такому выбору номенклатуры и объемов реализуемой продукции, которые обеспечивают получение максимальной прибыли и рентабельности.*

### 8.1. Создание инструментария для бенчмаркинга в торговой фирме, как задача контроллинга

Цель торговой фирмы, по крайней мере, как ее осознает собственник<sup>42</sup>, как правило, состоит в повышении прибыли и рентабельности (т.е. эффективности получения прибыли). Путь достижения этой цели включает много различных составляющих, важнейшей из которых является определение номенклатуры и объемов товаров для поставки и реализации. Однако и сам путь от фактически сложившейся ситуации к целевой не является идеальным.

Руководство любой небольшой торговой фирмы постоянно решает проблему определения номенклатуры и объемов товаров, реализация которых обеспечила бы увеличение прибыли и рентабельности фирмы при известных ограничениях на оборотные средства, транспорт, складские и торговые помещения, но при неизвестной емкости рынка.

К методу решения поставленной проблемы предъявляются определенные требования, обусловленные имеющимися реалиями:

1. Метод должен обеспечивать решение сформулированной проблемы в условиях неполной (фрагментированной) зашумленной исходной информации большой размерности, не отражающей всех ограничений и ресурсов и не содержащей полных повторностей всех вариантов сочетаний прибыли, рентабельности, номенклатуры и объемов продукции, причем получение недостающей информации представляется принципиально невозможным.

2. Метод должен быть недорогим в приобретении и использовании, т.е. для этого должно быть достаточно одного стандартного персонального компьютера, недорогого лицензионного программного обеспечения и одного сотрудника, причем курс обучения этого со-

<sup>42</sup> С точки зрения населения цель фирмы состоит в удовлетворении его потребностей, а с точки зрения государства – в создании рабочих мест и отчислению в бюджет налогов и других обязательных платежей.

трудника должен быть несложным для него, т.е. не предъявлять к нему каких-то сверхжестких нереалистичных требований.

3. Вся необходимая и достаточная исходная информация для применения метода должна быть в наличии в бухгалтерии фирмы.

4. Метод должен быть адаптивным, т.е. оперативно учитывать изменения во всех компонентах моделируемой системы.

При решении поставленной проблемы руководство традиционно исходит из следующих простых и очевидных соображений, отражающих две крайние ситуации:

– если закупить товары, которые не пользуются спросом, то они не будут проданы и затраты на их приобретение, доставку, хранение и попытку продажи станут убытками;

– если же закупать наиболее востребованные рынком товары, то они будут реализованы, но это может и не увеличивать прибыль фирмы или даже принести убытки, т.к. по этим товарам выручка может очень незначительно покрывать или даже не покрывать затраты на их приобретение, доставку, хранение и продажу.

Как правило, на практике традиционно закупаются те товары и в тех количествах, которые были реализованы в предыдущий период. Однако при этом остается открытым и нерешенным вопрос о том, насколько номенклатура и объем этих товаров эффективны с точки зрения достижения цели фирмы: повышения ее прибыли и рентабельности. Это означает, что традиционный способ решения поставленной проблемы «вручную» или «на глазок» обычно не позволяет решить ее достаточно эффективно.

Применение компьютерных технологий, в частности задачи линейного программирования и других оптимизационных методов, для решения подобных задач наталкивается на ряд сложностей связанных с тем, что как сами математические модели, так и реализующий их программный инструментарий, а также исходная информация для их использования не удовлетворяют сформулированным выше требованиям:

– эти системы недостаточно технологичны для их применения в небольших торговых фирмах;

– существующие системы разработаны за рубежом или в мегаполисах (в основном в Москве и Санкт-Петербурге) и очень слабо отражают региональную специфику и также специфику конкретной фирмы (т.е. *нелокализованы*). Точнее сказать – они вообще ее не отражают, из-за чего и имеют очень низкую достоверность прогнозирования, близкую и статистически незначимо отличающуюся от вероят-

ности случайного угадывания без использования этих систем или другой априорной информации. Этим обусловлена и низкая эффективность рекомендуемых ими решений;

– эти системы не обладают адаптивностью и не учитывают динамику предметной области, которая чрезвычайно высока, особенно в Южном Федеральном Округе (ЮФО). В результате даже первоначально хорошо работающие (локализованные) системы очень быстро теряют адекватность модели и качество прогнозов и рекомендуемых решений;

– стоимость этих систем настолько высока, что их приобретение и использование чаще всего мало или вообще нерентабельно, особенно для небольших торговых фирм.

Необходимо еще раз отметить, что если ограничения фирмы известны ее руководству, то емкость рынка по номенклатуре товаров в сфере действия фирмы, вообще говоря, остается неизвестной, что не позволяет применить задачу линейного программирования<sup>43</sup>. Но даже если бы это удалось, то было бы получено тривиальное решение: торговать одним товаром, обеспечивающим наибольшее превышение выручки над затратами. Однако это решение является неверным, т.к. чтобы торговля этим товаром принесла прибыль, сопоставимую с прибылью от торговли широким спектром товаров, он должен реализоваться в таких количествах, которые обычно намного превышают реальный спрос на него. Кроме того, ясно, что один товар, каким бы он не был замечательным, по своим потребительским свойствам не может заменить спектра товаров.

Целью данной работы является решение поставленной проблемы путем разработки адаптивной методики *прогнозирования* влияния номенклатуры и объемов реализуемой продукции на прибыль и рентабельность фирмы, и, на этой основе, *поддержки принятия решений* о выборе таких сочетаний этих факторов, которые обеспечили бы достижение цели фирмы.

*Для достижения поставленной цели* выбран метод системно-когнитивного анализа (АСК-анализ). Этот выбор был обусловлен тем, что данный метод является непараметрическим, позволяет корректно и сопоставимо обрабатывать тысячи градаций факторов и будущих состояний объекта управления при неполных (фрагментированных), зашумленных данных различной природы, т.е. измеряемых в различных единицах измерения. Для метода АСК-анализа разработаны и ме-

---

<sup>43</sup> Для определения этой емкости обычно необходимо регулярно проводить специальные достаточно дорогостоящие маркетинговые исследования.

тодика численных расчетов, и соответствующий программный инструментарий, а также технология и методика их применения. Они прошли успешную апробацию при решении ряда задач в различных предметных областях [3-273]. Наличие инструментария АСК-анализа (базовая система "Эйдос") [7] позволяет не только осуществить синтез семантической информационной модели (СИМ), но и периодически проводить адаптацию и синтез ее новых версий, обеспечивая тем самым отслеживание динамики предметной области и сохраняя высокую адекватность модели в изменяющихся условиях. Важной особенностью АСК-анализа является возможность единообразной числовой обработки разнотипных по смыслу и единицам измерения числовых и нечисловых данных. Это обеспечивается тем, что нечисловым величинам тем же методом, что и числовым, приписываются сопоставимые в пространстве и времени, а также между собой, количественные значения, позволяющие обрабатывать их как числовые: на первых двух этапах АСК-анализа числовые величины сводятся к интервальным оценкам, как и информация об объектах нечисловой природы (фактах, событиях) (этот этап реализуется и в методах интервальной статистики); на третьем этапе АСК-анализа всем этим величинам по единой методике, основанной на системном обобщении семантической теории информации А.Харкевича, сопоставляются количественные величины (имеющие смысл количества информации в признаке о принадлежности объекта к классу), с которыми в дальнейшем и производятся все операции моделирования (этот этап является уникальным для АСК-анализа).

В работе [7] приведен перечень этапов системно-когнитивного анализа, которые необходимо выполнить, чтобы осуществить синтез модели объекта управления, решить с ее применением задачи прогнозирования и поддержки принятия решений, а также провести исследование объекта моделирования путем исследования его модели. Учитывая эти этапы АСК-анализа выполним декомпозицию цели работы в последовательность задач, решение которых обеспечит ее поэтапное достижение:

1. Когнитивная структуризация предметной области и формальная постановка задачи, проектирование структуры и состава исходных данных.

2. Формализация предметной области.

- 2.1. Получение исходных данных запланированного состава в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их органи-

зации (обычно в форме базы данных какого-либо стандарта или Excel-формы).

2.2. Разработка стандартной Excel-формы для представления исходных данных.

2.3. Преобразование исходных данных из исходных баз данных в стандартную электронную Excel-форму.

2.4. Контроль достоверности исходных данных и исправление ошибок.

2.5. Использование стандартного программного интерфейса системы «Эйдос» для преобразования исходных данных из стандартной Excel-формы в базы данных системы "Эйдос" (импорт данных).

3. Синтез семантической информационной модели (СИМ), т.е. решение **задачи 1: "Многокритериальная типизация** состояний торговой фирмы с различными прибылью и рентабельностью по факторам номенклатуры и объемов реализуемой продукции".

4. Измерение адекватности СИМ.

5. Повышение эффективности СИМ.

6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области.

6.1. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* влияния номенклатуры и объемов реализуемой продукции на прибыль и рентабельность торговой фирмы".

6.2. **Задача 3:** "Разработка методики *поддержки принятия решений* о выборе таких номенклатуры и объемов реализуемой продукции, которые обуславливают увеличение прибыли и рентабельности торговой фирмы".

6.3. **Задача 4:** «Исследование предметной области»

7. Разработка принципов оценки экономической эффективности разработанных технологий при их применении в торговой фирме.

8. Исследование ограничений разработанной технологии и перспектив ее развития.

Кратко рассмотрим решение этих задач.

## **8.2. Когнитивная структуризация предметной области**

1. Когнитивная структуризация предметной области это 1-й этап формальной постановки задачи, на котором решается, какие параметры будут рассматриваться в качестве причин, а какие – следствий. На этом этапе было решено рассматривать

в качестве следствий, т.е. классов – основные экономические показатели торговой фирмы:

1. Прибыль от продаж.
2. Рентабельность продукции.

в качестве причин (факторов): – объемы реализации следующих видов продукции (номенклатура):

|  |  |   |
|--|--|---|
| Молоко, 1л-бут, (шт)                   | Хамса с/с, (кг)                        | Чай "гринфилд", мелисса, 25 пак, (шт)       |
| Сметана весовая (кг)                   | Кофе чибо голд, 47,5г, (шт)            | Какао "золотой якорь", пак, (шт)            |
| Творог весовой (кг)                    | Кофе чибо голд 95г, (шт)               | Мойва х/к, (кг)                             |
| Кефир, 1л-бут, (шт)                    | Кофе гранд премиум 100г, (шт)          | Палочки куриные, (кг)                       |
| Ряженка, 1л-бут, (шт)                  | Кофе нескафе голд 47,5г, (шт)          | Сок фруктовый сад, 1л-пак, (шт)             |
| Сывор, 1л-бут, (шт)                    | Чай акбар, 25 пак, (шт)                | Чай корона российской империи 25п, (шт)     |
| Пиво жигулевское, 1,5л-бут, (шт)       | Чай гордон, 25 пак, (шт)               | Чай корона российской империи, 200г, (шт)   |
| Пиво жигулевское, 2,5л-бут, (шт)       | Лисма "индийский", 25 пак, (шт)        | Чай корона российской империи 85г, (шт)     |
| Пиво Дон живое, 1,5л-бут, (шт)         | Кофе гранд, 50г, (шт)                  | Пиво ячменный колос крепкое, 2,5л-бут, (шт) |
| Пиво Дон живое, 2,5л-бут, (шт)         | Какао "фунтик", пак, (шт)              | Пиво ячменный колос крепкое, 1,5л-бут, (шт) |
| Пиво балтика 7, ст/б, (шт)             | Чай бэта, мята-лимон, (шт)             | Пиво ячменный колос светлое, 1,5л-бут, (шт) |
| Пиво балтика 9, ст/б, (шт)             | Чай нури, 25пак, (шт)                  | Пиво ячменный колос светлое, 2,5л-бут, (шт) |
| Горячий ключ, 1,5л-бут, (шт)           | Семечки "по-братски" 50г, (шт)         | Пиво балтика "№3" с/б, (шт)                 |
| Сок фруктовый сад, 0,5л-пак, (шт)      | Чай ява, 25 пак, (шт)                  | Пиво белый медведь светлое, 2л-бут, (шт)    |
| Горячий ключ 1,4л-бут, (шт)            | Семечки "кукусики", пак, (шт)          | Пиво белый медведь светлое, 1,5-бут, (шт)   |
| Горячий ключ "ручеек", 1,5л-бут, (шт)  | Чай "гита", 25пак, (шт)                | Пиво белый медведь крепкое, 1.5л-бут, (шт)  |
| Соль, (кг)                             | Китекат сухой, (кг)                    | Пиво оболонь, 1л-бут, (шт)                  |
| Уксус 9%, 0,5л-бут, (шт)               | Чаппи сухой, (кг)                      | Пепси, 0,33л, банка, (шт)                   |
| Сыр янтарный, воронеж, (шт)            | Вискас сухой, (кг)                     | Капуста, (кг)                               |
| Икра мойвы №2, (бан)                   | Окорочка замороженные, (кг)            | Яйцо куриное, (шт)                          |
| Сыр "российский", гадяч, (кг)          | Вода, 5л-бут, (шт)                     | Мука, (кг)                                  |
| Сыр колбасный, (кг)                    | Кофе пеле, 50г, (шт)                   | Уксус 6%, 0,5л-бут, (шт)                    |
| Перец черный молотый, пак, (шт)        | Кофе якобс монарх 95г, (шт)            | Сахар, (кг)                                 |
| Сигареты винстон легкие, (пач)         | Кофе жардин, 95г, (шт)                 | Бананы, (кг)                                |
| Сигареты петр 8, (пач)                 | Багбир, 5л-бут, (шт)                   | Апельсины, (кг)                             |
| Сигареты альянс, (пач)                 | Пельмени домашние 0,9кг, (шт)          | Сок фруктовый сад, 2л-пак, (шт)             |
| Сигареты альянс, легкие, (пач)         | Бульон "ролтон" куриный, пак, (шт)     | Сок фруктовый сад, 0,2л-пак, (шт)           |
| Сигареты максим, (пач)                 | Ролтон яичная лапша, пак, (шт)         | Помидоры, (кг)                              |
| Сигареты донской табак, светлый, (пач) | Горошек "лорадо", банка, (шт)          | Сок "мой", 0,2л-пак, (шт)                   |
| Сигареты донской табак темный, (пач)   | Горошек "высший сорт", банка, (шт)     | Сок "мой", 1л-пак, (шт)                     |
| Сигареты бонд, легкие, (пач)           | Кукуруза "лорадо", банка, (шт)         | Вода "арома юг", 1,5л-бут, (шт)             |
| Сигареты святой георгий, легкие, (пач) | Кофе нескафе классик, 30пак, (шт)      | Туалетная бумага "обухов", (шт)             |
| Сигареты гламур 3, (пач)               | Кофе "кофе клуб", 3в1, (шт)            | Пакет "благодарим за покупку", (шт)         |
| Сигареты гламур 5, (пач)               | Кофе "московский", 100г, (шт)          | Изюм иранский, (кг)                         |
| Сигареты русский стиль, легкие, (пач)  | Кофе "московский", 50г, (шт)           | Изюм, (кг)                                  |
| Сигареты честерфилд, легкие, (пач)     | Кофе "якобс монарх", 50г, (шт)         | Огурцы, (кг)                                |
| Сигареты наша марка, мягкая, (пач)     | Кофе "лебо", 100г, (шт)                | Майонез "шайба" 220г, (шт)                  |
| Сигареты наша марка, твердая, (пач)    | Чай "тесс", лайм, 25 пак, (шт)         |   |
| Спички, (шт)                           | Рафинад, 300г, (шт)                    |   |
| Картофель, (кг)                        | Рафинад, 500г, (шт)                    |   |
| Морковь, (кг)                          | Чай "бэта", асам, 25 пак, (шт)         |   |
| Лук, (кг)                              | Чай "гринфилд", ройбош, 25 пак, (шт)   |   |
| Сельдь с/с, (кг)                       | Чай "гринфилд", камомайл, 25 пак, (шт) |   |
|  | Чай "гринфилд", лотос, 25 пак, (шт)    |   |

### 8.3. Формализация предметной области

На этапе формализации предметной области (постановки задачи), исходя из результатов когнитивной структуризации, было осуществлено проектирование структуры и состава исходных данных.

2.1. Исходные данные запланированного состава *были получены* в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации. В нашем случае этой организацией выступила торговая фирма, название которой мы не приводим в связи с конфиденциаль-

ностью предоставленной ей информации. В полученной базе данных представлены ежемесячные данные о прибыли и рентабельности фирмы за 2006-2009 годы, а также объемах реализации товаров по приведенной выше номенклатуре. Этого достаточно для целей данной работы, за что авторы благодарны руководству данной фирмы.

2.2. Была разработана стандартная Excel-форма для представления исходных данных (таблица 41), в которой и были получены данные

**Таблица 41 – Исходные данные (фрагмент)**

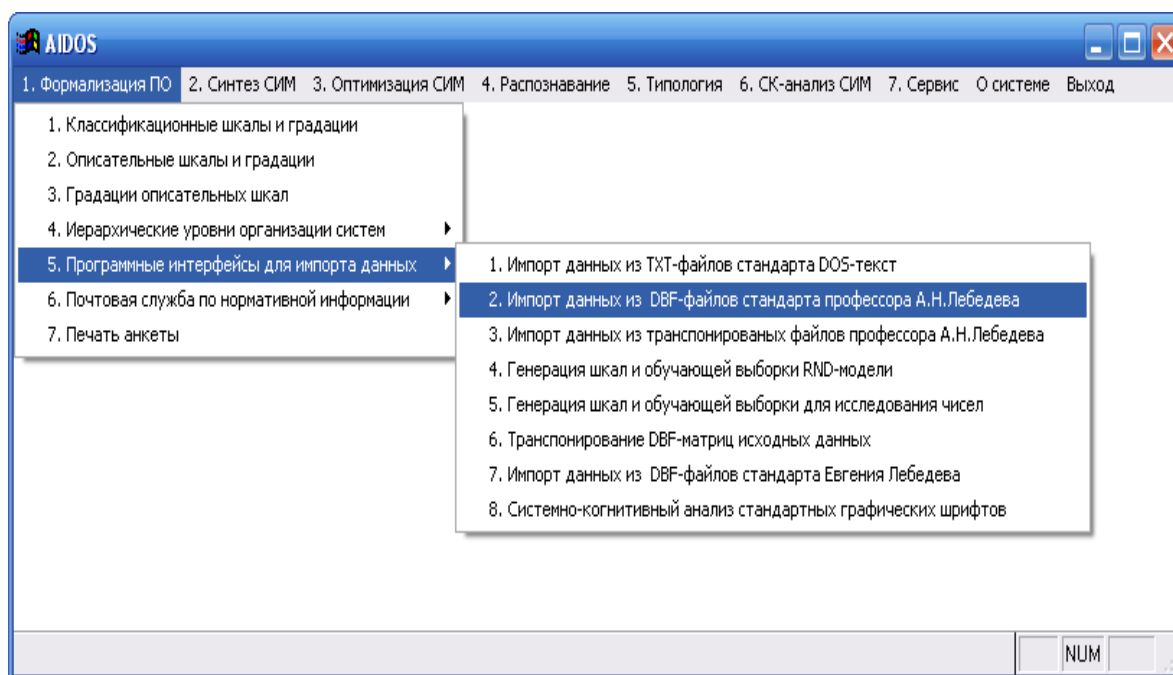
| Период         | Прибыль за месяц (Тыс. руб.) | Рентабельность, % | Молоко, 1л-бут, (шт) | Сметана весовая (кг) | Творог весовой (кг) | Кефир, 1л-бут, (шт) | Ряженка, 1л-бут, (шт) | Сыворотка, 1л-бут, (шт) | Пиво жигулевское, 1,5л-бут, (шт) | Пиво жигулевское, 2,5л-бут, (шт) | Пиво Дон живое, 1,5л-бут, (шт) | Пиво Дон живое, 2,5л-бут, (шт) | Пиво Балтика 7, ст/б, (шт) | Пиво Балтика 9, ст/б, (шт) | Горячий ключ, 1,5л-бут, (шт) | Сок фруктовый сад, 0,5л-пак, (шт) | Горячий ключ 1,4л-бут, (шт) | Горячий ключ "ручеек", 1,5л-бут, (шт) |
|----------------|------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Январь 2009г   | 83767                        | 0,68              | 224                  | 30                   | 12                  | 88                  | 43                    | 26                      | 39                               | 93                               | 43                             | 58                             | 28                         | 24                         | 150                          | 52                                | 33                          | 60                                    |
| Февраль 2009г  | 100445                       | 0,72              | 60                   | 25                   | 8                   | 37                  | 36                    | 30                      | 12                               | 13                               | 9                              | 25                             | 50                         | 40                         | 120                          | 48                                | 19                          | 60                                    |
| Март 2009г     | 108689                       | 0,74              | 24                   | 60                   | 18                  | 29                  | 21                    | 18                      | 48                               | 60                               | 46                             | 60                             | 25                         | 20                         | 120                          | 48                                | 19                          | 60                                    |
| Апрель 2009г   | 73803                        | 0,64              | 33                   | 35                   | 4                   | 34                  | 41                    | 90                      | 12                               | 13                               | 9                              | 25                             | 50                         | 40                         | 120                          | 48                                | 19                          | 60                                    |
| Май 2009г      | 107765                       | 0,74              | 36                   | 34                   | 6                   | 37                  | 24                    | 43                      | 49                               | 91                               | 56                             | 113                            | 78                         | 20                         | 390                          | 48                                | 43                          | 60                                    |
| Июнь 2009г     | 129372                       | 0,78              | 84                   | 46                   | 15                  | 40                  | 56                    | 102                     | 46                               | 75                               | 92                             | 130                            | 50                         | 40                         | 744                          | 48                                | 83                          | 169                                   |
| Июль 2009г     | 154046                       | 0,81              | 33                   | 35                   | 4                   | 34                  | 41                    | 90                      | 59                               | 128                              | 103                            | 194                            | 79                         | 40                         | 828                          | 48                                | 90                          | 15                                    |
| Август 2009г   | 124977                       | 0,77              | 40                   | 35                   | 8                   | 33                  | 22                    | 30                      | 39                               | 173                              | 96                             | 161                            | 104                        | 40                         | 402                          | 52                                | 42                          | 60                                    |
| Сентябрь 2009г | 136403                       | 0,79              | 60                   | 25                   | 8                   | 37                  | 36                    | 30                      | 129                              | 122                              | 122                            | 173                            | 74                         | 20                         | 522                          | 52                                | 64                          | 44                                    |
| Октябрь 2009г  | 122202                       | 0,77              | 40                   | 35                   | 8                   | 33                  | 22                    | 30                      | 39                               | 173                              | 96                             | 161                            | 104                        | 40                         | 402                          | 52                                | 42                          | 60                                    |
| Ноябрь 2009г   | 154432                       | 0,79              | 125                  | 31                   | 3                   | 40                  | 37                    | 30                      | 26                               | 64                               | 8                              | 123                            | 54                         | 40                         | 270                          | 48                                | 33                          | 169                                   |
| Декабрь 2009г  | 158738                       | 0,81              | 234                  | 35                   | 13                  | 54                  | 41                    | 6                       | 58                               | 147                              | 91                             | 189                            | 54                         | 22                         | 480                          | 52                                | 10                          | 60                                    |
| Январь 2008г   | 71661                        | 0,66              | 202                  | 27                   | 10                  | 79                  | 38                    | 2                       | 35                               | 83                               | 39                             | 52                             | 25                         | 22                         | 135                          | 47                                | 29                          | 54                                    |
| Февраль 2008г  | 86470                        | 0,70              | 54                   | 3                    | 7                   | 33                  | 32                    | 4                       | 11                               | 12                               | 8                              | 22                             | 45                         | 36                         | 108                          | 43                                | 17                          | 54                                    |
| Март 2008г     | 91441                        | 0,71              | 22                   | 6                    | 16                  | 26                  | 19                    | 16                      | 43                               | 54                               | 41                             | 54                             | 22                         | 18                         | 108                          | 43                                | 17                          | 54                                    |
| Апрель 2008г   | 64753                        | 0,63              | 30                   | 4                    | 3                   | 30                  | 37                    | 81                      | 11                               | 12                               | 8                              | 22                             | 45                         | 36                         | 108                          | 43                                | 17                          | 54                                    |
| Май 2008г      | 91750                        | 0,71              | 33                   | 3                    | 5                   | 33                  | 21                    | 39                      | 44                               | 82                               | 51                             | 102                            | 70                         | 18                         | 351                          | 43                                | 39                          | 54                                    |
| Июнь 2008г     | 110703                       | 0,75              | 76                   | 5                    | 13                  | 36                  | 50                    | 92                      | 42                               | 68                               | 83                             | 117                            | 45                         | 36                         | 670                          | 43                                | 75                          | 152                                   |
| Июль 2008г     | 133372                       | 0,78              | 30                   | 4                    | 3                   | 30                  | 37                    | 81                      | 53                               | 115                              | 93                             | 175                            | 71                         | 36                         | 745                          | 43                                | 81                          | 14                                    |
| Август 2008г   | 107209                       | 0,74              | 36                   | 4                    | 7                   | 30                  | 20                    | 27                      | 35                               | 156                              | 86                             | 145                            | 94                         | 36                         | 362                          | 47                                | 37                          | 54                                    |
| Сентябрь 2008г | 117933                       | 0,76              | 54                   | 3                    | 7                   | 33                  | 32                    | 27                      | 116                              | 110                              | 110                            | 156                            | 67                         | 18                         | 470                          | 47                                | 57                          | 40                                    |
| Октябрь 2008г  | 104712                       | 0,74              | 36                   | 4                    | 7                   | 30                  | 20                    | 27                      | 35                               | 156                              | 86                             | 145                            | 94                         | 36                         | 362                          | 47                                | 37                          | 54                                    |
| Ноябрь 2008г   | 93278                        | 0,71              | 113                  | 3                    | 3                   | 36                  | 34                    | 27                      | 23                               | 58                               | 7                              | 111                            | 49                         | 36                         | 243                          | 43                                | 29                          | 152                                   |
| Декабрь 2008г  | 137595                       | 0,79              | 211                  | 4                    | 11                  | 49                  | 37                    | 5                       | 52                               | 133                              | 82                             | 171                            | 49                         | 20                         | 432                          | 47                                | 9                           | 54                                    |
| Январь 2007г   | 64396                        | 0,68              | 188                  | 25                   | 10                  | 74                  | 36                    | 22                      | 33                               | 78                               | 36                             | 49                             | 24                         | 20                         | 126                          | 44                                | 27                          | 50                                    |
| Февраль 2007г  | 78219                        | 0,68              | 50                   | 2                    | 7                   | 31                  | 30                    | 25                      | 10                               | 11                               | 8                              | 21                             | 42                         | 34                         | 101                          | 40                                | 16                          | 50                                    |
| Март 2007г     | 82859                        | 0,69              | 20                   | 6                    | 15                  | 25                  | 18                    | 15                      | 40                               | 50                               | 38                             | 50                             | 21                         | 17                         | 101                          | 40                                | 16                          | 50                                    |
| Апрель 2007г   | 57950                        | 0,61              | 28                   | 3                    | 3                   | 28                  | 35                    | 76                      | 10                               | 11                               | 8                              | 21                             | 42                         | 34                         | 101                          | 40                                | 16                          | 50                                    |
| Май 2007г      | 83147                        | 0,69              | 31                   | 3                    | 5                   | 31                  | 20                    | 36                      | 41                               | 76                               | 47                             | 95                             | 66                         | 17                         | 328                          | 40                                | 36                          | 50                                    |
| Июнь 2007г     | 100836                       | 0,73              | 71                   | 4                    | 12                  | 34                  | 47                    | 86                      | 39                               | 63                               | 78                             | 109                            | 42                         | 34                         | 625                          | 40                                | 70                          | 142                                   |
| Июль 2007г     | 121944                       | 0,77              | 28                   | 3                    | 3                   | 28                  | 35                    | 76                      | 50                               | 108                              | 87                             | 163                            | 67                         | 34                         | 696                          | 40                                | 75                          | 13                                    |
| Август 2007г   | 97576                        | 0,72              | 33                   | 3                    | 7                   | 28                  | 19                    | 25                      | 33                               | 145                              | 80                             | 135                            | 87                         | 34                         | 338                          | 44                                | 35                          | 50                                    |
| Сентябрь 2007г | 107584                       | 0,74              | 50                   | 2                    | 7                   | 31                  | 30                    | 25                      | 109                              | 102                              | 102                            | 145                            | 62                         | 17                         | 438                          | 44                                | 54                          | 37                                    |
| Октябрь 2007г  | 95245                        | 0,72              | 33                   | 3                    | 7                   | 28                  | 19                    | 25                      | 33                               | 145                              | 80                             | 135                            | 87                         | 34                         | 338                          | 44                                | 35                          | 50                                    |
| Ноябрь 2007г   | 83152                        | 0,69              | 105                  | 3                    | 2                   | 33                  | 31                    | 25                      | 22                               | 54                               | 7                              | 105                            | 46                         | 34                         | 227                          | 40                                | 27                          | 142                                   |
| Декабрь 2007г  | 12935                        | 0,77              | 197                  | 3                    | 11                  | 45                  | 34                    | 5                       | 49                               | 124                              | 77                             | 159                            | 46                         | 19                         | 403                          | 44                                | 9                           | 50                                    |
| Январь 2006г   | 57278                        | 0,61              | 175                  | 23                   | 9                   | 69                  | 33                    | 21                      | 31                               | 72                               | 34                             | 45                             | 22                         | 19                         | 117                          | 41                                | 25                          | 47                                    |
| Февраль 2006г  | 70133                        | 0,65              | 47                   | 2                    | 6                   | 29                  | 28                    | 23                      | 10                               | 10                               | 7                              | 19                             | 39                         | 31                         | 94                           | 37                                | 15                          | 47                                    |

2.3. Исходные данные из Excel-формы, представленной в таблице 14, были преобразованы средствами Excel в стандартную для программного интерфейса \_152 системы "Эйдос" электронную Excel-форму, которая отличается от приведенной в таблице 14 отсутствием горизонтальной шапки и обратным порядком строк.

2.4. На этапе контроля достоверности исходных данных было обнаружено, что в исходной базе данных некоторые значения приведены в различных единицах измерения, что и было исправлено.

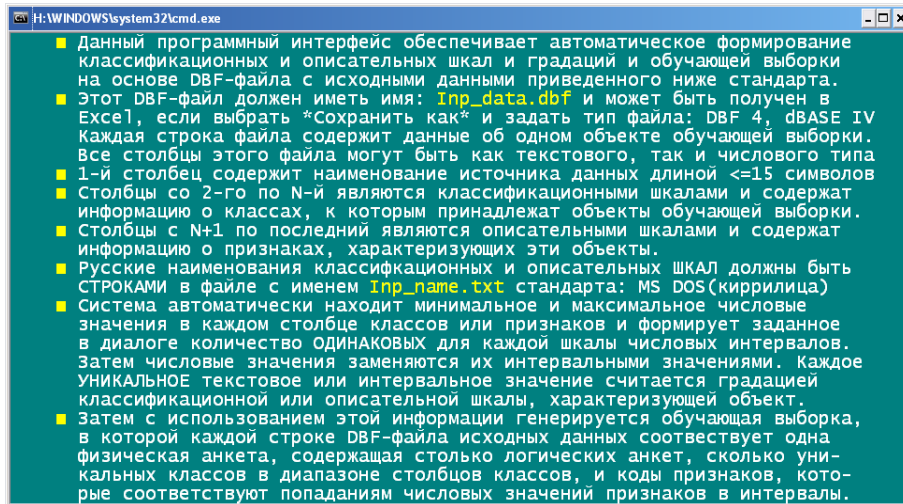
2.5. Затем Excel-форма, приведенная на таблице 14 с применением sCalc из пакета OpenOffice была записана в стандарте DBF MS DOS-кириллица с именем Inp\_data.dbf. Информация ее шапки была представлена в виде отдельного текстового файла стандарта MS DOS с именем: Inp\_name.txt. Для этого шапка была скопирована из Excel в MS Word, затем таблица преобразована в текст с концом абзаца после каждого заголовка столбца, текст был выровнен по левому краю и 1-е буквы сделаны большими, как в предложениях.

Все это сделано в соответствии с требованиями стандартного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных: режим \_152. Экранная форма вызова данного программного интерфейса приведена на рисунке 52, help режима приведен на рисунке 53, экранные формы самого программного интерфейса \_152 приведены на рисунках 54 и 55.

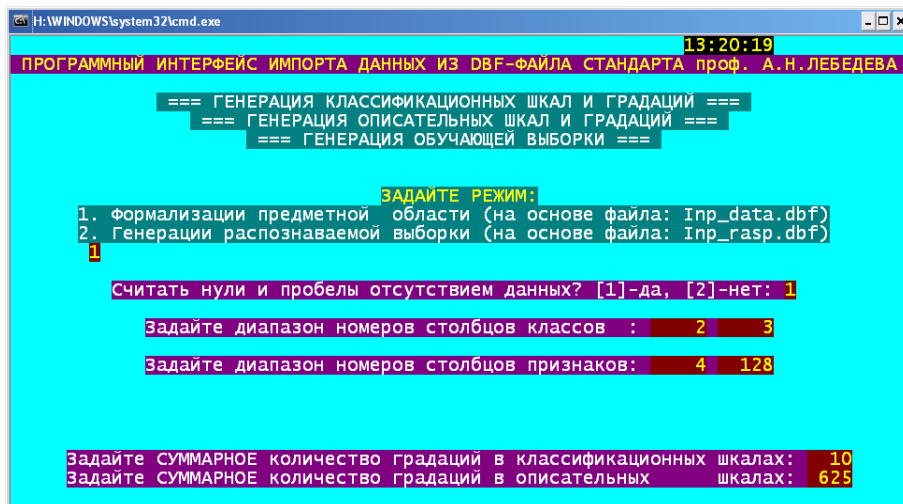


**Рисунок 52. Экранная форма вызова режима \_152 системы «Эйдос».**





**Рисунок 53. Требования стандартного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных: режим \_152**



**Рисунок 54. Первая экранная форма режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**



**Рисунок 55. Вторая экранная форма режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

В результате работы данного программного интерфейса *автоматически* получаются исходный справочник классов распознавания, справочник признаков, а также обучающая выборка, представляющая собой закодированные в соответствии с этими справочниками строки из таблицы 41 (таблица 42 – таблица 45):

**Таблица 42 – Справочник классов  
(интервальные значения классификационных шкал)**

| KOD | NAME  |
|-----|---|
| 1   | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЫС.РУБ.): {12935.00, 42095.60}   |
| 2   | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЫС.РУБ.): {42095.60, 71256.20}   |
| 3   | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЫС.РУБ.): {71256.20, 100416.80}  |
| 4   | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЫС.РУБ.): {100416.80, 129577.40} |
| 5   | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЫС.РУБ.): {129577.40, 158738.00} |
| 6   | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {58.00, 62.60}                    |
| 7   | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {62.60, 67.20}                    |
| 8   | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {67.20, 71.80}                    |
| 9   | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {71.80, 76.40}                    |
| 10  | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {76.40, 81.00}                    |

**Таблица 43 – Справочник наименований факторов  
(описательных шкал)**

| KOD | NAME                                   |
|-----|--|
| 1   | МОЛОКО, 1Л-БУТ, (ШТ)                   |
| 2   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ)                   |
| 3   | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ)                    |
| 4   | КЕФИР, 1Л-БУТ,(ШТ)                     |
| 5   | РЯЖЕНКА, 1Л-БУТ, (ШТ)                  |
| 6   | СЫВОР, 1Л-БУТ, (ШТ)                    |
| 7   | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ)       |
| 8   | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ)       |
| 9   | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ)         |
| 10  | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ)         |
| 11  | ПИВО БАЛТИКА 7, СТ/Б, (ШТ)             |
| 12  | ПИВО БАЛТИКА 9, СТ/Б, (ШТ)             |
| 13  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ)           |
| 14  | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ)      |
| 15  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ)            |
| 16  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ "РУЧЕЕК", 1,5Л-БУТ, (ШТ)  |
| 17  | СОЛЬ, (КГ)                             |
| 18  | УКСУС 9%,0,5Л-БУТ, (ШТ)                |
| 19  | СЫР ЯНТАРНЫЙ,ВОРОНЕЖ, (ШТ)             |
| 20  | ИКРА МОЙВЫ №2, (БАН)                   |
| 21  | СЫР "РОССИЙСКИЙ", ГАДЯЧ, (КГ)          |
| 22  | СЫР КОЛБАСНЫЙ, (КГ)                    |
| 23  | ПЕРЕЦ ЧЕРНЫЙ МОЛОТЫЙ, ПАК, (ШТ)        |
| 24  | СИГАРЕТЫ ВИНСТОН ЛЕГКИЕ, (ПАЧ)         |
| 25  | СИГАРЕТЫ ПЕТР 8, (ПАЧ)                 |
| 26  | СИГАРЕТЫ АЛЬЯНС, (ПАЧ)                 |
| 27  | СИГАРЕТЫ АЛЬЯНС, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ)         |
| 28  | СИГАРЕТЫ МАКСИМ, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ)         |
| 29  | СИГАРЕТЫ МАКСИМ, (ПАЧ)                 |
| 30  | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК, СВЕТЛЫЙ, (ПАЧ) |
| 31  | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК ТЕМНЫЙ, (ПАЧ)   |
| 32  | СИГАРЕТЫ БОНД, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ)           |
| 33  | СИГАРЕТЫ СВЯТОЙ ГЕОРГИЙ, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ) |
| 34  | СИГАРЕТЫ ГЛАМУР 3, (ПАЧ)               |
| 35  | СИГАРЕТЫ ГЛАМУР 5, (ПАЧ)               |
| 36  | СИГАРЕТЫ РУССКИЙ СТИЛЬ, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ)  |
| 37  | СИГАРЕТЫ ЧЕСТЕРФИЛД, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ)     |
| 38  | СИГАРЕТЫ НАША МАРКА, МЯГКАЯ, (ПАЧ)     |
| 39  | СИГАРЕТЫ НАША МАРКА, ТВЕРДАЯ, (ПАЧ)    |
| 40  | СПИЧКИ, (ШТ)                           |
| 41  | КАРТОФЕЛЬ, (КГ)                        |
| 42  | МОРКОВЬ, (КГ)                          |
| 43  | ЛУК,(КГ)                               |
| 44  | СЕЛЬДЬ С/С, (КГ)                       |
| 45  | ХАМСА С/С, (КГ)                        |
| 46  | КОФЕ ЧИБО ГОЛД, 47,5Г, (ШТ)            |
| 47  | КОФЕ ЧИБО ГОЛД 95Г, (ШТ)               |
| 48  | КОФЕ ГРАНД ПРЕМИУМ 100Г, (ШТ)          |
| 49  | КОФЕ НЕСКАФЕ ГОЛД 47.5Г, (ШТ)          |
| 50  | ЧАЙ АКБАР, 25 ПАК, (ШТ)                |
| 51  | ЧАЙ ГОРДОН, 25 ПАК, (ШТ)               |
| 52  | ЛИСМА "ИНДИЙСКИЙ", 25 ПАК, (ШТ)        |
| 53  | КОФЕ ГРАНД, 50Г, (ШТ)                  |
| 54  | КАКАО "ФУНТИК", ПАК, (ШТ)              |
| 55  | ЧАЙ БЭТА, МЯТА-ЛИМОН, (ШТ)             |
| 56  | ЧАЙ НУРИ, 25ПАК, (ШТ)                  |
| 57  | СЕМЕЧКИ "ПО-БРАТСКИ" 50Г, (ШТ)         |
| 58  | ЧАЙ ЯВА, 25 ПАК, (ШТ)                  |
| 59  | СЕМЕЧКИ "КУКУСИКИ", ПАК, (ШТ)          |
| 60  | ЧАЙ "ГИТА", 25ПАК, (ШТ)                |
| 61  | КИТЕКАТ СУХОЙ, (КГ)                    |
| 62  | ЧАППИ СУХОЙ, (КГ)                      |
| 63  | ВИСКАС СУХОЙ, (КГ)                     |
| 64  | ОКОРОЧКА ЗАМОРОЖЕННЫЕ, (КГ)            |
| 65  | ВОДА, 5Л-БУТ, (ШТ)                     |
| 66  | КОФЕ ПЕЛЕ, 50Г, (ШТ)                   |
| 67  | КОФЕ ЯКОБС МОНАРХ 95Г, (ШТ)            |
| 68  | КОФЕ ЖАРДИН, 95Г, (ШТ)                 |
| 69  | БАГБИР, 5Л-БУТ, (ШТ)                   |
| 70  | ПЕЛЬМЕНИ ДОМАШНИЕ 0,9КГ, (ШТ)          |
| 71  | БУЛЬОН "РОЛТОН" КУРИНЫЙ, ПАК, (ШТ)     |
| 72  | РОЛТОН ЯИЧНАЯ ЛАПША, ПАК, (ШТ)         |
| 73  | ГОРОШЕК "ЛОРАДО", БАНКА, (ШТ)          |
| 74  | ГОРОШЕК "ВЫСШИЙ СОРТ", БАНКА, (ШТ)     |
| 75  | КУКУРУЗА "ЛОРАДО", БАНКА, (ШТ)         |
| 76  | КОФЕ НЕСКАФЕ КЛАССИК, 30ПАК, (ШТ)      |
| 77  | КОФЕ "КОФЕ КЛАБ", 3В1, (ШТ)            |

|     |   |
|-----|---|
| 78  | КОФЕ "МОСКОВСКИЙ", 100Г, (ШТ)               |
| 79  | КОФЕ "МОСКОВСКИЙ", 50Г, (ШТ)                |
| 80  | КОФЕ "ЯКОБС МОНАРХ", 50Г, (ШТ)              |
| 81  | КОФЕ "ЛЕБО", 100Г, (ШТ)                     |
| 82  | ЧАЙ "ТЕСС", ЛАЙМ, 25 ПАК, (ШТ)              |
| 83  | РАФИНАД, 300Г, (ШТ)                         |
| 84  | РАФИНАД, 500Г, (ШТ)                         |
| 85  | ЧАЙ "БЭТА", АСАМ, 25 ПАК, (ШТ)              |
| 86  | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", РОЙБОШ, 25 ПАК, (ШТ)        |
| 87  | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", КАМОМАЙЛ, 25 ПАК, (ШТ)      |
| 88  | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", ЛОТОС, 25 ПАК, (ШТ)         |
| 89  | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", МЕЛИССА, 25 ПАК, (ШТ)       |
| 90  | КАКАО "ЗОЛОТОЙ ЯКОРЬ", ПАК, (ШТ)            |
| 91  | МОЙВА Х/К, (КГ)                             |
| 92  | ПАЛОЧКИ КУРИНЫЕ, (КГ)                       |
| 93  | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 1Л-ПАК, (ШТ)             |
| 94  | ЧАЙ КОРОНА РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ 25П, (ШТ)     |
| 95  | ЧАЙ КОРОНА РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ, 200Г, (ШТ)   |
| 96  | ЧАЙ КОРОНА РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ 85Г, (ШТ)     |
| 97  | ПИВО ЯЧМЕННЫЙ КОЛОС КРЕПКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ) |
| 98  | ПИВО ЯЧМЕННЫЙ КОЛОС КРЕПКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ) |
| 99  | ПИВО ЯЧМЕННЫЙ КОЛОС СВЕТЛОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ) |
| 100 | ПИВО ЯЧМЕННЫЙ КОЛОС СВЕТЛОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ) |
| 101 | ПИВО БАЛТИКА "№3" С/Б, (ШТ)                 |
| 102 | ПИВО БЕЛЫЙ МЕДВЕДЬ СВЕТЛОЕ, 2Л-БУТ, (ШТ)    |

|     |  |
|-----|--|
| 103 | ПИВО БЕЛЫЙ МЕДВЕДЬ СВЕТЛОЕ, 1,5-БУТ, (ШТ)  |
| 104 | ПИВО БЕЛЫЙ МЕДВЕДЬ КРЕПКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ) |
| 105 | ПИВО ОБОЛОНЬ, 1Л-БУТ, (ШТ)                 |
| 106 | ПЕПСИ, 0.33Л, БАНКА, (ШТ)                  |
| 107 | КАПУСТА, (КГ)                              |
| 108 | ЯЙЦО КУРИНОЕ, (ШТ)                         |
| 109 | МУКА, (КГ)                                 |
| 110 | УКСУС 6%, 0,5Л-БУТ, (ШТ)                   |
| 111 | САХАР, (КГ)                                |
| 112 | БАНАНЫ, (КГ)                               |
| 113 | АПЕЛЬСИНЫ, (КГ)                            |
| 114 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 2Л-ПАК, (ШТ)            |
| 115 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,2Л-ПАК, (ШТ)          |
| 116 | ПОМИДОРЫ, (КГ)                             |
| 117 | СОК "МОЙ", 0,2Л-ПАК, (ШТ)                  |
| 118 | СОК "МОЙ", 1Л-ПАК, (ШТ)                    |
| 119 | ВОДА "АРОМА ЮГ", 1,5Л-БУТ, (ШТ)            |
| 120 | ТУАЛЕТНАЯ БУМАГА "ОБУХОВ", (ШТ)            |
| 121 | ПАКЕТ "БЛАГОДАРИМ ЗА ПОКУПКУ", (ШТ)        |
| 122 | ИЗЮМ ИРАНСКИЙ, (КГ)                        |
| 123 | ИЗЮМ, (КГ)                                 |
| 124 | ОГУРЦЫ, (КГ)                               |
| 125 | МАЙОНЕЗ "ШАЙБА" 220Г, (ШТ)                 |

**Таблица 44 – Справочник наименований  
интервальных значений факторов  
(градаций описательных шкал) (фрагмент)**

| KOD | NAME   |
|-----|--|
| 1   | МОЛОКО, 1Л-БУТ, (ШТ): {19.00, 62.00}               |
| 2   | МОЛОКО, 1Л-БУТ, (ШТ): {62.00, 105.00}              |
| 3   | МОЛОКО, 1Л-БУТ, (ШТ): {105.00, 148.00}             |
| 4   | МОЛОКО, 1Л-БУТ, (ШТ): {148.00, 191.00}             |
| 5   | МОЛОКО, 1Л-БУТ, (ШТ): {191.00, 234.00}             |
| 6   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {2.00, 13.60}                |
| 7   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {13.60, 25.20}               |
| 8   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {25.20, 36.80}               |
| 9   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {36.80, 48.40}               |
| 10  | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {48.40, 60.00}               |
| 11  | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ): {2.00, 5.20}                  |
| 12  | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ): {5.20, 8.40}                  |
| 13  | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ): {8.40, 11.60}                 |
| 14  | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ): {11.60, 14.80}                |
| 15  | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ): {14.80, 18.00}                |
| 16  | КЕФИР, 1Л-БУТ, (ШТ): {23.00, 36.00}                |
| 17  | КЕФИР, 1Л-БУТ, (ШТ): {36.00, 49.00}                |
| 18  | КЕФИР, 1Л-БУТ, (ШТ): {49.00, 62.00}                |
| 19  | КЕФИР, 1Л-БУТ, (ШТ): {62.00, 75.00}                |
| 20  | КЕФИР, 1Л-БУТ, (ШТ): {75.00, 88.00}                |
| 21  | РЯЖЕНКА, 1Л-БУТ, (ШТ): {16.00, 24.00}              |
| 22  | РЯЖЕНКА, 1Л-БУТ, (ШТ): {24.00, 32.00}              |
| 23  | РЯЖЕНКА, 1Л-БУТ, (ШТ): {32.00, 40.00}              |
| 24  | РЯЖЕНКА, 1Л-БУТ, (ШТ): {40.00, 48.00}              |
| 25  | РЯЖЕНКА, 1Л-БУТ, (ШТ): {48.00, 56.00}              |
| 26  | СЫВОР, 1Л-БУТ, (ШТ): {2.00, 22.00}                 |
| 27  | СЫВОР, 1Л-БУТ, (ШТ): {22.00, 42.00}                |
| 28  | СЫВОР, 1Л-БУТ, (ШТ): {42.00, 62.00}                |
| 29  | СЫВОР, 1Л-БУТ, (ШТ): {62.00, 82.00}                |
| 30  | СЫВОР, 1Л-БУТ, (ШТ): {82.00, 102.00}               |
| 31  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {10.00, 33.80}   |
| 32  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {33.80, 57.60}   |
| 33  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {57.60, 81.40}   |
| 34  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {81.40, 105.20}  |
| 35  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {105.20, 129.00} |
| 36  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {10.00, 42.60}   |
| 37  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {42.60, 75.20}   |
| 38  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {75.20, 107.80}  |
| 39  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {107.80, 140.40} |

|    |  |
|----|--|
| 40 | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {140.40, 173.00}     |
| 41 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {6.00, 29.20}          |
| 42 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {29.20, 52.40}         |
| 43 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {52.40, 75.60}         |
| 44 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {75.60, 98.80}         |
| 45 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {98.80, 122.00}        |
| 46 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {19.00, 54.00}         |
| 47 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {54.00, 89.00}         |
| 48 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {89.00, 124.00}        |
| 49 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {124.00, 159.00}       |
| 50 | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {159.00, 194.00}       |
| 51 | ПИВО БАЛТИКА 7, СТ/Б, (ШТ): {19.00, 36.00}             |
| 52 | ПИВО БАЛТИКА 7, СТ/Б, (ШТ): {36.00, 53.00}             |
| 53 | ПИВО БАЛТИКА 7, СТ/Б, (ШТ): {53.00, 70.00}             |
| 54 | ПИВО БАЛТИКА 7, СТ/Б, (ШТ): {70.00, 87.00}             |
| 55 | ПИВО БАЛТИКА 7, СТ/Б, (ШТ): {87.00, 104.00}            |
| 56 | ПИВО БАЛТИКА 9, СТ/Б, (ШТ): {16.00, 20.80}             |
| 57 | ПИВО БАЛТИКА 9, СТ/Б, (ШТ): {20.80, 25.60}             |
| 58 | ПИВО БАЛТИКА 9, СТ/Б, (ШТ): {25.60, 30.40}             |
| 59 | ПИВО БАЛТИКА 9, СТ/Б, (ШТ): {30.40, 35.20}             |
| 60 | ПИВО БАЛТИКА 9, СТ/Б, (ШТ): {35.20, 40.00}             |
| 61 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {94.00, 240.80}          |
| 62 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {240.80, 387.60}         |
| 63 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {387.60, 534.40}         |
| 64 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {534.40, 681.20}         |
| 65 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {681.20, 828.00}         |
| 66 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {37.00, 40.00}      |
| 67 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {40.00, 43.00}      |
| 68 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {43.00, 46.00}      |
| 69 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {46.00, 49.00}      |
| 70 | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {49.00, 52.00}      |
| 71 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {8.00, 24.40}             |
| 72 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {24.40, 40.80}            |
| 73 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {40.80, 57.20}            |
| 74 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {57.20, 73.60}            |
| 75 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {73.60, 90.00}            |
| 76 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ "РУЧЕЕК", 1,5Л-БУТ, (ШТ): {12.00, 43.40}  |
| 77 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ "РУЧЕЕК", 1,5Л-БУТ, (ШТ): {43.40, 74.80}  |
| 78 | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ "РУЧЕЕК", 1,5Л-БУТ, (ШТ): {74.80, 106.20} |

**Таблица 45 – АНКЕТА обучающей выборки № 1**

01-05-10 13:44:19

г. Краснодар

| Код                      | Наименования классов распознавания                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2                        | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЫС.РУБ.): {42095.60, 71256.20} |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 6                        | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {58.00, 62.60}                  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Коды первичных признаков |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 4                        | 7   | 13  | 19  | 23  | 26  | 31  | 37  | 42  | 46  | 51  | 61  | 67  | 72  | 77  |
| 81                       | 86  | 91  | 96  | 102 | 106 | 111 | 121 | 127 | 131 | 137 | 142 | 148 | 151 | 158 |
| 163                      | 169   | 171 | 182 | 186 | 191 | 196 | 202 | 206 | 214 | 216 | 221 | 227 | 232 | 244 |
| 246                      | 251   | 256 | 261 | 268 | 272 | 273 | 279 | 281 | 288 | 296 | 301 | 306 | 311 | 317 |
| 322                      | 326   | 331 | 337 | 341 | 347 | 356 | 361 | 366 | 371 | 376 | 381 | 386 | 391 | 396 |
| 401                      | 407   | 418 | 421 | 428 | 429 | 432 | 438 | 443 | 446 | 451 | 456 | 464 | 471 | 476 |
| 481                      | 486   | 491 | 496 | 501 | 506 | 511 | 518 | 523 | 531 | 536 | 541 | 546 | 551 | 557 |
| 561                      | 566   | 571 | 576 | 582 | 591 | 596 | 603 | 608 | 609 | 611 | 616 | 621 |     |     |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП \*Эйдос\*

Таким образом, данным программным интерфейсом *полностью автоматизируется* этап СК-анализа, называемый "Формализация предметной области".

#### 8.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области

3. В результате синтеза семантической информационной модели решена **задача 1: "Многокритериальная типизация** состояний торговой фирмы с различными прибылью и рентабельностью по факторам номенклатуры и объемов реализуемой продукции". Решение этой задачи осуществлялось в ряд этапов:

Этап-1. Расчет матрицы сопряженности (матрицы абсолютных частот), связывающей частоты *фактов* совместного наблюдения в исходной выборке интервальных значений классов и факторов. Всего этих фактов исследовано **11464**, что и составляет объем выборки. По своей форме матрица абсолютных частот является *базой данных*, т.к. в ней содержится способа содержательной смысловой интерпретации данных.

Этап-2. На основе базы данных абсолютных частот рассчитываются информационные базы условных и безусловных процентных распределений или частостей, которые при увеличении объема исходной выборки стремятся к предельным значениям: вероятностям. Имея это в виду несколько упрощая считается допустимым, как это принято в литературе, называть их условными и безусловными вероятностями. По своей форме матрицы условных и безусловных вероятностей является *информационными базами*, т.к. в них содержится

способ содержательной смысловой интерпретации данных, т.е. уже по сути информации [127].

Этап-3. На основе информационной базы условных и безусловных вероятностей рассчитывается *база знаний*. Есть все основания так называть ее, т.к. в ней не только содержится результат содержательной смысловой интерпретации данных, но и оценка их *полезности* для достижения *целевых* состояний объекта управления и избегания нежелательных (нецелевых), т.е. по сути *знания*, которые можно непосредственно использовать для управления моделируемым объектом [127] (таблица 46):

**Таблица 46 – База знаний о силе и направлении влияния значений факторов на переход моделируемого объекта в состояния, соответствующие классам (Бит × 100) (фрагмент)**

| KOD | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7   | 8   | 9   | 10  |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|
| 1   |    | 0   | 2   | 3   | -10 | 0  | 3   | -3  | 6   | -7  |
| 2   |    |     | 6   | 17  |     |    | 5   | 7   | 5   | -11 |
| 3   |    |     | 17  |     | 35  |    |     | 32  |     | 13  |
| 4   |    | 60  |     | 2   |     | 60 |     | 7   | 5   |     |
| 5   | 80 |     | -2  |     | 41  |    | 11  | -11 |     | 34  |
| 6   | 13 | -1  | 7   | -5  | -26 | -1 | 2   | 7   | 5   | -23 |
| 7   |    | 49  |     | -8  | 25  | 49 |     | -3  | -6  | 3   |
| 8   |    |     | -8  | 2   | 35  |    | 15  | -32 | -34 | 32  |
| 9   |    |     |     | 41  |     |    |     |     |     | 52  |
| 10  |    |     |     | 41  |     |    |     |     | 44  |     |
| 11  |    | 17  | 4   | -30 | 17  | 27 | 22  | -1  | -53 | 6   |
| 12  |    | -27 | -1  | 15  | -27 |    | -32 | -5  | 21  | -9  |
| 13  | 68 | 29  | -14 | -28 | 5   | 29 | -1  | 2   | -25 | 8   |
| 14  |    |     | -2  | 9   | 17  |    | 11  | -11 | 11  | -5  |
| 15  |    |     | 6   | 17  |     |    |     | 22  | -6  | 3   |
| 16  |    | -3  | 7   | 0   | -28 | -3 | 6   | 5   | 3   | -17 |
| 17  | 55 |     | -51 | 17  | 31  |    |     | -36 | 11  | 28  |
| 18  |    |     |     |     | 74  |    |     |     |     | 52  |
| 19  |    | 74  |     |     |     | 74 |     | 22  |     |     |
| 20  |    |     | 31  |     |     |    | 44  | 22  |     |     |
| 21  |    |     | 14  | 7   |     |    | -5  | 11  | 9   | -21 |
| 22  |    | 10  | -0  | 10  |     | 10 | 5   | -3  | 19  |     |
| 23  | 34 | 28  | -33 | -4  | 21  | 35 | -9  | -17 | -10 | 13  |
| 24  |    |     | 6   | -22 | 35  |    | 5   | 7   | -20 | 13  |
| 25  |    |     |     | 41  |     |    |     |     | 19  | 28  |
| 26  | 49 | 10  | -0  | -22 | 10  | 10 | 5   | 7   | -20 | 3   |
| 27  |    | -14 | 9   | -2  | -14 |    | -5  | 11  | 5   | -11 |
| 28  |    |     |     | 41  |     |    |     |     | 44  |     |
| 29  |    | 44  | -38 | -3  | 5   | 54 | -1  | -23 | -25 | 8   |
| 30  |    |     | -26 | 23  | 17  |    | 11  |     | 11  | 20  |
| 31  |    | 35  | 10  | -61 | -29 | 35 | 15  | 13  | -20 | -50 |
| 32  | 24 |     | -4  | 17  | -14 |    | -5  | -3  | 5   | 9   |
| 33  |    |     |     |     | 74  |    |     |     |     | 52  |
| 34  |    |     | 31  |     |     |    |     |     | 44  |     |
| 35  |    |     |     | 27  | 35  |    |     |     | 29  | 13  |
| 36  |    | 49  | -4  | -32 |     | 49 | 34  | -3  | -30 |     |
| 37  |    | -20 | 11  | -3  | -20 | 5  | 14  | 10  | -11 | -17 |
| 38  |    | -4  | 10  | 2   |     |    | -9  | 17  | 15  |     |
| 39  | 55 |     | -26 | -1  | 41  |    |     | -11 | -13 | 34  |
| 40  |    |     | -14 | 22  | 5   |    |     |     | 24  | 22  |
| 41  |    | 35  | 6   | -47 | -14 | 35 | 30  | 7   | -45 | -36 |
| 42  |    | 13  | 20  | -44 |     | 13 | 22  | 25  | -41 |     |
| 43  |    |     | 13  | 9   |     |    |     | 28  | 11  |     |
| 44  | 39 |     | -28 | 21  | 15  |    |     |     | 19  | 28  |
| 45  |    |     |     | 17  | 49  |    |     |     | 19  | 28  |
| 46  |    | 44  | 6   | -52 |     | 44 | 32  | 10  | -50 |     |

Отметим, что в настоящее время общепринятыми терминами являются: «База данных» и «База знаний», а термин «Информационные базы» считается «незагостированным», т.е. неофициальным, или даже ошибочным, когда под ним, по сути, понимаются базы данных. Предлагается придать термину «Информационные базы» полноценный статус в качестве официального термина, т.к. вполне понятно и обоснованно как его содержание соотносится с содержанием терминов «База данных» и «База знаний»:

– Базы данных (БД) – информация, записанная на носителях (или находящаяся в каналах связи) на определенном языке (системе кодирования), безотносительно к ее смыслу.

– Информационная база (ИБ) – это БД вместе с тезаурусом, т.е. способом их смысловой интерпретации.

– База знаний (БЗ) – это ИБ вместе с информацией о том, насколько какая информация полезна для достижения различных целей.

В этой матрице столбцы соответствуют классам распознавания, строки – градациям факторов, а в клетках на их пересечении приведено *количество знаний* в битах  $\times 100$ , которое содержится в определенной градации фактора о том, что этот случай относится к определенному классу. Из-за большой размерности приведен лишь фрагмент этой матрицы.

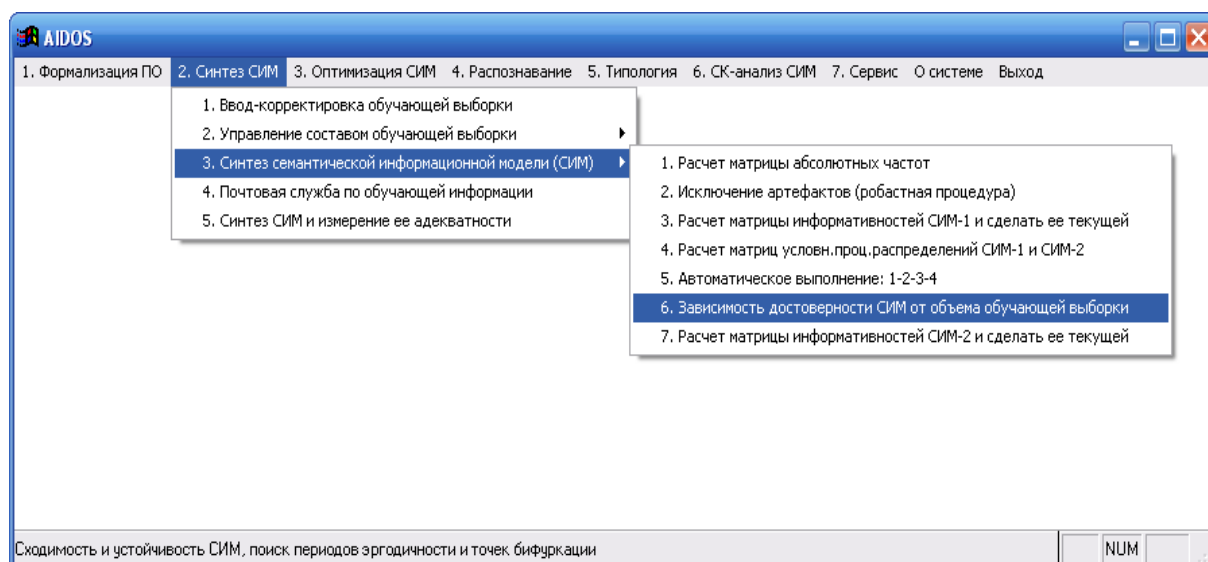
Возникает закономерный и обоснованный вопрос о том, насколько корректным является получение образов классов путем обобщения примеров ситуаций, относящихся к различным периодам времени. Дело в том, что в этих ситуациях могут быть отражены различные закономерности предметной области, если она изменялась за время проведения исследования. Ответ на этот вопрос зависит от *целей и результатов* построения модели предметной области.

Например, если целью является построение модели высокой степени адекватности, то это не получится, если предметная область (моделируемый объект) обладает высокой динамичностью, но может и оказаться возможным, если моделируемый объект несущественно изменился за период исследования.

Если же целью моделирования является исследование самой динамики моделируемого объекта, то резкое понижение адекватности модели при учете в ней состояний объекта, относящихся к определенному периоду времени, указывает на то, что в этот период изменился сам характер взаимосвязей между признаками объекта (интервальными значениями влияющих на него факторов) и его состояниями.

Периодом эргодичности называется период, в течение которого характер взаимосвязей между факторами, влияющими на объект и его переходами в те или иные состояния существенно (качественно) не изменяются. Точками бифуркации называются границы периодов эргодичности, когда один период эргодичности сменяется другим, т.е. существенно (качественно) изменяются закономерности взаимосвязи между факторами, влияющими на объект, и его переходами в различные состояния, обусловленные действием этих факторов. Таким образом, измерение степени адекватности модели в зависимости от объема исследуемой выборки (если объекты в ней упорядочены по времени) позволяет выявить границы периодов эргодичности и точки бифуркации и выявить, что их нет, не смотря на длительный период исследования (его лонгитюд).

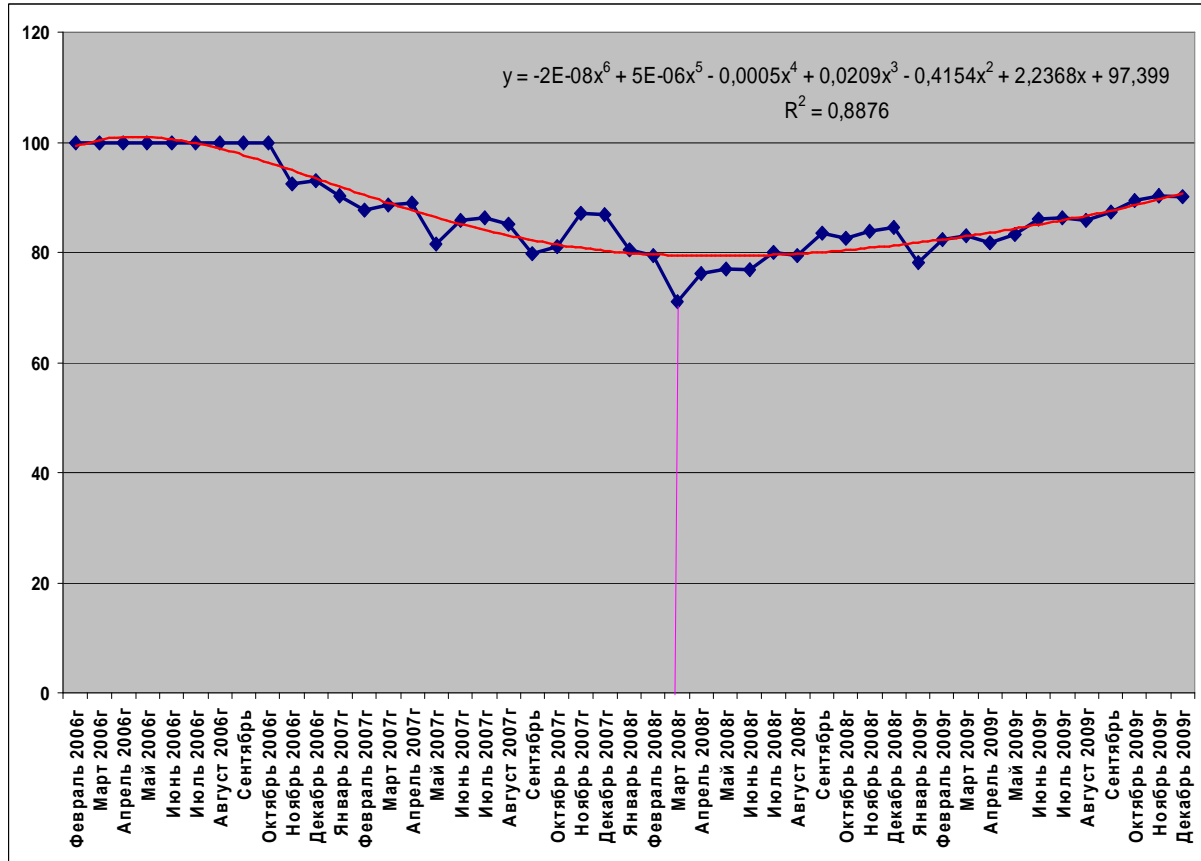
В системе «Эйдос» есть режим \_236, предназначенный специально для этой цели (рисунок 56).



**Рисунок 56. Экранная форма вызова режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

Применение этого режима дало следующие результаты. В целом модель продемонстрировала высокую достоверность, составляющую 90,014%, и это означает, что за время исследования моделируемая предметная область существенно не изменилась и таким образом получение обобщенных образов классов путем многопараметрической типизации примеров, относящихся к различным периодам времени является вполне корректным. С другой стороны все же была выявлена определенная динамика достоверности модели, которая имеет выраженный визуально-наблюдаемый минимум в районе марта 2008 года,

что, по-видимому, может объясняться влиянием на моделируемый объект мирового финансового кризиса, пик которого приходится примерно на это время (рисунок 57).



**Рисунок 57. Определение границ периодов эргодичности (точек бифуркации) путем измерения зависимости достоверности модели от объема исследуемой выборки (режим \_236 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5))**

4. Измерение адекватности СИМ осуществляется последовательным выполнением режимов \_21 (копирование обучающей выборки в распознаваемую), \_41 (пакетное распознавание) и \_62 (измерение адекватности СИМ) системы «Эйдос».

Пункты 3 и 4 удобно выполнить также с помощью режима \_25 системы "Эйдос", который сначала выполняет синтез семантической информационной модели (СИМ), а затем копирует обучающую выборку в распознаваемую выборку), проводит пакетное распознавание и проверку ее адекватности, которая оказалась довольно высокой: более 90% (таблица 47).



**Таблица 47 – Выходная форма по результатам измерения адекватности исходной модели (фрагмент)**

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ <ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ> СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 48 (100% для п.15)  
Всего логических анкет: 96

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 14.687%  
5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 3.469%  
6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.176%  
7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 0.612%  
8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 12.007%  
9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 78.906%  
10. Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 12.938 (100% для п.11 и п.12)  
Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 35.062 (100% для п.13 и п.14)  
Всего физических анкет: 48.000 (100% для п.15)  
11. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 11.646, т.е. 90.014%  
12. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 1.292, т.е. 9.986% (Ошибка 1-го рода)  
13. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 3.771, т.е. 10.755% (Ошибка 2-го рода)  
14. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 31.292, т.е. 89.248%  
15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу (%): 26.953  
16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (раз): 4.639  
17. Обобщенная достоверность модели <D1+D2>/2: 89.631%. Обобщенная ошибка <E1+E2>/2: 10.371%

01-05-10 13:53:44

| N п/п                     | Код класса | Наименование класса                                 | Достов. иденти-во лог. анк. с уч.ко-личества звр. крит | Кол-во лог. анк. дейст-но относя-щихся к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных к классу |                    |                   |                   | Вероятн. случай-ного угадыва-ния (%) =NL/NP | Эффектив-ность модели по срав- со случ. угадыв- (раз) |
|---------------------------|------------|---|--|---|--|--------------------|-------------------|-------------------|---|---|
|                           |            |   |  |   | Правиль-но отнесен.  | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. | Правиль-но отнес. |   |   |
| 1                         | 2          | 3   | 9  | 10  | 11   | 12                 | 13                | 14                | 15  | 16  |
| 1                         | 1          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РЧБ.): <12935.00, 42095.60>   | 87.5   | 1   | 1  | 0                  | 3                 | 44                | 2.083                                       | 48.008  |
| 2                         | 2          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РЧБ.): <42095.60, 71256.20>   | 79.2   | 6   | 6  | 0                  | 5                 | 37                | 12.500                                      | 8.000   |
| 3                         | 3          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РЧБ.): <71256.20, 100416.80>  | 83.3   | 20  | 19   | 1                  | 3                 | 25                | 41.667                                      | 2.280   |
| 4                         | 4          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РЧБ.): <100416.80, 129577.40> | 75.0   | 15  | 12   | 3                  | 3                 | 30                | 31.250                                      | 2.560   |
| 5                         | 5          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РЧБ.): <129577.40, 158738.00> | 91.7   | 6   | 5  | 1                  | 1                 | 41                | 12.500                                      | 6.667   |
| 6                         | 6          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: <58.00, 62.60>                    | 58.3   | 3   | 3  | 0                  | 10                | 35                | 6.250                                       | 16.000  |
| 7                         | 7          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: <62.60, 67.20>                    | 75.0   | 7   | 7  | 0                  | 6                 | 35                | 14.583                                      | 6.857   |
| 8                         | 8          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: <67.20, 71.80>                    | 66.7   | 13  | 13   | 0                  | 8                 | 27                | 27.083                                      | 3.692   |
| 9                         | 9          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: <71.80, 76.40>                    | 75.0   | 14  | 11   | 3                  | 3                 | 31                | 29.167                                      | 2.694   |
| 10                        | 10         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: <76.40, 81.00>                    | 95.8   | 11  | 10   | 1                  | 0                 | 37                | 22.917                                      | 3.967   |
| Средневзвешенные значения |            |   | 78.9   | 12.9  | 11.6   | 1.3                | 3.8               | 31.3              | 26.953                                      | 4.639   |

Универсальная когнитивная аналитическая система

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (ПО КЛАССАМ):

$$S04[k] = S05[k] - S06[k] - S07[k] + S08[k]$$

$$S09[k] = (S11[k] - S12[k] - S13[k] + S14[k]) / (S11[k] + S12[k] + S13[k] + S14[k]) * 100$$

$$S10[k] = S11[k] + S12[k]$$

$$S15[k] = S10[k] / Nfiz * 100$$

$$S16[k] = S09[k] / S15[k]$$

где k – класс (соответствует строке)

где Nfiz – суммарное количество физических анкет (объектов) в распознаваемой выборке

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (СРЕДНЕВЗВЕШЕННОЕ ПО ВСЕМ КЛАССАМ):

$$Si = \text{СУММА\_по\_k}(Si[k] * S10[k]) / Nlog$$

где i = < 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 >

где Nlog = СУММА\\_по\\_k(S10[k]) – суммарное количество логических анкет в распознаваемой выборке

ПРИМЕЧАНИЕ: учтены только результаты идентификации с модулем сходства не менее: -1→

5. В системе "Эйдос" реализовано несколько различных методов повышения адекватности модели:

– исключение из модели статистически малопредставленных классов и факторов (артефактов);

– исключение незначимых факторов, т.е. факторов имеющих низкую селективную силу или дифференцирующую способность;

– ремонт (взвешивание) данных, что обеспечивает не только классическую, но и структурную репрезентативность исследуемой выборки по отношению к генеральной совокупности;

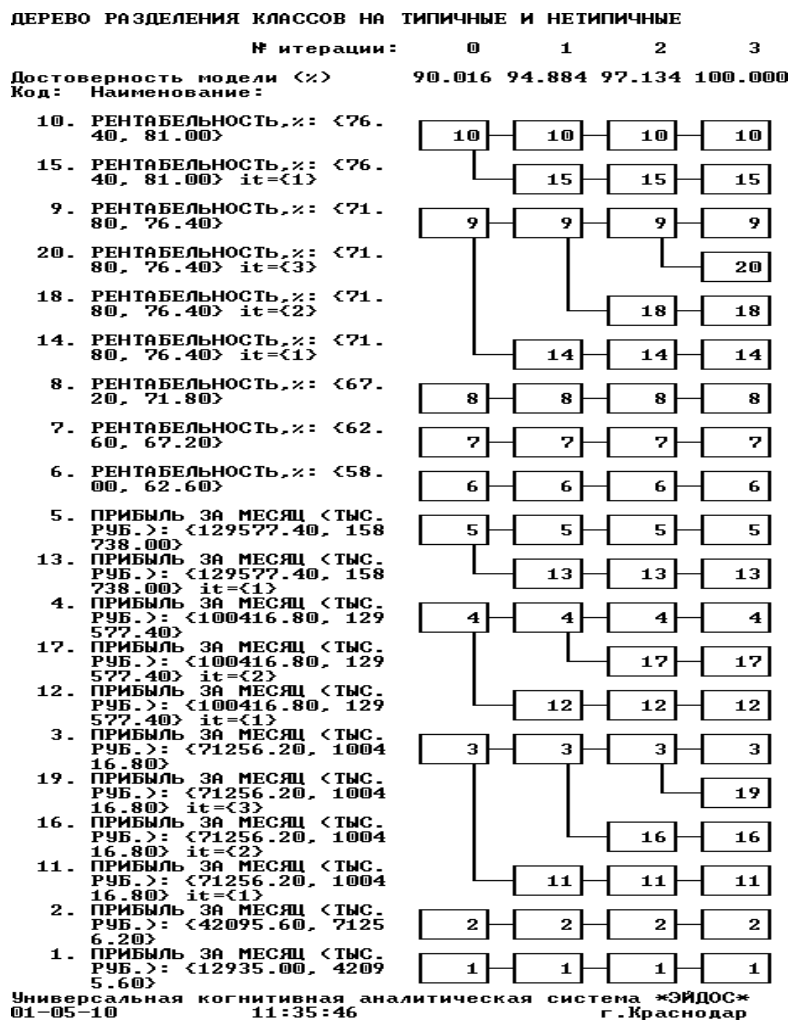
– итерационное разделение классов на типичную и нетипичную части (дивизивная, т.е. разделяющая, в отличие от агломеративной, древовидная кластеризация);

– генерация сочетанных признаков, дополнение справочников классов и признаков и перекодирование исходной выборки.

Проверка адекватности модели, проведенная в режиме \_25 после ее синтеза, показала, что *повышение адекватности модели в на-*

шем случае не требуется, т.к. вероятность правильного отнесения ситуации к классу, к которой она действительно относится и на неоптимизированной модели составляет 90,014%, что вполне достаточно для целей работы.

Но все же нами был применен метод повышения адекватности модели, путем итерационного разделение классов на типичную и нетипичную части (дивизивная, т.е. разделяющая, в отличие от агломеративной, древовидная кластеризация). В результате было получено следующее дерево классов (рисунок 58):



**Рисунок 58. Дерево разделения классов на типичную и нетипичную части (дивизивная кластеризация)**

По результатам кластеризации можно сделать вывод о том, что различные классы обладают различной степенью вариабельности обуславливающих их факторов, т.е. одни классы являются жестко детерминированными, тогда как другие вызываются различными соче-

таниями действующих факторов, что затрудняет и делает менее достоверной их прогнозирование и осуществление.

В результате проведения данной процедуры степень достоверности модели повысилась (таблица 48):

### Таблица 48 – ВЫХОДНАЯ ФОРМА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗМЕРЕНИЯ АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛИ, УЛУЧШЕННОЙ МЕТОДОМ ДИВИЗИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ (ФРАГМЕНТ)

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 48 (100% для п.15)

Всего логических анкет: 96

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 13.573%
5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 3.432%
6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.000%
7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 1.028%
8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 11.170%
9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 76.128%
10. Среднее сходство физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 9.292 (100% для п.11 и п.12)  
Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 38.708 (100% для п.13 и п.14)  
Всего физических анкет: 48.000 (100% для п.15)
11. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 9.292, т.е. 100.000%
12. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 0.000, т.е. 0.000% (Ошибка 1-го рода)
13. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 5.729, т.е. 14.801% (Ошибка 2-го рода)
14. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 32.979, т.е. 85.199%
15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу ( % ): 19.358
16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (раз): 10.001
17. Обобщенная достоверность модели  $(D1+D2)/2$ : 92.600%. Обобщенная ошибка  $(E1+E2)/2$ : 7.400%

01-05-10 17:40:04

| N п/п                     | Код класса | Наименование класса  | Достов. идентиф. лог. анк. с уч. количества звр. крит | Кол-во лог. анк. дейст-но относящихся к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных или не отнесенных к классу |                    |                   |                     | Вероятн. случайного угадывания (%) = N/A/NFA | Эффектив. модели по срав. со случ. угадыв. (раз) |
|---------------------------|------------|--|---|--|--|--------------------|-------------------|---------------------|--|--|
|                           |            |  |   |  | Правильн. отнесен.   | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. | Правильн. не отнес. |  |  |
| 1                         | 2          | 3  | 9   | 10   | 11   | 12                 | 13                | 14                  | 15   | 16   |
| 1                         | 1          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <12935.00, 42095.60>          | 87.5  | 1  | 1  | 0                  | 3                 | 44                  | 2.083  | 48.008   |
| 2                         | 2          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <42095.60, 71256.20>          | 79.2  | 6  | 6  | 0                  | 5                 | 37                  | 12.500                                       | 8.000  |
| 3                         | 3          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <71256.20, 100416.80>         | 95.8  | 17   | 17   | 0                  | 1                 | 30                  | 35.417                                       | 2.824  |
| 4                         | 4          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <100416.80, 129577.40>        | 91.7  | 11   | 11   | 0                  | 2                 | 35                  | 22.917                                       | 4.364  |
| 5                         | 5          | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <129577.40, 158738.00>        | 91.7  | 5  | 5  | 0                  | 2                 | 41                  | 10.417                                       | 9.600  |
| 6                         | 6          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <58.00, 62.60>                          | 58.3  | 3  | 3  | 0                  | 10                | 35                  | 6.250  | 16.000   |
| 7                         | 7          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <62.60, 67.20>                          | 75.0  | 7  | 7  | 0                  | 6                 | 35                  | 14.583                                       | 6.857  |
| 8                         | 8          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <67.20, 71.80>                          | 66.7  | 13   | 13   | 0                  | 8                 | 27                  | 27.083                                       | 3.692  |
| 9                         | 9          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <71.80, 76.40>                          | 70.8  | 8  | 8  | 0                  | 7                 | 33                  | 16.667                                       | 6.000  |
| 10                        | 10         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <76.40, 81.00>                          | 100.0   | 10   | 10   | 0                  | 0                 | 38                  | 20.833                                       | 4.800  |
| 11                        | 11         | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <71256.20, 100416.80> it=<1>  | 12.5  | 1  | 1  | 0                  | 21                | 26                  | 2.083  | 48.008   |
| 12                        | 12         | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <100416.80, 129577.40> it=<1> | 87.5  | 3  | 3  | 0                  | 3                 | 42                  | 6.250  | 16.000   |
| 13                        | 13         | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <129577.40, 158738.00> it=<1> | -16.7   | 1  | 1  | 0                  | 28                | 19                  | 2.083  | 48.008   |
| 14                        | 14         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <71.80, 76.40> it=<1>                   | 62.5  | 3  | 3  | 0                  | 9                 | 36                  | 6.250  | 16.000   |
| 15                        | 15         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <76.40, 81.00> it=<1>                   | -16.7   | 1  | 1  | 0                  | 28                | 19                  | 2.083  | 48.008   |
| 16                        | 16         | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <71256.20, 100416.80> it=<2>  | 25.0  | 1  | 1  | 0                  | 18                | 29                  | 2.083  | 48.008   |
| 17                        | 17         | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <100416.80, 129577.40> it=<2> | -25.0   | 1  | 1  | 0                  | 30                | 17                  | 2.083  | 48.008   |
| 18                        | 18         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <71.80, 76.40> it=<2>                   | 79.2  | 2  | 2  | 0                  | 5                 | 41                  | 4.167  | 23.998   |
| 19                        | 19         | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТМС.РУБ.): <71256.20, 100416.80> it=<3>  | -45.8   | 1  | 1  | 0                  | 35                | 12                  | 2.083  | 48.008   |
| 20                        | 20         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <71.80, 76.40> it=<3>                   | -25.0   | 1  | 1  | 0                  | 30                | 17                  | 2.083  | 48.008   |
| Средневзвешенные значения |            |  | 76.1  | 9.3  | 9.3  | 0.0                | 5.7               | 33.0                | 19.358                                       | 10.001   |

Универсальная когнитивная аналитическая система

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (ПО КЛАССАМ):

$$C04[k] = C05[k] - C06[k] - C07[k] + C08[k]$$

$$C09[k] = (C11[k] - C12[k] - C13[k] + C14[k]) / (C11[k] + C12[k] + C13[k] + C14[k]) * 100$$

$$C10[k] = C11[k] + C12[k]$$

$$C15[k] = C10[k] / Nfiz * 100$$

$$C16[k] = C09[k] / C15[k]$$

где k – класс (соответствует строке)

где Nfiz – суммарное количество физических анкет (объектов) в распознаваемой выборке

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (СРЕДНЕВЗВешенные по всем классам):

$$Ci = \text{СУММА\_по\_k}(Ci[k] * C10[k]) / Nlog$$

где i = { 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 }

где Nlog = СУММА\\_по\\_k(C10[k]) – суммарное количество логических анкет в распознаваемой выборке

ПРИМЕЧАНИЕ: учтены только результаты идентификации с модулем сходства не менее: 0+

Аналогичная информация приведена в скриншотах экранных форм (рисунок 59):

H:\WINDOWS\system32\cmd.exe

Универсальная когнитивная аналитическая система. 17:57 (с) ИПП \*ЭЙДОС\*

=Подсистема анализа. Измерение адекватности семантической информационной модели=  
 =Опрос анкет физических (объектов распозн. выборки): 48 логических: 96  
 % верно идент. лог. анк: 90.014% Ошибка 1-го рода : % неидентификации: 9.986%  
 % верно не идент. лог. анк: 89.248% Ошибка 2-го рода : % ложной идентиф.: 10.755%  
 Обобщенная достоверность: 89.631% Обобщенная ошибка: (E1+E2)/2 : 10.371%

**ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {12935.00, 42095.60} 10/ 1**

| Код класса | Наименование класса                                 | Достов. идентиф. лог.анк. с учетом сходства |
|------------|---|---|
| 1          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {12935.00, 42095.60}   | 5.081                                       |
| 2          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {42095.60, 71256.20}   | 13.043                                      |
| 3          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {71256.20, 100416.80}  | 12.048                                      |
| 4          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {100416.80, 129577.40} | 15.911                                      |
| 5          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {129577.40, 158738.00} | 22.593                                      |
| 6          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {58.00, 62.60}                    | 7.399                                       |

Г1 Генерация отчета Г2 Сортировка Г3 Печать Г4 Поиск Г5 Расч. внешней валид. Г9 Удал. классов

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 48 (100% для п.15)  
 Всего логических анкет: 96

4. Сравнение достоверности идентифицированных логических анкет с учетом сходства : 13.573%  
 5. Сравнение сходства логических анкет, правильно отнесенных к классу : 0.488%  
 6. Сравнение сходства логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 1.023%  
 7. Сравнение сходства логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 11.176%  
 8. Сравнение достоверности идентифицированных логических анкет с учетом кода класса : 76.128%  
 9. Сравнение количества физич-х анкет, действительно относящихся к классу : 9.292 (100% для п.11 и п.12)  
 10. Сравнение количества физич-х анкет, действительно не относящихся к классу : 28.798 (100% для п.13 и п.14)  
 11. Сравнение количества физич-х анкет, действительно относящихся к классу : 28.798 (100% для п.15)  
 12. Сравнение количества и % логич-х анкет, правильно отнесенных к классу : 9.292 т.е. 100.000%  
 13. Сравнение количества и % логич-х анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.000% т.е. 0.000% (Ошибка 1-го рода)  
 14. Сравнение количества и % логич-х анкет, ошибочно отнесенных к классу : 5.729 т.е. 14.888% (Ошибка 2-го рода)  
 15. Сравнение количества и % логич-х анкет, правильно не отнесенных к классу : 35.774 т.е. 85.112%

16. Обобщенная достоверность модели (ΣE1\*E2)/2 : 92.600% Обобщенная ошибка (E1+E2)/2 : 7.400%

| N                        | Код класса | Наименование класса                                       | Достов. лог.анк. с учетом сходства | Достов. лог.анк. с учетом кода класса | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных к классу |                   |                      | Вероятн. случайного попадания (по сред. значениям) по классу | Эквивалентная достоверность |        |        |
|--------------------------|------------|---|------------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------|----------------------|--|-----------------------------|--------|--------|
|                          |            |   |                                    |                                       | Правильно отнесен.   | Ошибочно отнесен. | Ошибочно не отнесен. |  |                             |        |        |
| 1                        | 2          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {12935.00, 42095.60}         | 89.5                               | 6                                     | 10   | 11                | 13                   | 14   | 15                          | 16     |        |
| 2                        | 1          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {42095.60, 71256.20}         | 79.2                               | 6                                     | 15   | 0                 | 0                    | 5  | 44                          | 2.483  | 48.000 |
| 3                        | 4          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {71256.20, 100416.80}        | 91.8                               | 17                                    | 0  | 0                 | 0                    | 3  | 39                          | 12.500 | 8.000  |
| 4                        | 5          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {100416.80, 129577.40}       | 91.8                               | 17                                    | 0  | 0                 | 0                    | 3  | 35                          | 35.417 | 4.166  |
| 5                        | 6          | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {129577.40, 158738.00}       | 91.8                               | 17                                    | 0  | 0                 | 0                    | 3  | 42                          | 10.417 | 9.600  |
| 6                        | 3          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {58.00, 62.60}                          | 76.1                               | 7                                     | 13   | 0                 | 0                    | 2  | 35                          | 6.250  | 16.000 |
| 7                        | 8          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {62.60, 67.20}                          | 76.1                               | 7                                     | 13   | 0                 | 0                    | 2  | 35                          | 14.583 | 6.857  |
| 8                        | 9          | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {67.20, 71.80}                          | 76.1                               | 7                                     | 13   | 0                 | 0                    | 2  | 27                          | 27.083 | 3.625  |
| 9                        | 10         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {71.80, 76.40}                          | 76.1                               | 7                                     | 13   | 0                 | 0                    | 2  | 32                          | 16.667 | 6.000  |
| 10                       | 11         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {76.40, 81.00}                          | 76.1                               | 7                                     | 13   | 0                 | 0                    | 2  | 38                          | 28.833 | 4.000  |
| 11                       | 12         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {12935.00, 100416.80} E<C1>  | 89.5                               | 3                                     | 0  | 0                 | 0                    | 2  | 45                          | 6.250  | 16.000 |
| 12                       | 13         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {42095.60, 129577.40} E<C1>  | 89.5                               | 3                                     | 0  | 0                 | 0                    | 2  | 42                          | 6.250  | 16.000 |
| 13                       | 14         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {71256.20, 158738.00} E<C1>  | 89.5                               | 3                                     | 0  | 0                 | 0                    | 2  | 42                          | 6.250  | 16.000 |
| 14                       | 14         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {58.00, 62.60} E<C1>                    | 89.5                               | 3                                     | 0  | 0                 | 0                    | 2  | 42                          | 6.250  | 16.000 |
| 15                       | 15         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {62.60, 67.20} E<C1>                    | 89.5                               | 3                                     | 0  | 0                 | 0                    | 2  | 42                          | 6.250  | 16.000 |
| 16                       | 16         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {42095.60, 100416.80} E<C2>  | 25.0                               | 1                                     | 1  | 0                 | 0                    | 18   | 29                          | 2.083  | 48.000 |
| 17                       | 17         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {71256.20, 129577.40} E<C2>  | 25.0                               | 1                                     | 1  | 0                 | 0                    | 18   | 42                          | 2.083  | 38.000 |
| 18                       | 18         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {100416.80, 158738.00} E<C2> | 25.0                               | 1                                     | 1  | 0                 | 0                    | 18   | 42                          | 2.083  | 38.000 |
| 19                       | 19         | ПРИВЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ (ТЪС.РУБ.): {129577.40, 188738.00} E<C2> | 25.0                               | 1                                     | 1  | 0                 | 0                    | 18   | 42                          | 2.083  | 38.000 |
| 20                       | 20         | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ,%: {58.00, 62.60} E<C3>                    | 25.0                               | 1                                     | 1  | 0                 | 0                    | 18   | 42                          | 2.083  | 38.000 |
| Среднезвешенные значения |            |   | 76.1                               | 9.3                                   | 9.3  | 0.0               | 5.7                  | 33.0   | 19.358                      | 10.001 |        |

Универсальная когнитивная аналитическая система  
 ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (ПО КЛАССАМ):  
 СВР1К1 = (СВ1К1 - СВ2К1) / СВВ1К1 + СВВ2К1  
 СВР2К1 = (СВ1К1 - СВ2К1) - СВ3К1 + СВ4К1 > / (СВ1К1 + СВ2К1 + СВ3К1 + СВ4К1) \* 100  
 СВ1К1 = СВВ1К1 \* НР12 + СВ2К1 \* НР21 + СВ3К1 \* НР31 + СВ4К1 \* НР41  
 СВВ1К1 = СВВ1К1 / СВ1К1  
 СВВ2К1 = СВВ2К1 / СВ2К1  
 где НР12 - суммарное количество физических анкет (объектов) в распознаваемой выборке  
 ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (СРЕДНЕЗВЕШЕННЫЕ ПО ВСЕМ КЛАССАМ):  
 С1 = СВВ1К1 \* СВ1К1 + СВВ2К1 \* СВ2К1 + СВВ3К1 \* СВ3К1 + СВВ4К1 \* СВ4К1  
 где СВ1 - СВ4 - суммарное количество логических анкет в распознаваемой выборке  
 ПРИБЛИЖИТЕЛЬНО: учитываются только результаты идентификации с нулевым сходством не несет «В»

Рисунок 59. Экранные формы режима \_62 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)

Из сопоставительного анализа таблиц 20 и 21 и рисунка 39 можно сделать следующие выводы:

- в результате разделения классов на типичную и нетипичную части достоверность верной идентификации повысилась на 10%, достоверность верной неидентификации при этом немного понизилась, но общая (средняя) достоверность модели возросла на 3%;
- при прогнозировании и принятии решений целесообразно учитывать дифференциальную достоверность идентификации по классам, связанную со степенью их детерминированности;
- применение модели чаще всего обеспечивает во много раз более высокую достоверность, чем случайное угадывание или не использование модели, однако по слабодетерминированным классам это не так и их нецелесообразно учитывать при прогнозировании и рассматривать при анализе модели.

## 8.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели



6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области.

6.1. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* влияния номенклатуры и объемов реализуемой продукции на прибыль и рентабельность торговой фирмы" решается по сути автоматически при синтезе модели на 3-м этапе АСК-анализа.

В системе "Эйдос" есть стандартный режим \_42, обеспечивающий подсчет для каждого состояния фирмы, представленного в *распознаваемой* выборке, суммарного количества знаний, которое содержится в интервальных значениях факторов о принадлежности данного состояния к каждому из классов. Затем в режиме \_431 все классы сортируются (ранжируются) в порядке убывания суммарного количества информации, содержащегося в описании примера, о принадлежности к ним. Эта информация представляется в виде экранных форм и файлов (рисунки 60 – 61):

РЕЗУЛЬТАТ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИСТОЧНИКА С КЛАССАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ  
02-05-10

07:29:14

| Номер анкеты: 48 |  | Наим. физ. источника: Декабрь 2009г |   | Качество результата распознавания: 17.206% |  |
|------------------|--|-------------------------------------|---|--|--|
| Код              | Наименование класса распознавания                        | % Сх                                | Гистограмма сходств/различий  |  |  |
| 5                | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <129577.40, 158738.00>..... | 42                                  |  |  |  |
| 10               | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <76.40, 81.00>.....                   | 36                                  |   |  |  |
| 1                | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <12935.00, 42095.60>.....   | 34                                  |   |  |  |
| 4                | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <100416.80, 129577.40>..... | -8                                  |  |  |  |
| 9                | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <71.80, 76.40>.....                   | -14                                 |   |  |  |
| 6                | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <58.00, 62.60>.....                   | -17                                 |   |  |  |
| 7                | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <62.60, 67.20>.....                   | -19                                 |   |  |  |
| 2                | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <42095.60, 71256.20>.....   | -20                                 |   |  |  |
| 3                | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <71256.20, 100416.80>.....  | -25                                 |   |  |  |
| 8                | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <67.20, 71.80>.....                   | -25                                 |   |  |  |



Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

**Рисунок 60. Пример выходной формы с желательными для фирмы результатами прогнозирования (максимальная прибыль)**

РЕЗУЛЬТАТ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИСТОЧНИКА С КЛАССАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ  
02-05-10

07:29:14

| Номер анкеты: 4 |  | Наим. физ. источника: Апрель 2006г |   | Качество результата распознавания: 23.374% |  |
|-----------------|--|------------------------------------|---|--|--|
| Код             | Наименование класса распознавания                        | % Сх                               | Гистограмма сходств/различий  |  |  |
| 6               | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <58.00, 62.60>.....                   | 59                                 |  |  |  |
| 2               | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <42095.60, 71256.20>.....   | 51                                 |   |  |  |
| 7               | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <62.60, 67.20>.....                   | 22                                 |   |  |  |
| 3               | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <71256.20, 100416.80>.....  | -2                                 |  |  |  |
| 1               | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <12935.00, 42095.60>.....   | -8                                 |   |  |  |
| 8               | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <67.20, 71.80>.....                   | -13                                |   |  |  |
| 5               | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <129577.40, 158738.00>..... | -27                                |   |  |  |
| 9               | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <71.80, 76.40>.....                   | -29                                |   |  |  |
| 4               | ПРИБЫЛЬ ЗА МЕСЯЦ <ТЭС.РУБ.>: <100416.80, 129577.40>..... | -32                                |   |  |  |
| 10              | РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <76.40, 81.00>.....                   | -34                                |   |  |  |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

**Рисунок 61. Пример выходной формы с нежелательными для фирмы результатами прогнозирования (минимальная рентабельность)**

Птичками "√" На рисунках 60 – 61 отмечены классы, к которым данное состояние фирмы действительно относится.

Если в распознаваемой выборке представлено сразу несколько примеров потенциальных продаж, то может представлять интерес другая форма вывода информации о результатах прогнозирования по ним, т.е. по степени сходства с желаемым классом (высокая рентабельность) (рисунок 62):

РЕЗУЛЬТАТ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ С КЛАССОМ РАСПОЗНАВАНИЯ  
02-05-10 07:32:18

| Класс: 10 РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ, %: <76.40, 81.00> |                         |        | Качество: 23.95%             |
|---|-------------------------|--------|------------------------------|
| Код   | Информационный источник | % Сход | Гистограмма сходств/различий |
| 48  | Декабрь 2009г           | √ 36   |                              |
| 43  | Июль 2009г              | √ 33   |                              |
| 36  | Декабрь 2008г           | √ 26   |                              |
| 24  | Декабрь 2007г           | √ 19   |                              |
| 31  | Июль 2008г              | √ 17   |                              |
| 44  | Август 2009г            | √ 5    |                              |
| 45  | Сентябрь 2009г          | √ 5    |                              |
| 42  | Июнь 2009г              | √ 4    |                              |
| 46  | Октябрь 2009г           | √ 3    |                              |
| 19  | Июль 2007г              | √ 1    |                              |
| 12  | Декабрь 2006г           | -6     |                              |
| 38  | Февраль 2009г           | -9     |                              |
| 47  | Ноябрь 2009г            | √ -10  |                              |
| 7   | Июль 2006г              | -11    |                              |
| 41  | Май 2009г               | -13    |                              |
| 37  | Январь 2009г            | -15    |                              |
| 39  | Март 2009г              | -16    |                              |
| 33  | Сентябрь 2008г          | -17    |                              |
| 30  | Июнь 2008г              | -17    |                              |
| 40  | Апрель 2009г            | -20    |                              |
| 32  | Август 2008г            | -23    |                              |
| 34  | Октябрь 2008г           | -23    |                              |
| 21  | Сентябрь 2007г          | -26    |                              |
| 25  | Январь 2008г            | -27    |                              |
| 9   | Сентябрь 2006г          | -27    |                              |
| 27  | Март 2008г              | -27    |                              |
| 35  | Ноябрь 2008г            | -27    |                              |
| 18  | Июнь 2007г              | -29    |                              |
| 6   | Июнь 2006г              | -30    |                              |
| 22  | Октябрь 2007г           | -30    |                              |
| 20  | Август 2007г            | -31    |                              |
| 26  | Февраль 2008г           | -31    |                              |
| 8   | Август 2006г            | -32    |                              |
| 15  | Март 2007г              | -32    |                              |
| 29  | Май 2008г               | -32    |                              |
| 23  | Ноябрь 2007г            | -32    |                              |
| 3   | Март 2006г              | -33    |                              |
| 5   | Май 2006г               | -33    |                              |
| 4   | Апрель 2006г            | -34    |                              |
| 10  | Октябрь 2006г           | -34    |                              |
| 11  | Ноябрь 2006г            | -34    |                              |
| 1   | Январь 2006г            | -35    |                              |
| 28  | Апрель 2008г            | -35    |                              |
| 13  | Январь 2007г            | -36    |                              |
| 17  | Май 2007г               | -37    |                              |
| 14  | Февраль 2007г           | -38    |                              |
| 2   | Февраль 2006г           | -40    |                              |
| 16  | Апрель 2007г            | -40    |                              |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «ЭЙДОС»

Рисунок 62. Пример карточки идентификации примеров потенциальных продаж с классом «Максимальная рентабельность»

6.2. **Задача 3:** "Разработка методики *поддержки принятия решений* о выборе такой номенклатуры и объемов реализуемой продукции, которые обуславливают увеличение прибыли и рентабельности торговой фирмы".

Данная задача является обратной по отношению к задаче прогнозирования. Если при прогнозировании по заданным интервальным

значениям факторов определяется, какие состояния фирмы ими обусловливаются, то в задаче принятия решений, наоборот: по заданному состоянию фирмы определяется, какие интервальные значения факторов детерминируют переход фирмы в это состояние, а какие препятствуют этому.

Данная задача решается во многих режимах системы "Эйдос", в частности в режиме \_511, который выдает следующие формы (таблицы 49 и 50), содержащие знания о номенклатуре и объемах товаров, реализация которых в различной степени способствует и препятствует (красным) получению заданных экономических результатов.

**Таблица 49 – Информационный портрет класса:  
прибыль за месяц (тыс.руб.): {129577.40, 158738.00} (фрагмент)**

| NUM | KOD | NAME  | ВП    | %     |
|-----|-----|---|-------|-------|
| 1   | 18  | КЕФИР, 1Л-БУТ,(ШТ): {49.00, 62.00}                          | 0,74  | 22,28 |
| 2   | 33  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {57.60, 81.40}            | 0,74  | 22,28 |
| 3   | 153 | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК ТЕМНЫЙ, (ПАЧ): {38.20, 49.80}        | 0,74  | 22,28 |
| 4   | 155 | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК ТЕМНЫЙ, (ПАЧ): {61.40, 73.00}        | 0,74  | 22,28 |
| 5   | 185 | СИГАРЕТЫ ЧЕСТЕРФИЛД, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ): {43.20, 52.00}          | 0,74  | 22,28 |
| 6   | 225 | ХАМСА С/С, (КГ): {92.20, 113.00}                            | 0,74  | 22,28 |
| 7   | 243 | КОФЕ НЕСКАФЕ ГОЛД 47.5Г, (ШТ): {5.80, 7.20}                 | 0,74  | 22,28 |
| 8   | 253 | ЧАЙ ГОРДОН, 25 ПАК, (ШТ): {7.00, 9.00}                      | 0,74  | 22,28 |
| 9   | 267 | КАКАО "ФУНТИК", ПАК, (ШТ): {5.40, 6.80}                     | 0,74  | 22,28 |
| 10  | 303 | КИТЕКАТ СУХОЙ, (КГ): {94.80, 125.20}                        | 0,74  | 22,28 |
| 11  | 310 | ЧАППИ СУХОЙ, (КГ): {41.00, 47.00}                           | 0,74  | 22,28 |
| 12  | 315 | ВИСКАС СУХОЙ, (КГ): {42.40, 50.00}                          | 0,74  | 22,28 |
| 13  | 338 | КОФЕ ЖАРДИН, 95Г, (ШТ): {7.00, 10.00}                       | 0,74  | 22,28 |
| 14  | 365 | ГОРОШЕК "ЛОРАДО", БАНКА, (ШТ): {37.40, 43.00}               | 0,74  | 22,28 |
| 15  | 435 | ЧАЙ "ТРИНФИЛД", КАМОМАЙЛ, 25 ПАК, (ШТ): {4.20, 5.00}        | 0,74  | 22,28 |
| 16  | 460 | ПАЛОЧКИ КУРИНЫЕ,(КГ): {8.76, 9.70}                          | 0,74  | 22,28 |
| 17  | 495 | ПИВО ЯЧМЕННЫЙ КОЛОС СВЕТЛОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {29.60, 35.00} | 0,74  | 22,28 |
| 18  | 528 | ПЕПСИ, 0.33Л, БАНКА, (ШТ): {43.80, 61.20}                   | 0,74  | 22,28 |
| 19  | 323 | ВОДА, 5Л-БУТ, (ШТ): {49.20, 64.80}                          | 0,66  | 19,90 |
| 20  | 145 | СИГАРЕТЫ МАКСИМ, (ПАЧ): {330.20, 401.00}                    | 0,64  | 19,21 |
| 21  | 285 | СЕМЕЧКИ "ПО-БРАТСКИ" 50Г, (ШТ): {87.80, 100.00}             | 0,64  | 19,21 |
| 22  | 505 | ПИВО БАЛТИКА "№3" С/Б, (ШТ): {76.20, 91.00}                 | 0,64  | 19,21 |
| 23  | 250 | ЧАЙ АКБАР, 25 ПАК, (ШТ): {15.00, 18.00}                     | 0,60  | 17,95 |
| 24  | 255 | ЧАЙ ГОРДОН, 25 ПАК, (ШТ): {11.00, 13.00}                    | 0,60  | 17,95 |
| 25  | 305 | КИТЕКАТ СУХОЙ, (КГ): {155.60, 186.00}                       | 0,60  | 17,95 |
| 26  | 320 | ОКОРОЧКА ЗАМОРОЖЕННЫЕ, (КГ): {63.00, 78.00}                 | 0,60  | 17,95 |
| 27  | 330 | КОФЕ ПЕЛЕ, 50Г, (ШТ): {8.60, 10.00}                         | 0,60  | 17,95 |
| 28  | 345 | БАГБИР, 5Л-БУТ, (ШТ): {6.60, 8.00}                          | 0,60  | 17,95 |
| 316 | 295 | СЕМЕЧКИ "КУКУСИКИ", ПАК, (ШТ): {117.60, 141.00}             | -0,25 | -7,38 |
| 317 | 391 | КОФЕ "МОСКОВСКИЙ", 50Г, (ШТ): {4.00, 4.20}                  | -0,25 | -7,38 |
| 318 | 419 | РАФИНАД, 500Г, (ШТ): {5.60, 6.80}                           | -0,25 | -7,38 |
| 319 | 492 | ПИВО ЯЧМЕННЫЙ КОЛОС СВЕТЛОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {13.40, 18.80} | -0,25 | -7,38 |
| 320 | 543 | МУКА, (КГ): {59.80, 79.20}                                  | -0,25 | -7,38 |
| 321 | 602 | ПАКЕТ "БЛАГОДАРИМ ЗА ПОКУПКУ", (ШТ): {490.60, 669.20}       | -0,25 | -7,38 |
| 322 | 6   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {2.00, 13.60}                         | -0,26 | -7,71 |
| 323 | 609 | ИЗЮМ ИРАНСКИЙ, (КГ): {8.00, 9.00}                           | -0,26 | -7,71 |
| 324 | 12  | ТВОРОГ ВЕСОВОЙ (КГ): {5.20, 8.40}                           | -0,27 | -8,03 |
| 325 | 72  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {24.40, 40.80}                 | -0,27 | -8,03 |
| 326 | 149 | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК, СВЕТЛЫЙ, (ПАЧ): {90.40, 110.20}     | -0,27 | -8,03 |
| 327 | 16  | КЕФИР, 1Л-БУТ,(ШТ): {23.00, 36.00}                          | -0,28 | -8,34 |
| 328 | 31  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {10.00, 33.80}            | -0,29 | -8,64 |
| 329 | 101 | СЫР "РОССИЙСКИЙ", ГАДЯЧ, (КГ): {1.00, 8.00}                 | -0,29 | -8,64 |
| 330 | 161 | СИГАРЕТЫ СВЯТОЙ ГЕОРГИЙ, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ): {17.00, 41.60}      | -0,29 | -8,64 |
| 331 | 186 | СИГАРЕТЫ НАША МАРКА, МЯГКАЯ, (ПАЧ): {46.00, 78.80}          | -0,29 | -8,64 |
| 332 | 425 | ЧАЙ "БЭТА", АСАМ, 25 ПАК, (ШТ): {28.60, 35.00}              | -0,29 | -8,64 |
| 333 | 443 | ЧАЙ "ТРИНФИЛД", МЕЛИССА, 25 ПАК, (ШТ): {1.80, 2.20}         | -0,30 | -8,93 |
| 334 | 67  | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {40.00, 43.00}           | -0,31 | -9,22 |
| 335 | 447 | КАКАО "ЗОЛОТОЙ ЯКОРЬ",ПАК, (ШТ): {4.20, 5.40}               | -0,31 | -9,22 |

**Таблица 50 – Информационный портрет класса:  
рентабельность, %: {76.40, 81.00} (фрагмент)**

| NUM | KOD | NAME   | ВГТ   | %      |
|-----|-----|--|-------|--------|
| 1   | 9   | СМЕТАНА ВЕСОВАЯ (КГ): {36.80, 48.40}                       | 0,52  | 15,80  |
| 2   | 18  | КЕФИР, 1Л-БУТ,(ШТ): {49.00, 62.00}                         | 0,52  | 15,80  |
| 3   | 33  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {57.60, 81.40}           | 0,52  | 15,80  |
| 4   | 50  | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 2,5Л-БУТ, (ШТ): {159.00, 194.00}           | 0,52  | 15,80  |
| 5   | 65  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {681.20, 828.00}             | 0,52  | 15,80  |
| 6   | 145 | СИГАРЕТЫ МАКСИМ, (ПАЧ): {330.20, 401.00}                   | 0,52  | 15,80  |
| 7   | 153 | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК ТЕМНЫЙ, (ПАЧ): {38.20, 49.80}       | 0,52  | 15,80  |
| 8   | 155 | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК ТЕМНЫЙ, (ПАЧ): {61.40, 73.00}       | 0,52  | 15,80  |
| 9   | 185 | СИГАРЕТЫ ЧЕСТЕРФИЛД, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ): {43.20, 52.00}         | 0,52  | 15,80  |
| 10  | 225 | ХАМСА С/С, (КГ): {92.20, 113.00}                           | 0,52  | 15,80  |
| 11  | 242 | КОФЕ НЕСКАФЕ ГОЛД 47.5Г, (ШТ): {4.40, 5.80}                | 0,52  | 15,80  |
| 12  | 243 | КОФЕ НЕСКАФЕ ГОЛД 47.5Г, (ШТ): {5.80, 7.20}                | 0,52  | 15,80  |
| 13  | 250 | ЧАЙ АКБАР, 25 ПАК, (ШТ): {15.00, 18.00}                    | 0,52  | 15,80  |
| 14  | 253 | ЧАЙ ГОРДОН, 25 ПАК, (ШТ): {7.00, 9.00}                     | 0,52  | 15,80  |
| 15  | 255 | ЧАЙ ГОРДОН, 25 ПАК, (ШТ): {11.00, 13.00}                   | 0,52  | 15,80  |
| 16  | 267 | КАКАО "ФУНТИК", ПАК, (ШТ): {5.40, 6.80}                    | 0,52  | 15,80  |
| 17  | 303 | КИТЕКАТ СУХОЙ, (КГ): {94.80, 125.20}                       | 0,52  | 15,80  |
| 18  | 305 | КИТЕКАТ СУХОЙ, (КГ): {155.60, 186.00}                      | 0,52  | 15,80  |
| 19  | 310 | ЧАПШИ СУХОЙ, (КГ): {41.00, 47.00}                          | 0,52  | 15,80  |
| 20  | 315 | ВИСКАС СУХОЙ, (КГ): {42.40, 50.00}                         | 0,52  | 15,80  |
| 21  | 320 | ОКОРОЧКА ЗАМОРОЖЕННЫЕ, (КГ): {63.00, 78.00}                | 0,52  | 15,80  |
| 22  | 330 | КОФЕ ПЕЛЕ, 50Г, (ШТ): {8.60, 10.00}                        | 0,52  | 15,80  |
| 23  | 338 | КОФЕ ЖАРДИН, 95Г, (ШТ): {7.00, 10.00}                      | 0,52  | 15,80  |
| 24  | 345 | БАГБИР, 5Л-БУТ, (ШТ): {6.60, 8.00}                         | 0,52  | 15,80  |
| 25  | 365 | ГОРОШЕК "ЛОРАДО", БАНКА, (ШТ): {37.40, 43.00}              | 0,52  | 15,80  |
| 26  | 370 | ГОРОШЕК "ВЫСШИЙ СОРТ", БАНКА, (ШТ): {43.00, 52.00}         | 0,52  | 15,80  |
| 27  | 405 | КОФЕ "ЛЕБО", 100Г, (ШТ): {3.60, 4.00}                      | 0,52  | 15,80  |
| 28  | 435 | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", КАМОМАЙЛ, 25 ПАК, (ШТ): {4.20, 5.00}       | 0,52  | 15,80  |
| 395 | 121 | СИГАРЕТЫ ПЕТР 8, (ПАЧ): {41.00, 85.80}                     | -0,29 | -8,83  |
| 396 | 129 | СИГАРЕТЫ АЛЬЯНС, (ПАЧ): {55.00, 68.00}                     | -0,29 | -8,83  |
| 397 | 273 | ЧАЙ БЭТА, МЯТА-ЛИМОН, (ШТ): {5.00, 6.00}                   | -0,29 | -8,83  |
| 398 | 518 | ПИВО БЕЛЫЙ МЕДВЕДЬ КРЕПКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {14.00, 19.00} | -0,29 | -8,83  |
| 399 | 301 | КИТЕКАТ СУХОЙ, (КГ): {34.00, 64.40}                        | -0,32 | -9,53  |
| 400 | 106 | СЫР КОЛБАСНЫЙ, (КГ): {2.00, 5.40}                          | -0,33 | -9,85  |
| 401 | 428 | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", РОЙБОШ, 25 ПАК, (ШТ): {3.00, 4.00}         | -0,33 | -9,85  |
| 402 | 274 | ЧАЙ БЭТА, МЯТА-ЛИМОН, (ШТ): {6.00, 7.00}                   | -0,34 | -10,33 |
| 403 | 41  | ПИВО ДОН ЖИВОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {6.00, 29.20}              | -0,36 | -10,79 |
| 404 | 62  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {240.80, 387.60}             | -0,36 | -10,79 |
| 405 | 146 | СИГАРЕТЫ ДОНСКОЙ ТАБАК, СВЕТЛЫЙ, (ПАЧ): {31.00, 50.80}     | -0,36 | -10,79 |
| 406 | 432 | ЧАЙ "ГРИНФИЛД", КАМОМАЙЛ, 25 ПАК, (ШТ): {1.80, 2.60}       | -0,36 | -10,79 |
| 407 | 617 | ОГУРЦЫ, (КГ): {14.80, 25.60}                               | -0,36 | -10,79 |
| 408 | 182 | СИГАРЕТЫ ЧЕСТЕРФИЛД, ЛЕГКИЕ, (ПАЧ): {16.80, 25.60}         | -0,39 | -11,64 |
| 409 | 66  | СОК ФРУКТОВЫЙ САД, 0,5Л-ПАК, (ШТ): {37.00, 40.00}          | -0,41 | -12,43 |
| 410 | 91  | СЫР ЯНТАРНЫЙ,ВОРОНЕЖ, (ШТ): {5.00, 14.00}                  | -0,41 | -12,43 |
| 411 | 521 | ПИВО ОБОЛОНЬ, 1Л-БУТ, (ШТ): {9.00, 24.40}                  | -0,41 | -12,43 |
| 412 | 318 | ОКОРОЧКА ЗАМОРОЖЕННЫЕ, (КГ): {33.00, 48.00}                | -0,44 | -13,17 |
| 413 | 321 | ВОДА, 5Л-БУТ, (ШТ): {18.00, 33.60}                         | -0,46 | -13,86 |
| 414 | 419 | РАФИНАД, 500Г, (ШТ): {5.60, 6.80}                          | -0,46 | -13,86 |
| 415 | 543 | МУКА, (КГ): {59.80, 79.20}                                 | -0,46 | -13,86 |
| 416 | 72  | ГОРЯЧИЙ КЛЮЧ 1,4Л-БУТ, (ШТ): {24.40, 40.80}                | -0,48 | -14,51 |
| 417 | 306 | ЧАПШИ СУХОЙ, (КГ): {17.00, 23.00}                          | -0,48 | -14,51 |
| 418 | 621 | МАЙОНЕЗ "ШАЙБА" 220Г, (ШТ): {28.00, 60.80}                 | -0,48 | -14,51 |
| 419 | 31  | ПИВО ЖИГУЛЕВСКОЕ, 1,5Л-БУТ, (ШТ): {10.00, 33.80}           | -0,50 | -15,12 |
| 420 | 186 | СИГАРЕТЫ НАША МАРКА, МЯГКАЯ, (ПАЧ): {46.00, 78.80}         | -0,50 | -15,12 |
| 421 | 341 | БАГБИР, 5Л-БУТ, (ШТ): {1.00, 2.40}                         | -0,50 | -15,12 |
| 422 | 456 | ПАЛОЧКИ КУРИНЫЕ,(КГ): {5.00, 5.94}                         | -0,62 | -18,64 |
| 423 | 326 | КОФЕ ПЕЛЕ, 50Г, (ШТ): {3.00, 4.40}                         | -0,68 | -20,59 |

Необходимо отметить, что задача выявления фактически имеющих зависимости, и задача содержательного объяснения причин существования именно обнаруженных зависимостей, а не каких-либо других, т.е. задача *содержательной интерпретации обнаруженных зависимостей*, – это совершенно разные задачи. По мнению авторов,



задача интерпретации должна решаться специалистами в моделируемой предметной области, однако сама возможность применения обнаруженных зависимостей в практике прогнозирования и принятия решений не связано с наличием или отсутствием такой содержательной интерпретации или со степенью ее адекватности.

6.3. **Задача 4:** «Исследование предметной области» решается применением режимов системы «Эйдос», предназначенных для этих целей, которые приведены в работе [7]. Подробные примеры применения этих режимов приведены в работе [3-273]. Классификация исследовательских задач, которые могут решаться с применением системы «Эйдос», приведена в работе [7]. Здесь же отметим лишь, что задачи *одновременного* достижения высокой прибыли и рентабельности вполне совместимы, т.к. системы детерминации этих классов совпадают на 82%. Это видно из семантической сети классов, построенной на основе матрицы сходства обобщенных образов классов по их системам детерминации (рисунок 63).

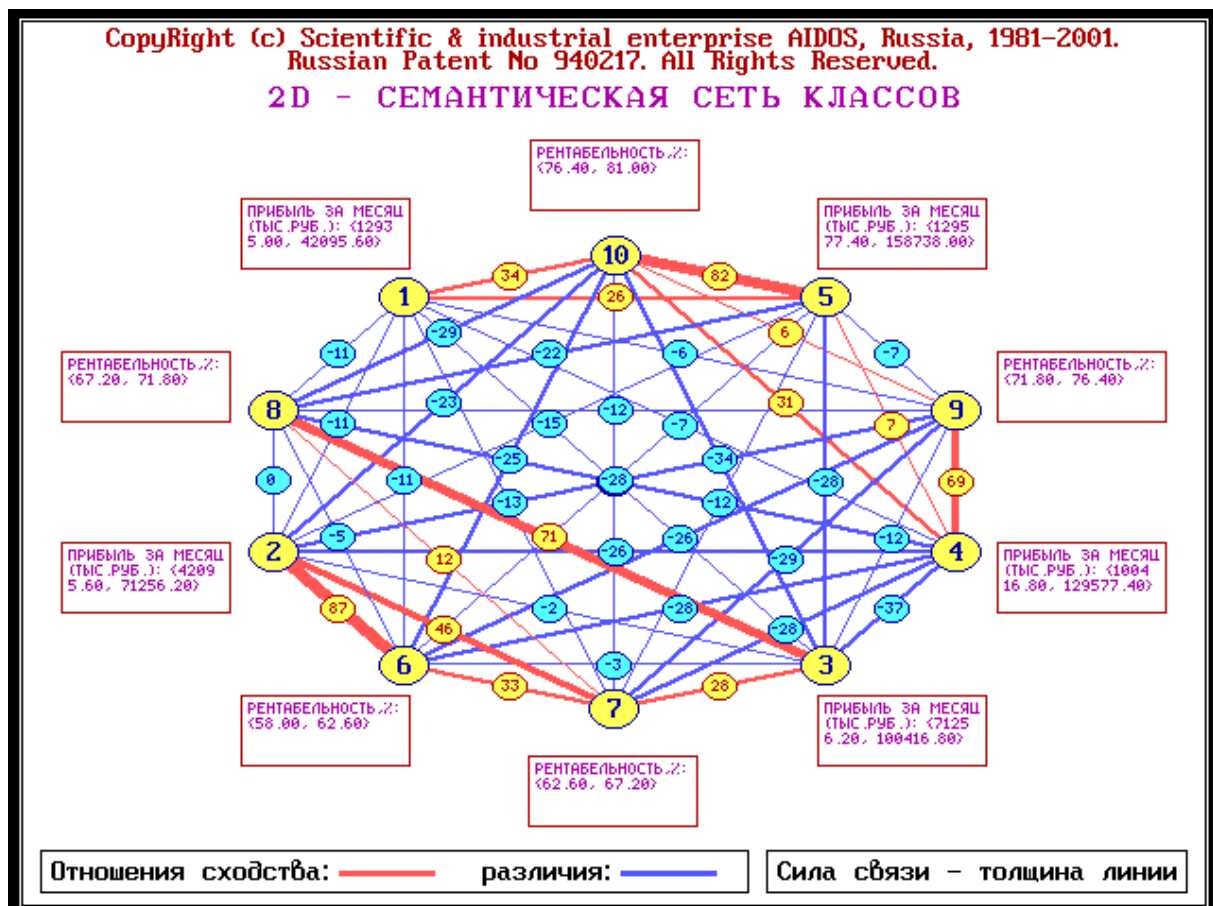


Рисунок 63. Семантическая сеть классов

7. Основной принцип оценки экономической эффективности разработанной методики (при условии ее применения в деятельности

реальной фирмы) состоит в том, что данная методика позволяет создать научно обоснованный *образ желательных продаж* (как и образ нежелательных), за счет чего рентабельность и прибыль компании повысится. Экономическая эффективность применения данной методики может оцениваться как разница между прибылью, полученной в условиях ее применения и прибылью без нее, причем прибыль, полученная в условиях применения методики учитывает и затраты на ее приобретение и применение.

8. При планировании данного исследования авторы ставили цель лишь оценить возможность применения технологии СК-анализа для решения задачи выбора номенклатуры и объема продаж. Данное исследование показало, что это возможно и перспективно. Представленный в работе вариант исследования имеет ряд ограничений и недостатков, в преодолении которых и состоит перспектива его развития. В частности можно было бы увеличить объем исследуемой выборки за счет увеличения периода времени, за который исследуется деятельность фирмы.

#### **Выводы.**

В работе описана технология применения системно-когнитивного анализа для создания на основе данных реальной торговой фирмы и применения в ней методики прогнозирования и поддержки принятия решений по такому выбору номенклатуры и объемов реализуемой продукции, которые обеспечивают получение максимальной прибыли и рентабельности.

## ГЛАВА 9. УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ЗНАНИЯМИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ФИРМЕ

*В данной главе:* описана интеллектуальная консалтинговая система, обеспечивающая выявление технологических знаний путем системно-когнитивного анализа бизнес-процессов, а также поддержку принятия решений по эффективному применению этих знаний с целью достижения заданных показателей хозяйственно-экономических эффективности. Приводится подробный численный пример применения системы на реальных данных одной из Кубанских фирм для выявления технологических знаний по выращиванию озимой пшеницы и применению этих знаний для поддержки принятия решений по выбору конкретной агротехнологии, обеспечивающей желаемые показатели урожайности озимой пшеницы, ее качества, а также прибыли и рентабельности. Предлагается применять наглядную многослойную графическую картографическую визуализацию результатов прогнозирования урожайности культуры (и сорта), качества, прибыли и рентабельности по полям фирмы.

### 9.1. Создание инструментария для управления технологическими знаниями в производственной фирме, как задача контроллинга

Цель фирмы, производящей те или иные виды продукции или оказывающей услуги, по крайней мере, как ее осознает собственник<sup>44</sup>, как правило, состоит в повышении прибыли, а также рентабельности. Наиболее очевидным способом увеличения прибыли является простое увеличение объема производства или оказанных услуг, т.е. экстенсивный путь, основанный на увеличении затрат. Повышение рентабельности также позволяет повысить прибыль, но без увеличения затрат, или получить ту же прибыль но с меньшими затратами. По своему экономическому смыслу рентабельность представляет собой эффективность используемого в фирме способа получения прибыли и обычно увеличение рентабельности предполагает технологическую модернизацию производства и его организации, внедрение инновационных технологий, т.е. его интенсификацию, поэтому этот путь называется интенсивным. Таким образом, путь достижения поставленной цели, а именно путь повышения прибыли фирмы, включает много

<sup>44</sup> С точки зрения населения цель фирмы состоит в удовлетворении его потребностей, а с точки зрения государства – в создании рабочих мест и отчислению в бюджет налогов и других обязательных платежей.

различных компонент, определяющей из которых является выбор конкретной технологии, обеспечивающей получение заданного результата.

Однако сам путь от ситуации, фактически сложившейся в фирме, к целевой ситуации, как правило, является далеко не идеальным.

Руководство любой фирмы постоянно решает проблему поиска и получения в свое распоряжение технологии, обеспечивающей увеличение прибыли и рентабельности фирмы при имеющихся и известных руководству фирмы ограничениях на оборотные средства, транспорт, сырье и материалы, средства их обработки, складские и торговые помещения, и т.п., и т.д., но при неизвестной руководству емкости рынка на тот период будущего времени, когда продукция будет произведена и предметно станет вопрос о ее реализации.

К методу решения поставленной проблемы предъявляются определенные требования, обусловленные имеющимися реалиями:

1. Метод должен обеспечивать решение сформулированной проблемы в условиях неполной (фрагментированной) зашумленной исходной информации большой размерности, не отражающей всех ограничений и ресурсов и не содержащей полных повторностей всех вариантов сочетаний прибыли, рентабельности, номенклатуры и объемов продукции, причем получение недостающей информации представляется принципиально невозможным.

2. Метод должен быть недорогим в приобретении и использовании, т.е. для этого должно быть достаточно одного стандартного персонального компьютера, недорогого лицензионного программного обеспечения и одного сотрудника, причем курс обучения этого сотрудника должен быть несложным для него, т.е. не предъявлять к нему каких-то сверхжестких нереалистичных требований.

3. Вся необходимая и достаточная исходная информация о бизнес-процессах для применения метода должна быть в наличии в самой фирме.

4. Метод должен быть адаптивным, т.е. оперативно учитывать изменения во всех компонентах моделируемой системы.

При решении поставленной проблемы руководство традиционно исходит из методик и рекомендаций, разработанных учеными и практиками для подобных по объему и направлению деятельности фирм.

Однако при этом остается открытым и нерешенным вопрос о том, насколько эти рекомендации эффективны с точки зрения достижения цели для данной конкретной фирмы.

Будем *предполагать*, что эти методики и рекомендации разработаны именно для достижения поставленной цели, а не какой-либо другой. Об этом приходится говорить явно, т.к. такое на практике встречается сплошь и рядом.

Первый вопрос состоит в том, насколько полно и верно эти методики и рекомендации учитывают как специфику конкретной фирмы, так и специфику того региона, в котором данная фирма действует. Это вопрос о том, соответствуют ли эти рекомендации *месту* их применения, т.е. о том, насколько они *локализованы*.

Второй не менее важный вопрос – это вопрос о степени соответствия этих методик и рекомендаций *времени* их применения, т.е. о том, на сколько полно и верно они отражают последние новейшие мировые и отечественные достижения и тенденции в этой области, т.е. на сколько они *адаптированы* ко времени их предполагаемого применения.

Таким образом, методики рекомендации, удовлетворяющие всем сформулированным требованиям, практически недоступны фирмам, чаще всего по той причине, что они просто не существуют или разработаны давно и в основном за рубежом, а создание их отечественных аналогов или локализация и адаптация являются чрезвычайно наукоемким и дорогим делом, да и коллективов, которые могли бы взяться за него, очень мало. Поэтому *на практике чаще всего применяются неадаптированные и нелокализованные методики, созданные вообще для других целей, чем те, для достижения которых их применяют*. Это означает, что традиционный способ решения поставленной проблемы – это ее решение почти «вручную» или практически «на глазок», и обычно это не позволяет решить ее на должном уровне и достаточно эффективно.

Применение компьютерных технологий для решения подобных задач наталкивается на ряд сложностей связанных с тем, что как сами математические модели, так и реализующий их программный инструментарий, а также исходная информация для их использования не удовлетворяют сформулированным выше требованиям.

Целью данной работы является решение поставленной проблемы путем разработки адаптивной методики, обеспечивающей:

– на основе анализа бизнес-процессов выявление *знаний* о влиянии технологических факторов на объемы и качество производимой продукции и оказанных услуг, а также на прибыль и рентабельность фирмы;

– использование этих знаний для *прогнозирования и поддержки принятия решений* о выборе таких сочетаний технологических факторов, которые обеспечили бы достижение цели фирмы.

*Для достижения поставленной цели* выбран метод системно-когнитивного анализа (АСК-анализ). Этот выбор был обусловлен тем, что данный метод является непараметрическим, позволяет корректно и сопоставимо обрабатывать тысячи градаций факторов и будущих состояний объекта управления при неполных (фрагментированных), зашумленных данных различной природы, т.е. измеряемых в различных единицах измерения. Для метода АСК-анализа разработаны и методика численных расчетов, и соответствующий программный инструментарий, а также технология и методика их применения. Они прошли успешную апробацию при решении ряда задач в различных предметных областях [3-273]. Наличие инструментария АСК-анализа (базовая система "Эйдос") [7] позволяет не только осуществить синтез семантической информационной модели (СИМ), но и периодически проводить адаптацию и синтез ее новых версий, обеспечивая тем самым отслеживание динамики предметной области и сохраняя высокую адекватность модели в изменяющихся условиях. Важной особенностью АСК-анализа является возможность единообразной числовой обработки разнотипных по смыслу и единицам измерения числовых и нечисловых данных. Это обеспечивается тем, что нечисловым величинам тем же методом, что и числовым, приписываются сопоставимые в пространстве и времени, а также между собой, количественные значения, позволяющие обрабатывать их как числовые: на первых двух этапах АСК-анализа числовые величины сводятся к интервальным оценкам, как и информация об объектах нечисловой природы (фактах, событиях) (этот этап реализуется и в методах интервальной статистики); на третьем этапе АСК-анализа всем этим величинам по единой методике, основанной на системном обобщении семантической теории информации А.Харкевича, сопоставляются количественные величины (имеющие смысл количества информации в признаке о принадлежности объекта к классу), с которыми в дальнейшем и производятся все операции моделирования (этот этап является уникальным для АСК-анализа).

В работе [7] приведен перечень этапов системно-когнитивного анализа, которые необходимо выполнить, чтобы осуществить синтез модели объекта управления, решить с ее применением задачи прогнозирования и поддержки принятия решений, а также провести иссле-

дование объекта моделирования путем исследования его модели. Учитывая эти этапы АСК-анализа выполним декомпозицию цели работы в последовательность задач, решение которых обеспечит ее поэтапное достижение:

1. Когнитивная структуризация предметной области и формальная постановка задачи, проектирование структуры и состава исходных данных.

2. Формализация предметной области.

2.1. Получение исходных данных запланированного состава в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации (обычно в форме базы данных какого-либо стандарта или Excel-формы).

2.2. Разработка стандартной Excel-формы для представления исходных данных.

2.3. Преобразование исходных данных из исходных баз данных в стандартную электронную Excel-форму.

2.4. Контроль достоверности исходных данных и исправление ошибок.

2.5. Использование стандартного программного интерфейса системы «Эйдос» для преобразования исходных данных из стандартной Excel-формы в базы данных системы "Эйдос" (импорт данных).

3. Синтез семантической информационной модели (СИМ), т.е. решение **задачи 1: "Многокритериальная типизация** хозяйственно-экономических результатов деятельности фирмы по объемам и качеству произведенных продукции и услуг, полученной прибыли и рентабельности по обуславливающим эти результаты технологическим факторам".

4. Измерение адекватности СИМ.

5. Повышение эффективности СИМ.

6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области.

6.1. **Задача 2:** "Разработка методики **прогнозирования** влияния технологических факторов на объемы производства продукции и услуг, их качество, на прибыль и рентабельность фирмы".

6.2. **Задача 3:** "Разработка методики **поддержки принятия решений** о выборе таких технологических факторов, которые бы обес-

печили бы производство заданных объемов продукции и услуг заданного качества, а также заданную прибыль и рентабельность фирмы".

#### 6.3. Задача 4: «Исследование предметной области»

7. Разработка принципов оценки экономической эффективности разработанных технологий при их применении в торговой фирме.

8. Исследование ограничений разработанной технологии и перспектив ее развития.

Кратко рассмотрим решение этих задач.

## 9.2. Когнитивно-целевая структуризация предметной области

Для этого в качестве *примера* рассмотрим фирму, занимающуюся производством и переработкой сельскохозяйственной различной продукции, находящуюся в Краснодарском крае (название фирмы мы не приводим в связи с конфиденциальностью предоставленной ей информации). Из всех видов продукции, производимых фирмой, для исследования мы выбрали *озимую пшеницу*. Необходимо отметить, что как выбор для исследования фирмы определенного направления деятельности, так и выбор конкретного вида продукции фирмы, является непринципиальным с точки зрения разрабатываемой методики, т.е. *все разрабатываемые интеллектуальные технологии применимы и для фирм с другими направлениями и объемами деятельности и другими видами продукции и услуг*.

1. Когнитивная структуризация предметной области это 1-й этап формальной постановки задачи, на котором решается, какие параметры будут рассматриваться в качестве причин, а какие – следствий или результатов. На этом этапе было решено рассматривать

в качестве следствий, т.е. классов – основные результирующие хозяйственные и экономические показатели деятельности фирмы:

Урожайность (ц/га).

Качество.

Прибыль (тыс.руб./га).

Прибыль (тыс.руб/поле).

Удельная прибыль (тыс.у.е./поле).

Удельная прибыль (у.е./га).

в качестве причин (факторов): – различные агротехнологические факторы:

Площадь поля (га) .

Сорт озимой пшеницы.



Предшественник 1 год назад.  
 Предшественник 2 года назад.  
 Предшественник 3 года назад.  
 Предшественник 4 года назад.  
 Предшественник 5 лет назад.  
 Предшественник 6 лет назад.  
 Предшественник 7 лет назад.  
 Предшественник 8 лет назад.  
 Предшественник 9 лет назад.  
 Предшественник 10 лет назад.  
 Обработка почвы (способ и глубина (см))  
 Посев (способ и норма высева (кг/га))  
 Основные внесенные удобрения (кг/га д.в.)  
 Борьба с вредителями (препарат и доза)  
 Борьба с сорняками (препарат и доза)  
 Подкормка при севе  
 1-я подкормка  
 2-я подкормка  
 3-я подкормка  
 Микро и макро элементы (снижение стресса)  
 Борьба с болезнями (препарат и доза)

### **9.3. Формализация предметной области**

На этапе формализации предметной области (постановки задачи), исходя из результатов когнитивной структуризации, было осуществлено проектирование структуры и состава исходных данных.

2.1. Исходные данные запланированного состава *были получены* в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации. В полученной базе данных представлены данные по годам о хозяйственно-экономических результатах выращивания озимой пшеницы на различных полях за 10 лет с 1999 по 2009 год, всего 89 примеров. Этого достаточно для целей данной работы, за что авторы благодарны руководству данной фирмы.

2.2. Была разработана стандартная Excel-форма для представления исходных данных (таблица 24), в которой и были получены данные:

Таблица 51 – ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ (ФРАГМЕНТ)

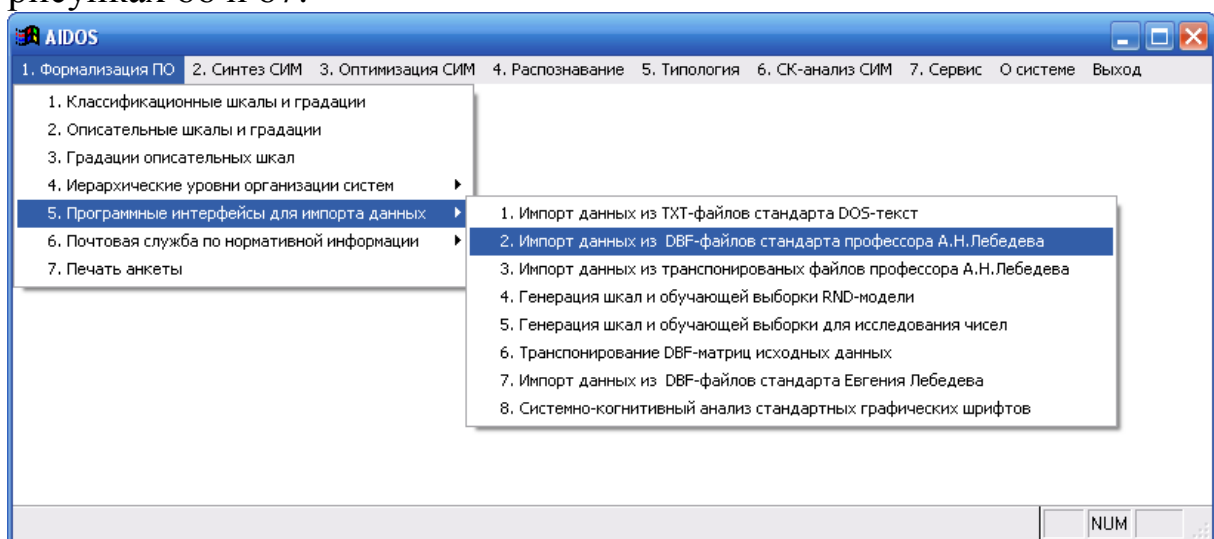
| Год,<br>№ поля | Результаты – классы   |          |                          |                            |  |                                  | Причины – факторы →... |                           |  |   |
|----------------|-----------------------|----------|--------------------------|----------------------------|--|----------------------------------|------------------------|---------------------------|--|---|
|                | Урожайность<br>(ц/га) | Качество | Прибыль<br>(тыс.руб./га) | Прибыль<br>(тыс.руб./поле) | Удельная<br>прибыль<br>(тыс.у.е./поле) | Удельная<br>прибыль<br>(у.е./га) | Площадь (га)           | Сорт<br>озимой<br>пшеницы | Пред-<br>шест-<br>венник<br>1 год<br>назад | Пред-<br>шест-<br>венник<br>2 года<br>назад |
| 1999 П1        | 38,0                  | 5 класс  | 2,400                    | 304,800                    | 14,514                                 | 114                              | 127                    | Половчанка                | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 1999 П10       | 40,8                  | 4 класс  | 4,100                    | 282,900                    | 13,470                                 | 195                              | 69                     | Ника-кубани               | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 1999 П11       | 38,8                  | 5 класс  | 3,900                    | 214,500                    | 10,210                                 | 186                              | 55                     | Офелия элита              | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 1999 П12       | 42,1                  | 4 класс  | 4,200                    | 289,800                    | 13,800                                 | 200                              | 69                     | Скифянка                  | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 1999 П18       | 35,1                  | 5 класс  | 3,570                    | 367,710                    | 17,510                                 | 170                              | 103                    | Офелия элита              | Кук.зерно                                  | Озим.пшеница                                |
| 1999 П19       | 39,5                  | 4 класс  | 3,940                    | 445,220                    | 21,200                                 | 188                              | 113                    | Новокубанка               | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 1999 П20       | 34,7                  | 4 класс  | 3,600                    | 259,200                    | 12,342                                 | 171                              | 72                     | Новокубанка               | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 1999 П6        | 43,1                  | 4 класс  | 4,100                    | 348,500                    | 16,590                                 | 195                              | 85                     | Офелия элита              | Мног.травы                                 | Кук.зерновая                                |
| 1999 П8        | 32,4                  | 4 класс  | 4,200                    | 445,200                    | 21,200                                 | 200                              | 106                    | Скмфянка                  | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2000 П1        | 36,7                  | 5 класс  | 3,500                    | 444,500                    | 12,347                                 | 97                               | 127                    | Эхо                       | Озим.пшеница                               | Подсолнечник                                |
| 2000 П10       | 32,2                  | 5 класс  | 3,100                    | 213,900                    | 5,940                                  | 86                               | 69                     | Офелия                    | Озим.пшеница                               | Сах.свекла                                  |
| 2000 П14       | 45,7                  | 4 класс  | 5,900                    | 424,800                    | 11,800                                 | 164                              | 72                     | Крошка                    | Горох                                      | Озим.ячмень                                 |
| 2000 П15       | 32,2                  | 5 класс  | 3,100                    | 151,900                    | 4,219                                  | 86                               | 49                     | Крошка                    | Горох                                      | Озим.ячмень                                 |
| 2000 П2        | 34,5                  | 4 класс  | 3,900                    | 495,300                    | 13,750                                 | 108                              | 127                    | Половчанка                | Сах.свекла                                 | Озим.ячмень                                 |
| 2000 П5        | 32,1                  | 5 класс  | 3,480                    | 389,760                    | 10,820                                 | 97                               | 112                    | Крошка                    | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2000 П6        | 35,3                  | 5 класс  | 3,500                    | 297,500                    | 8,260                                  | 97                               | 85                     | Офелия                    | Озим.пшеница                               | Мног.травы                                  |
| 2000 П9        | 34,7                  | 4 класс  | 3,500                    | 406,000                    | 11,270                                 | 97                               | 116                    | Купава                    | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2001 П11       | 48,8                  | 4 класс  | 7,300                    | 401,500                    | 13,987                                 | 254                              | 55                     | Княжна                    | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2001 П12       | 44,5                  | 4 класс  | 7,010                    | 483,690                    | 16,850                                 | 244                              | 69                     | Крошка                    | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2001 П17       | 60,0                  | 3 класс  | 7,800                    | 468,000                    | 16,300                                 | 272                              | 60                     | Крошка                    | Горох                                      | Озим.ячмень                                 |
| 2001 П18       | 36,0                  | 5 класс  | 5,030                    | 518,090                    | 18,050                                 | 175                              | 103                    | Половчанка                | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2001 П19       | 40,0                  | 4 класс  | 4,780                    | 540,140                    | 18,820                                 | 167                              | 113                    | Крошка                    | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2001 П20       | 44,0                  | 3 класс  | 5,200                    | 374,400                    | 13,045                                 | 181                              | 72                     | Эхо                       | Горох                                      | Озим.пшеница                                |
| 2001 П7        | 44,4                  | 4 класс  | 4,960                    | 386,880                    | 13,480                                 | 173                              | 78                     | Офелия                    | Кук.зерно                                  | Озим.ячмень                                 |
| 2001 П8        | 45,2                  | 4 класс  | 5,280                    | 559,680                    | 19,500                                 | 184                              | 106                    | Половчанка                | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2002 П1        | 55,4                  | 3 класс  | 7,200                    | 914,400                    | 29,028                                 | 229                              | 127                    | Офелия                    | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2002 П10       | 47,2                  | 5 класс  | 5,960                    | 411,240                    | 13,055                                 | 189                              | 69                     | Княжна                    | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2002 П14       | 56,2                  | 4 класс  | 6,960                    | 501,120                    | 15,908                                 | 221                              | 72                     | Княжна                    | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2002 П15       | 53,8                  | 4 класс  | 6,840                    | 335,160                    | 10,640                                 | 217                              | 49                     | Уманка                    | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2002 П16       | 54,7                  | 4 класс  | 6,950                    | 479,550                    | 15,220                                 | 221                              | 69                     | Уманка                    | Подсолнечник                               | Озим.ячмень                                 |
| 2002 П2        | 52,5                  | 3 класс  | 7,060                    | 896,620                    | 28,460                                 | 224                              | 127                    | Крошка                    | Горох                                      | Озим.пшеница                                |
| 2002 П4        | 60,2                  | 3 класс  | 7,700                    | 1070,300                   | 33,970                                 | 244                              | 139                    | Крошка                    | Мног.травы                                 | Мног.травы                                  |
| 2002 П6        | 55,3                  | 4 класс  | 6,960                    | 591,600                    | 18,780                                 | 221                              | 85                     | Княжна                    | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2002 П8        | 58,4                  | 4 класс  | 6,600                    | 699,600                    | 22,200                                 | 209                              | 106                    | Половчанка                | Озим.пшеница                               | Подсолнечник                                |
| 2002 П9        | 47,3                  | 3 класс  | 6,580                    | 763,280                    | 24,230                                 | 209                              | 116                    | Уманка                    | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2003 П11       | 55,2                  | 4 класс  | 7,600                    | 418,000                    | 13,350                                 | 243                              | 55                     | Дея                       | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2003 П12       | 51,0                  | 4 класс  | 7,300                    | 503,700                    | 16,090                                 | 233                              | 69                     | Уманка                    | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2003 П17       | 48,5                  | 4 класс  | 7,980                    | 478,800                    | 15,290                                 | 255                              | 60                     | Лира                      | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2003 П18       | 53,8                  | 3 класс  | 8,000                    | 824,000                    | 26,320                                 | 256                              | 103                    | Дея                       | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2003 П19       | 54,2                  | 4 класс  | 8,230                    | 929,990                    | 29,710                                 | 263                              | 113                    | Лира                      | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2003 П2        | 36,0                  | 5 класс  | 4,800                    | 609,600                    | 19,470                                 | 153                              | 127                    | Княжна                    | Озим.пшеница                               | Горох                                       |
| 2003 П20       | 46,9                  | 4 класс  | 7,060                    | 508,320                    | 16,240                                 | 226                              | 72                     | Крошка                    | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2003 П3        | 49,0                  | 4 класс  | 5,900                    | 637,200                    | 20,360                                 | 189                              | 108                    | Крошка                    | Мног.травы                                 | Мног.травы                                  |
| 2004 П1        | 54,3                  | 3 класс  | 5,600                    | 711,200                    | 24,954                                 | 196                              | 127                    | Победа-50                 | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2004 П13       | 52,0                  | 4 класс  | 5,300                    | 397,500                    | 13,940                                 | 186                              | 75                     | Финт                      | Мног.травы                                 | Мног.травы                                  |
| 2004 П16       | 50,8                  | 4 класс  | 5,600                    | 386,400                    | 13,550                                 | 196                              | 69                     | Финт                      | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2004 П4        | 44,0                  | 4 класс  | 7,200                    | 1000,800                   | 35,110                                 | 253                              | 139                    | Селлта                    | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2004 П5        | 40,0                  | 5 класс  | 5,600                    | 627,200                    | 22,000                                 | 196                              | 112                    | Дон-95                    | Кук.силосная                               | Кук.зерно                                   |
| 2004 П6        | 50,0                  | 3 класс  | 7,800                    | 663,000                    | 23,280                                 | 274                              | 85                     | Селянка                   | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2004 П8        | 58,0                  | 4 класс  | 6,400                    | 678,400                    | 23,800                                 | 225                              | 106                    | Лира                      | Кук.зерно                                  | Озим.пшеница                                |
| 2005 П10       | 70,0                  | 5 класс  | 2,000                    | 138,000                    | 5,000                                  | 72                               | 69                     | Победа-50                 | Сах.свекла                                 | Кук.зерно                                   |
| 2005 П11       | 68,2                  | 5 класс  | 2,500                    | 137,500                    | 4,940                                  | 90                               | 55                     | Победа-50                 | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2005 П12       | 64,8                  | 5 класс  | 2,700                    | 186,300                    | 6,700                                  | 97                               | 69                     | Селянка                   | Кук.силосная                               | Озим.пшеница                                |
| 2005 П17       | 60,5                  | 5 класс  | 2,100                    | 126,000                    | 4,530                                  | 76                               | 60                     | Победа-50                 | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2005 П18       | 59,6                  | 4 класс  | 1,600                    | 164,800                    | 5,920                                  | 57                               | 103                    | Зимородок                 | Кук.зерно                                  | Озим.пшеница                                |
| 2005 П19       | 65,8                  | 4 класс  | 1,900                    | 214,700                    | 7,700                                  | 68                               | 113                    | Батько                    | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2005 П3        | 62,8                  | 5 класс  | 1,680                    | 181,440                    | 6,526                                  | 60                               | 108                    | Татьяна                   | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2005 П7        | 61,2                  | 5 класс  | 2,640                    | 205,920                    | 7,400                                  | 95                               | 78                     | Селянка                   | Кук.зерно                                  | Озим.ячмень                                 |
| 2006 П13       | 61,2                  | 3 класс  | 10,600                   | 795,000                    | 28,800                                 | 384                              | 75                     | Батько                    | Сах.свекла                                 | Озим.пшеница                                |
| 2006 П14       | 58,8                  | 3 класс  | 10,000                   | 720,000                    | 26,080                                 | 362                              | 72                     | Зимородок                 | Соя  | Озим.ячмень                                 |
| 2006 П15       | 68,8                  | 3 класс  | 11,200                   | 548,800                    | 19,884                                 | 406                              | 49                     | Краснодарская-99          | Мног.травы                                 | Озим.ячмень                                 |
| 2006 П4        | 67,8                  | 3 класс  | 10,800                   | 1501,200                   | 54,390                                 | 391                              | 139                    | Таня                      | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |
| 2006 П5        | 65,9                  | 3 класс  | 10,600                   | 1187,200                   | 43,010                                 | 384                              | 112                    | Краснодарская-99          | Подсолнечник                               | Озим.пшеница                                |

2.3. Исходные данные из Excel-формы, представленной в таблице 24, были преобразованы средствами Excel в стандартную для программного интерфейса \_152 системы "Эйдос" электронную Excel-форму, которая отличается от приведенной в таблице 24 отсутствием горизонтальной шапки.

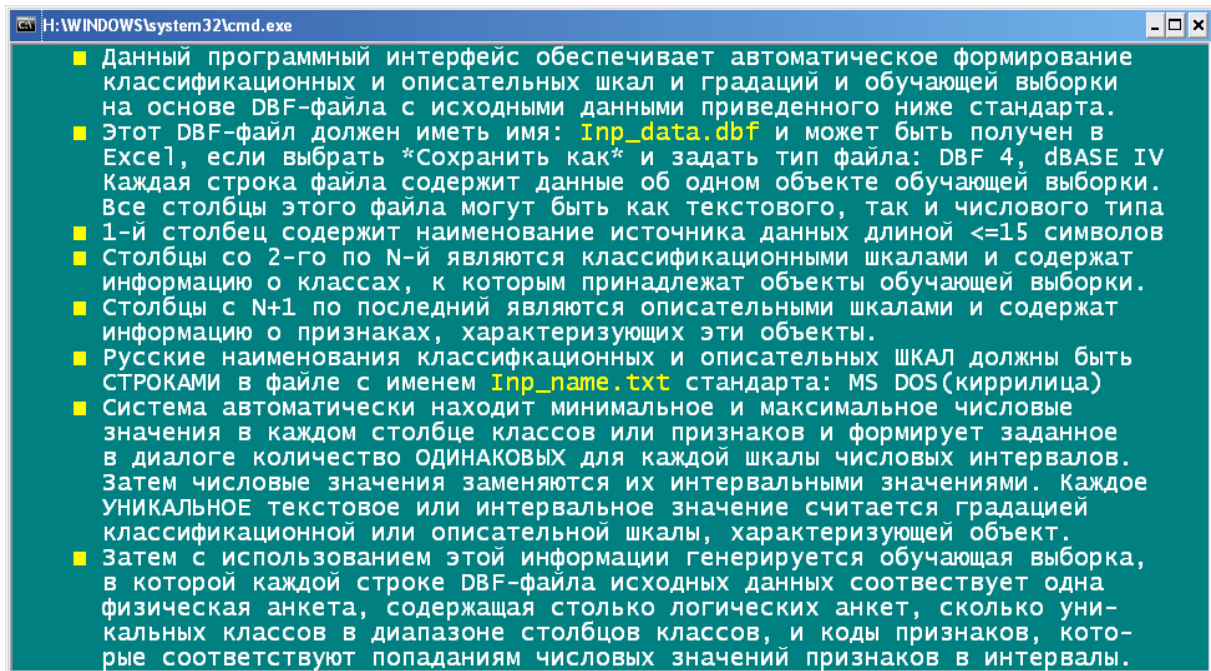
2.4. На этапе контроля достоверности исходных данных было обнаружено, что в исходной базе данных в поле «Удельная прибыль (у.е./га)» значения были приведены в таких единицах измерения (Тыс.у.е./га), которые не позволяют рационально использовать разрядную сетку. Кроме того, в поле «Качество» в примере по полю №14 за 2002 год качество указано нестандартно: «IV-кл», вместо: «4 класс», как обычно. Все это было исправлено.

2.5. Затем Excel-форма, приведенная на таблице 24 с применением sCalc из пакета OpenOffice была записана в стандарте DBF MS DOS-кириллица с именем Inp\_data.dbf. Информация ее шапки была представлена в виде отдельного текстового файла стандарта MS DOS с именем: Inp\_name.txt. Для этого шапка была скопирована из Excel в MS Word, затем таблица преобразована в текст с концом абзаца после каждого заголовка столбца, текст был выровнен по левому краю и 1-е буквы сделаны большими, как в предложениях.

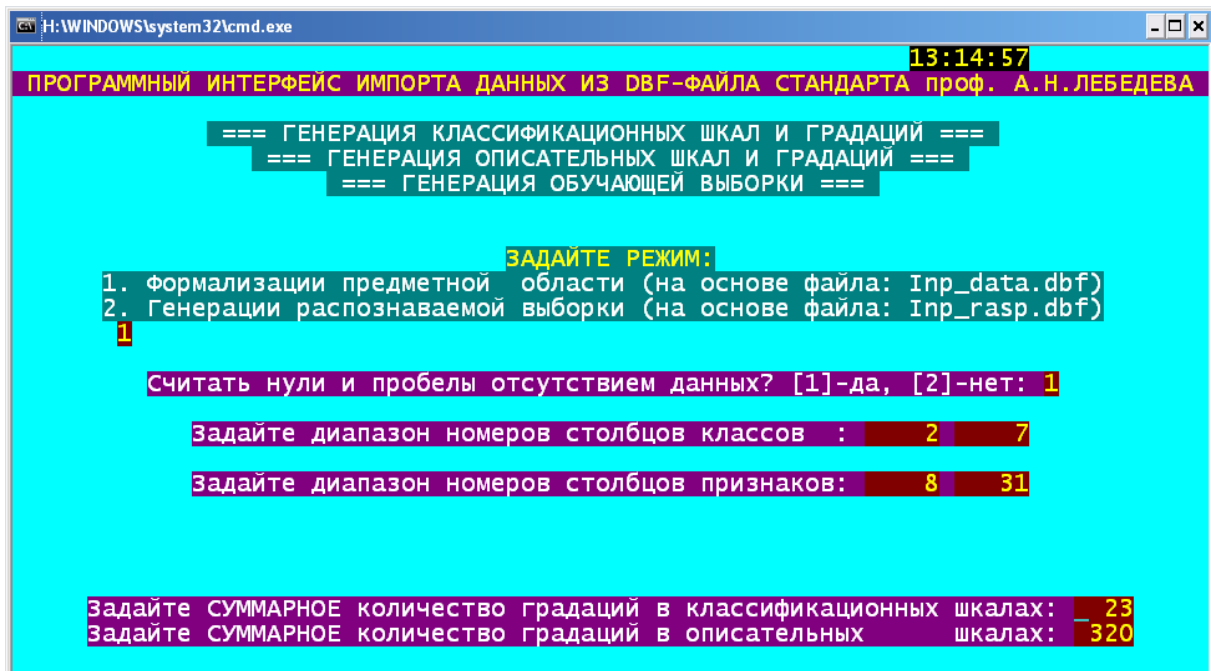
Все это сделано в соответствии с требованиями стандартного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных: режим \_152. Экранная форма вызова данного программного интерфейса приведена на рисунке 64, help режима приведен на рисунке 45, экранные формы самого программного интерфейса \_152 приведены на рисунках 66 и 67:



**Рисунок 64. Экранная форма вызова режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**



**Рисунок 65. Требования стандартного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных: режим \_152 (последняя DOS-версия 12.5)**



**Рисунок 66. Первая экранная форма режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**



**Рисунок 67. Вторая экранная форма режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

В результате работы данного программного интерфейса *автоматически* получают исходный справочник классов распознавания, справочник признаков, а также обучающая выборка, представляющая собой закодированные в соответствии с этими справочниками строки из таблицы 51 (таблица 52 – таблица 55):

**Таблица 52 – Справочник классов (интервальные значения классификационных шкал)**

| KOD | NAME  |
|-----|---|
| 1   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93}                |
| 2   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76}                |
| 3   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59}                |
| 4   | КАЧЕСТВО-1 класс                                  |
| 5   | КАЧЕСТВО-2 класс                                  |
| 6   | КАЧЕСТВО-3 класс                                  |
| 7   | КАЧЕСТВО-4 класс                                  |
| 8   | КАЧЕСТВО-5 класс                                  |
| 9   | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {1.60, 7.77}               |
| 10  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {7.77, 13.93}              |
| 11  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {13.93, 20.10}             |
| 12  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {126.00, 973.60}         |
| 13  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {973.60, 1821.20}        |
| 14  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {1821.20, 2668.80}       |
| 15  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49}   |
| 16  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {41.49, 78.76}  |
| 17  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {78.76, 116.03} |
| 18  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {57.48, 329.61}       |
| 19  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {329.61, 601.74}      |
| 20  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {601.74, 873.87}      |

**Таблица 53 – Справочник наименований факторов  
(описательных шкал)**

| KOD | NAME                                      |
|-----|---|
| 1   | ПЛОЩАДЬ (ГА)                              |
| 2   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ                         |
| 3   | ПРЕДШЕСТ. 1                               |
| 4   | ПРЕДШЕСТ. 2                               |
| 5   | ПРЕДШЕСТ. 3                               |
| 6   | ПРЕДШЕСТ. 4                               |
| 7   | ПРЕДШЕСТ. 5                               |
| 8   | ПРЕДШЕСТ. 6                               |
| 9   | ПРЕДШЕСТ. 7                               |
| 10  | ПРЕДШЕСТ. 8                               |
| 11  | ПРЕДШЕСТ. 9                               |
| 12  | ПРЕДШЕСТ. 10                              |
| 13  | ОБРАБОТКА ПОЧВЫ(СПОСОБ И ГЛУБИНА (СМ))    |
| 14  | ПОСЕВ (СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА (КГ/ГА))     |
| 15  | ОСНОВН.ВНЕСЕН.УДОБ.(КГ/ГА Д.В.)           |
| 16  | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)         |
| 17  | БОРЬБА С СОРНЯКАМИ (ПРЕПАРАТ И ДОЗА)      |
| 18  | ПОДКОРМКА ПРИ СЕВЕ                        |
| 19  | 1-Я ПОДКОРМКА                             |
| 20  | 2-Я ПОДКОРМКА                             |
| 21  | 3-Я ПОДКОРМКА                             |
| 22  | МИКРО И МАКРО ЭЛЕМЕНТЫ (СНИЖЕНИЕ СТРЕССА) |
| 23  | БОРЬБА С БОЛЕЗНЯМИ (ПРЕПАРАТ И ДОЗА)      |

**Таблица 54 – Справочник наименований  
интервальных значений факторов  
(градаций описательных шкал) (фрагмент)**

| KOD | NAME                               |
|-----|------------------------------------|
| 1   | ПЛОЩАДЬ (ГА): {49.00, 79.00}       |
| 2   | ПЛОЩАДЬ (ГА): {79.00, 109.00}      |
| 3   | ПЛОЩАДЬ (ГА): {109.00, 139.00}     |
| 4   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Батько           |
| 5   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита             |
| 6   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Восторг          |
| 7   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Грация           |
| 8   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дея              |
| 9   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дон-95           |
| 10  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Зимородок        |
| 11  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Княжна           |
| 12  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Краснодарская-99 |
| 13  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Крошка           |
| 14  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Купава           |
| 15  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Лира             |
| 16  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Москвич          |
| 17  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Ника-кубани      |
| 18  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Новокубанка      |
| 19  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Офелия           |
| 20  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Офелия элита     |
| 21  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Победа-50        |
| 22  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Половчанка       |
| 23  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Селлта           |
| 24  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Селянка          |
| 25  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Скифянка         |
| 26  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Скмфянка         |
| 27  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Таня             |
| 28  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Татьяна          |
| 29  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Уманка           |
| 30  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Финт             |
| 31  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Фортуна          |
| 32  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Эхо              |
| 33  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-дея              |
| 34  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-зимородок        |
| 35  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-офелия элита     |
| 36  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-половчанка       |
| 37  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-уманка           |

Таблица 55 – АНКЕТА обучающей выборки № 1

| Код   | Наименования классов распознавания              |
|---|---|
| 1   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93}              |
| 8   | КАЧЕСТВО-5 класс                                |
| 9   | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {1.60, 7.77}             |
| 12  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {126.00, 973.60}       |
| 15  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49} |
| 18  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {57.48, 329.61}     |
| К о д ы п е р в и ч н ы х п р и з н а к о в |   |
| 3   | 22 44 52 59 71 83 90 95 110 121 136 144 240     |

04-05-10 13:47:57 г. Краснодар

Универсальная когнитивная аналитическая система нпп \*Эйдос\*

Таким образом, данным программным интерфейсом *полностью автоматизируется* этап СК-анализа, называемый "Формализация предметной области".

#### 9.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области

3. В результате синтеза семантической информационной модели решена **задача 1: "Многокритериальная типизация** хозяйственно-экономических результатов деятельности фирмы по объемам и качеству произведенных продукции и услуг, полученной прибыли и рентабельности по обуславливающим эти результаты технологическим факторам".

Решение этой задачи осуществлялось в ряд этапов:

Этап-1. Расчет матрицы сопряженности (матрицы абсолютных частот), связывающей частоты **фактов** совместного наблюдения в исходной выборке интервальных значений классов и факторов. Всего этих фактов исследовано **9138**, что и составляет объем выборки. По своей форме матрица абсолютных частот является *базой данных*, т.к. в ней содержится способа содержательной смысловой интерпретации данных.

Этап-2. На основе базы данных абсолютных частот рассчитываются *информационные базы* условных и безусловных процентных распределений или частостей, которые при увеличении объема исходной выборки стремятся к предельным значениям: вероятностям. Имея это в виду и несколько упрощая считается допустимым, как это принято в литературе, называть их условными и безусловными вероятностями. По своей форме матрицы условных и безусловных вероятностей является *информационными базами*, т.к. в них содержится

способ содержательной смысловой интерпретации данных, т.е. уже по сути информации [127].

Этап-3. На основе информационной базы условных и безусловных вероятностей рассчитывается *база знаний*. Есть все основания так называть ее, т.к. в ней не только содержится результат содержательной смысловой интерпретации данных, но и оценка их *полезности* для достижения *целевых* состояний объекта управления и избегания нежелательных (нецелевых), т.е. по сути *знания*, которые можно непосредственно использовать для управления моделируемым объектом [127] (таблица 56).

**Таблица 56 – База знаний о силе и направлении влияния значений факторов на переход моделируемого объекта в состояния, соответствующие классам (Бит × 100) (фрагмент)**

| KOD | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 41  | 7   | 5   | -18 |     | -7  | -30 | 17  | -5  | 14  | -29 | -24 | 8   | -61 | 9   | 7   |     | 23  | 15  | -69 | -18 |
| 42  | 10  | -14 | 9   |     |     | 36  | 11  |     | 8   | -2  |     | 6   | -14 |     | 10  |     |     | 2   | 11  |     |
| 43  | 43  | -14 |     |     |     |     | -8  | 55  | 19  | -35 |     | 6   | -14 |     | 10  |     |     | 13  | -22 |     |
| 44  | -19 | 5   | 7   |     | 11  | -12 | -4  | 4   | -9  | 13  | -6  | -3  | 9   | -6  | -5  | 23  | 8   | -3  | 9   | 1   |
| 45  | 4   | -3  | -4  |     | 8   | -5  | 8   | -10 | -1  | -8  | 23  | -4  | 13  | -10 | -1  | 9   | 4   | -4  | -2  | 16  |
| 46  |     | 26  | -2  | 142 | 28  | 38  |     |     |     | 39  | 44  | -49 | 40  | 77  | -54 | 62  |     |     | 51  | 50  |
| 47  | 62  |     |     |     |     |     |     | 74  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     |     | 21  |     |
| 48  | -4  | -28 | 28  |     | 26  |     |     | 61  | -5  | -15 | 42  | 1   |     | 75  | -4  |     | 88  | -12 | -3  | 48  |
| 49  | 62  |     |     |     |     |     | 44  |     | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     |     | 21  |     |
| 50  |     |     | 61  |     | 92  |     |     |     |     |     | 107 |     | 71  |     |     | 93  |     |     |     | 114 |
| 51  | -14 | -6  | 18  |     | 16  | -8  | 0   | -2  | 17  |     | 31  | -9  | -6  | 64  | -1  |     | 78  | 11  |     | 38  |
| 52  | 2   | 3   | -8  | 11  | -17 | 6   | 6   | -11 | 3   | -2  | -11 | 3   | -6  | -21 | 2   | -3  | -40 | 4   | -6  | -15 |
| 53  | 10  | -4  | -4  |     | 7   | 3   | 2   | -11 | -5  | 17  |     | 1   | 5   |     | 1   | 8   |     | -4  | 21  |     |
| 54  | 29  | 5   |     |     |     |     | 11  | 41  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 55  | 29  | 5   |     |     |     |     | 11  | 41  | -5  | 17  |     | -18 | 38  |     | 10  |     |     | -12 | 30  |     |
| 56  | 17  | 7   |     |     | -5  |     | 32  | -22 | 16  | -46 | 11  | 11  | -26 |     | 5   | -4  |     | 17  |     |     |
| 57  | 10  | 19  |     |     | 40  | 17  |     | 22  | -24 | 31  |     | -4  | 19  |     | -10 | 41  |     | -31 | 44  |     |
| 58  | 62  |     |     |     |     |     | 11  | 41  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 59  | -1  | -6  | 9   |     | -36 | 25  | -8  | -2  | -2  | 14  |     | 4   | -6  |     | 3   | -3  |     | 11  | -14 |     |
| 60  | -42 | -33 | 42  |     | -12 | 17  | 5   | -30 | 0   | -21 | 36  | -4  | -1  | 36  | 4   |     | 50  | -7  | -9  | 43  |
| 61  | 26  | -4  | -40 |     | -10 | -66 | 8   | 25  | 18  | -51 | -27 | 6   | -12 |     | 4   | -9  |     | 12  | -39 | -20 |
| 62  | 62  |     |     |     |     |     | -8  | 55  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 63  | -33 | 9   | 10  | 78  | -3  | 26  | -18 | -21 | -8  | 7   | 12  | 1   | -24 | 45  | -5  | -2  | 26  | -14 | 20  | 19  |
| 64  | -22 | 13  | -4  |     | 8   | -16 | 3   | -10 | -13 | 18  | -10 | -4  | 6   | 23  | -3  | 9   | 37  | -11 | 22  | -3  |
| 65  |     | 19  | 9   |     | 40  | 17  | -8  |     |     | 31  | 55  |     | 71  |     | -10 | 41  |     | -31 | 11  | 62  |
| 66  | 29  | 5   |     |     |     |     | 44  |     | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 67  |     | -14 | 42  |     |     | 49  | -8  |     | -24 | 31  |     |     | 71  |     | -10 | 41  |     | -31 | 44  |     |
| 68  | 29  |     | 28  |     |     | 36  |     | 41  | -5  | 17  |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 69  | 51  |     | -15 |     | 16  |     | 0   | 31  | 17  |     | 31  | 4   | -6  |     | -1  | 17  |     | 11  |     | 38  |
| 70  | -37 | 5   | 15  |     | -7  | -30 | 22  | -24 | 14  | -48 | 9   | 1   | -28 | 42  | 3   |     | 56  | 8   | -36 | 15  |
| 71  | 6   | -2  | -5  | 21  | 0   | 2   | -3  | 4   | -2  | 6   | -11 | 2   | -9  | 8   | 1   | -6  | 3   | 0   | 4   | -18 |
| 72  | -46 | 22  | -14 |     | -16 | 12  | 12  |     | -4  | -6  | 32  | 5   | -5  |     | -0  | 17  |     | -2  | -13 | 38  |
| 73  | 22  | -2  | -31 |     |     | -24 | 17  | 15  | 20  | -42 |     | 8   | -22 |     | 10  |     |     | 14  | -29 |     |
| 74  | 18  | 14  |     |     | 16  |     | 0   | 31  | 17  | -26 |     | 4   | -6  |     | -1  | 17  |     | 11  | -14 |     |
| 75  | 43  |     | 9   |     |     | 17  | -8  | 22  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 76  |     | 14  | 18  |     | 16  | -8  | 0   | -2  | -49 | 26  | 31  | -9  | -6  | 64  | -1  |     | 78  | -3  | -14 | 38  |
| 77  |     | 38  |     |     |     |     | 44  |     | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 78  | -19 | 9   | -0  |     | 11  | -12 | 15  | -39 | -10 | 13  | -6  | 5   | -43 | 27  | 0   | -21 | 40  | -0  | 1   | 0   |
| 79  | -42 | -1  | 23  |     | 21  | -3  | 5   | -30 | -0  | -2  | 3   | -13 | 19  | 36  | -10 | 22  | 50  | -7  | 11  | 10  |
| 80  | 12  | 5   | -27 |     | -10 | -1  | -1  | 5   | 13  | -19 | -47 | 3   | 1   |     | 2   | 4   |     | 11  | -26 | -40 |
| 81  | 29  | -14 | -24 |     |     | 17  | -8  | 22  | 19  | -35 |     | 6   | -14 |     | 1   | 8   |     | 13  | -22 |     |
| 82  | 13  | -19 | 4   |     | 11  | -13 | 3   | 7   | -7  | 2   | 26  | -5  | 22  |     | 1   | 12  |     | -8  | 6   | 13  |
| 83  | 11  | 0   | -9  | 102 |     | 17  | -26 | 23  | -10 | 13  | 4   | 10  |     | 37  | 5   |     |     | -16 | 25  | 11  |
| 84  | 29  | 5   |     |     |     |     | 44  |     | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 85  | 10  | 19  |     |     | 40  |     | 25  |     | 8   | -2  |     | -4  | 19  |     | -10 | 41  |     | 2   | 11  |     |
| 86  | 10  | -14 | 9   |     | 40  |     | -8  | 22  | -24 | -2  | 55  | -37 | 19  | 88  | -10 |     | 102 | -31 | 11  | 62  |



|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 87  |     | 38  |     |     |     |     | 25  | 22  | 8   | -2  |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 88  | -30 | 22  | -31 |     | 33  | -24 | 17  |     | 1   | -9  | 15  | -12 | 30  |     | -6  | 33  |     | -5  | 3   | 22  |
| 89  |     | 16  | 15  |     | -7  | 22  | -3  | -24 | -5  | 17  |     | 1   | 5   |     | -4  | 27  |     | -1  | 16  |     |
| 90  | 3   | -7  | 6   | 29  | 0   | 6   | -4  | 2   | -7  | 5   | 16  | -1  | -2  | 16  | 0   | -8  | 10  | -7  | 8   | 14  |
| 91  | 10  | -47 | 28  |     |     | -16 | 11  | 22  | 19  | -35 |     | 6   | -14 |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 92  | 38  | -19 | -48 |     |     | 12  | 0   | 17  | 23  | -59 |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 93  | 30  | 6   |     |     |     | -15 | -7  | 24  | 20  | -33 |     | 8   | -13 |     | 2   | 9   |     | 14  | -21 |     |
| 94  | 62  |     |     |     |     |     | 44  |     | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 95  | 35  | -22 | -31 |     |     | 28  | -15 | 15  | 1   | 10  |     | 15  |     |     | 10  |     |     | -5  | 23  |     |
| 96  |     | 38  |     |     | 40  |     | 25  |     | -24 | 31  |     | -4  | 19  |     | 10  |     |     | -31 | 44  |     |
| 97  |     | 38  |     |     |     | 69  |     |     |     | 50  |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 98  | -17 | 2   | 1   |     | 13  | -11 | 8   | -5  | -8  | 4   | 28  | -21 | 35  | 28  | -10 | 33  | 42  | -15 | 16  | 2   |
| 99  |     | 6   | 29  | 108 | 27  | 4   | -21 | -23 | -18 | 18  | 10  | -17 | 25  | 43  | -12 | 28  |     | -11 | 17  | 16  |
| 100 | 14  | 4   | -28 |     | -8  | -12 | 4   | 7   | 13  | -23 | -25 | 6   | -19 | -25 | 2   | -7  | -11 | 10  | -26 | -19 |
| 101 | 35  | -22 | -31 |     | -0  |     | 17  | 15  | 20  |     | 15  | 8   |     | 48  | 2   |     | 62  | 14  |     | 22  |
| 102 | 24  | 1   | -52 |     | -22 | 7   | 15  | -39 | 6   | 2   |     | 5   | -10 |     | 10  |     |     | 12  | -18 |     |
| 103 |     |     | 61  |     |     | 28  | -48 | 34  | -13 | -9  | 48  | -1  | 11  |     | -6  | 33  |     | -19 | 3   | 54  |
| 104 |     | 38  |     |     |     |     | 44  |     |     | 50  |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 105 | 51  | -38 |     |     |     |     | 33  | -2  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 106 |     |     | 61  |     |     | 69  |     |     |     | 50  |     |     | 71  |     |     | 93  |     |     |     | 63  |
| 107 | 29  |     | 28  |     |     |     | -22 | 61  | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 108 | 30  | -8  | -36 |     |     | 4   | -21 | 29  | 22  | -47 |     | 9   | -27 |     | 4   | -5  |     | 16  | -35 |     |
| 109 | -29 | -1  | 22  | 114 | 34  | 10  | -14 |     | -31 | 25  | 16  | -11 | 12  | 49  | -5  | 2   |     | -18 | 24  | 23  |
| 110 | -15 | 3   | 6   |     | -1  | -2  | 3   | 3   | -5  | 2   | 14  | -4  | 10  | 4   | -2  | 8   | 18  | -2  | -2  | 10  |
| 111 | 23  | -14 | -10 |     | -12 | 30  | -8  | -30 | -24 | 31  |     | 3   | -1  |     | 10  |     |     | -17 | 35  |     |
| 112 | -42 | 19  | -10 |     | 21  |     | 16  | 3   | -0  | -21 | 36  | 3   | -33 | 36  | -2  | -11 | 50  | 2   | -41 | 43  |
| 113 | 29  | 5   |     |     | -7  | 3   | 11  | -24 | 21  | -48 |     | 8   | -28 |     | 3   | -6  |     | 15  | -36 |     |
| 114 |     | 38  |     |     |     | 36  | 11  |     | 28  |     |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 21  |     |     |
| 115 | -30 | -54 | 45  |     |     | 42  | 4   |     | -32 | 10  | 48  | -25 | 44  |     | -6  | 33  |     | -38 | 23  | 54  |
| 116 |     | 38  |     |     |     | 36  | 11  |     |     | 50  |     | -18 | 38  |     | -23 | 60  |     | -12 | 30  |     |
| 117 | 38  |     | 18  |     |     | -8  | -32 | 50  | 17  | -26 |     | 15  |     |     | 10  |     |     | 11  | -14 |     |
| 118 | -23 | 19  | -24 |     |     | 36  | -8  | -11 | -57 | 42  |     | -18 | 38  |     | 1   | 8   |     | -31 | 44  |     |
| 119 | -13 | 15  | -13 | 131 | 50  |     | 2   |     | -14 | 8   | 33  | -27 | 29  | 66  | -13 | 18  |     | -1  | -12 | 39  |
| 120 | 4   | 1   | -8  |     | -4  | -1  | 7   | -11 | 5   | -8  | -3  | 5   | -15 | -22 | 2   | -3  | -8  | 1   | -1  | -15 |
| 121 | 25  | -7  | -27 |     | -30 | -53 | -12 | 45  | 24  | -71 |     | 11  | -51 |     | 6   | -29 |     | 17  | -59 |     |
| 122 | -23 | 24  | -56 |     | 7   | -16 | 25  |     | 8   | -15 | -10 | 1   | -14 | 22  | 1   | -25 | 36  | 13  | -55 | -4  |
| 123 | 29  | -47 | 9   |     | 40  | -16 | -41 | 22  | -5  | -2  | 22  | 6   |     | 55  | 1   |     | 69  | 2   | -22 | 29  |

Отметим, что в настоящее время общепринятыми терминами являются: «База данных» и «База знаний», а термин «Информационные базы» считается «незагостированным», т.е. неофициальным, или даже ошибочным, когда под ним, по сути, понимаются базы данных. Предлагается придать термину «Информационные базы» полноценный статус в качестве официального термина, т.к. вполне понятно и обоснованно [127] как его содержание соотносится с содержанием терминов «База данных» и «База знаний»:

– Базы данных (БД) – информация, записанная на носителях (или находящаяся в каналах связи) на определенном языке (системе кодирования), безотносительно к ее смыслу.

– Информационная база (ИБ) – это БД вместе с тезаурусом, т.е. способом их смысловой интерпретации.

– База знаний (БЗ) – это ИБ вместе с информацией о том, насколько какая информация полезна для достижения различных целей.

В этой матрице столбцы соответствуют классам распознавания, строки – градациям факторов, а в клетках на их пересечении приведено *количество знаний* в битах  $\times 100$ , которое содержится в опреде-

ленной градации фактора о том, что этот случай относится к определенному классу. Из-за большой размерности приведен лишь фрагмент этой матрицы.

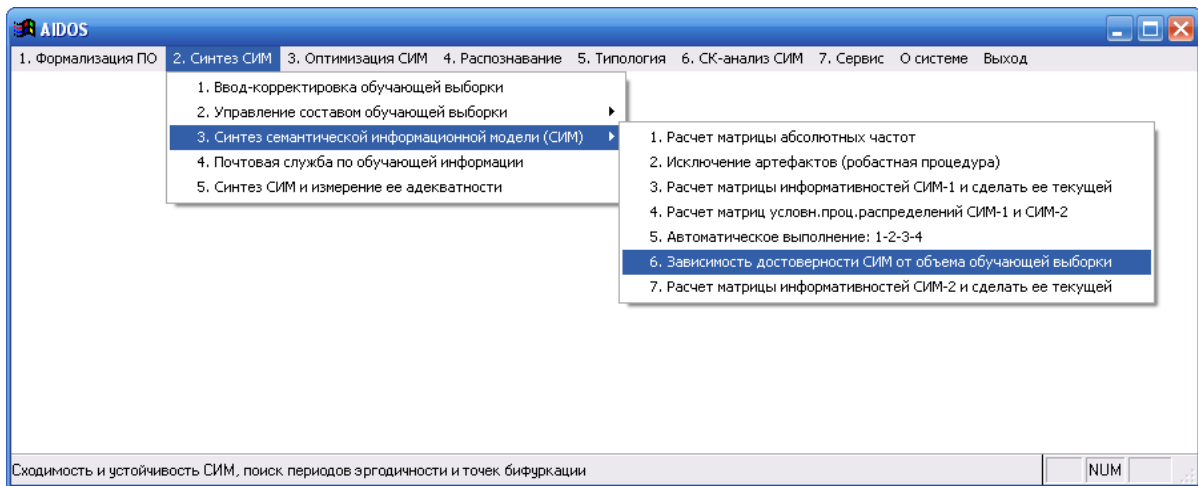
Возникает закономерный и обоснованный вопрос о том, насколько корректным является получение образов классов путем обобщения примеров ситуаций, относящихся к различным периодам времени. Дело в том, что в этих ситуациях могут быть отражены *различные* закономерности предметной области, если она изменялась за время проведения исследования. Ответ на этот вопрос зависит от *целей* и *результатов* построения модели предметной области.

Например, если целью является построение модели высокой степени адекватности, то это не получится, если предметная область (моделируемый объект) обладает высокой динамичностью, но может и оказаться возможным, если моделируемый объект существенно не изменился за период исследования.

Если же целью моделирования является *исследование самой динамики* моделируемого объекта, то резкое понижение адекватности модели при учете в ней состояний объекта, относящихся к определенному периоду времени, указывает на то, что в этот период изменился сам характер взаимосвязей между признаками объекта (интервальными значениями влияющих на него факторов) и его состояниями.

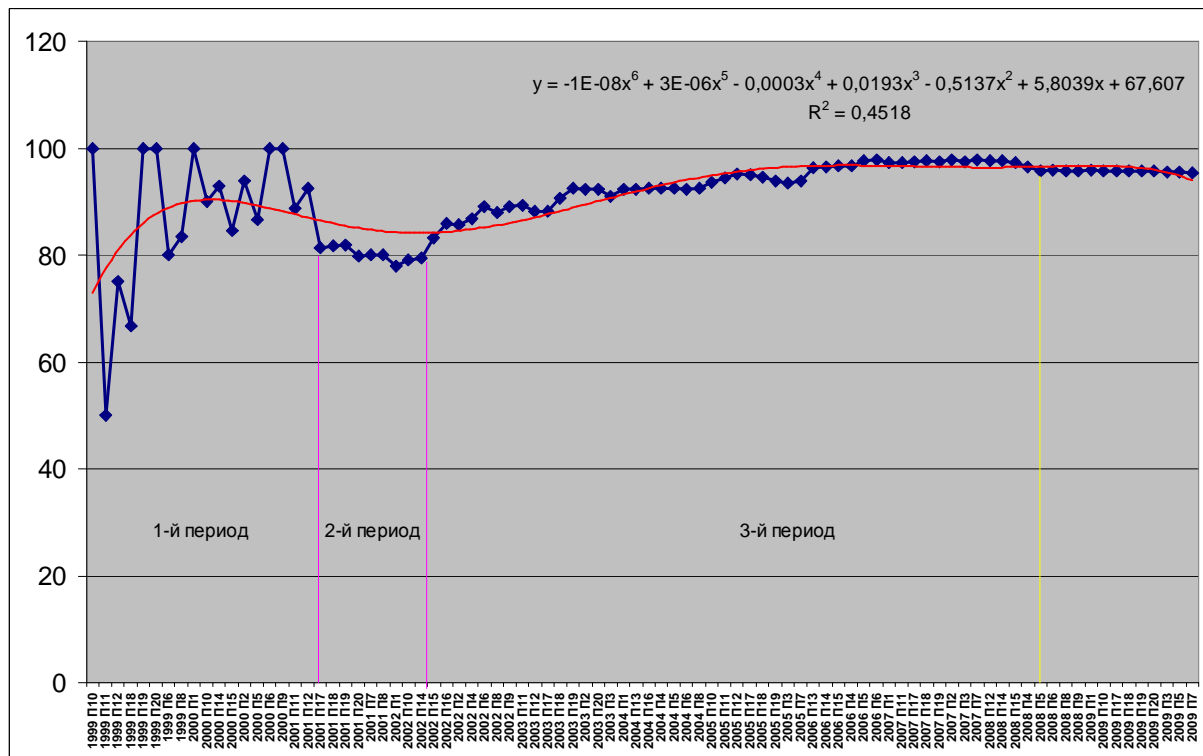
Периодом эргодичности называется период, в течение которого характер взаимосвязей между факторами, влияющими на объект и его переходами в те или иные состояния существенно (качественно) не изменяются. Точками бифуркации называются границы периодов эргодичности, когда он один период эргодичности сменяется другим, т.е. существенно (качественно) изменяются закономерности взаимосвязи между факторами, влияющими на объект, и его переходами в различные состояния, обусловленные действием этих факторов. Таким образом, измерение степени адекватности модели в зависимости от объема исследуемой выборки (если объекты в ней упорядочены по времени) позволяет выявить границы периодов эргодичности и точки бифуркации и выявить, что их нет, не смотря на длительный период исследования (его лонгитюд).

В системе «Эйдос» есть режим \_236, предназначенный специально для этой цели (рисунок 68).



**Рисунок 68. Экранная форма вызова режима \_152 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

Применение этого режима дало следующие результаты. В целом модель продемонстрировала высокую достоверность, составляющую 88,756%, и это означает, что за время исследования моделируемая предметная область существенно не изменилась и таким образом получение обобщенных образов классов путем многопараметрической типизации примеров, относящихся к различным периодам времени является вполне корректным (рисунок 69):



**Рисунок 69. Определение границ периодов эргодичности (точек бифуркации) путем измерения зависимости достоверности модели от объема исследуемой выборки (реж. \_236 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5))**

С другой стороны все же была выявлена определенная динамика достоверности модели, которую можно разделить на три четко выраженных и визуально-наблюдаемых периода:

– 1-й период: 1999-2000 годы, по-видимому, специфика этого периода может быть выражена одним словом: «постдефолтный», когда после дефолта 1998 года система находится в состоянии неустойчивости и поиска новых закономерностей, которые еще не найдены и не сформировались,

– 2-й период: 2001 год, в этот период новые постдефолтные закономерности уже найдены и сформировались, но еще не приобрели основной вес в модели, вследствие чего ее достоверность даже несколько снижается по сравнению с предыдущей при накоплении новых данных, отражающих эти новые закономерности;

– 3-й период: с 2002-2009 годы, в этот период новые постдефолтные закономерности, сформированные в 2001 году, приобретают все больший вес в модели, вследствие чего ее достоверность монотонно повышается вплоть до 2008 года, в который она незначительно снижается, что по-видимому, отражает влияние мирового финансового кризиса, которое, однако, как видно из рисунка 69, несопоставимо менее значительное, чем влияние дефолта 1998 года.

Низкий параметр достоверности регрессии обусловлен, по мнению авторов, не ее низким соответствием фактическому ряду, а очень большим разбросом его значений в постдефолтный (1-й) период, а во 2-м и 3-м периоде согласие регрессией очень хорошее, что очевидно.

4. Измерение адекватности СИМ осуществляется последовательным выполнением режимов \_21 (копирование обучающей выборки в распознаваемую), \_41 (пакетное распознавание) и \_62 (измерение адекватности СИМ) системы «Эйдос».

Пункты 3 и 4 удобно выполнить также с помощью режима \_25 системы "Эйдос", который сначала выполняет синтез семантической информационной модели (СИМ), а затем копирует обучающую выборку в распознаваемую выборку), проводит пакетное распознавание и проверку ее адекватности, которая оказалась довольно высокой: более 90% (таблица 57).

**Таблица 57 – Выходная форма по результатам измерения адекватности исходной модели (фрагмент)**

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ <ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ> СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 89 (100% для п.15)

Всего логических анкет: 530

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 6.515%  
 5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 4.274%  
 6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.304%  
 7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 0.761%  
 8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 3.306%  
 9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 62.623%  
 10. Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 43.713 (100% для п.11 и п.12)  
 Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 45.287 (100% для п.13 и п.14)  
 Всего физических анкет: 89.000 (100% для п.15)  
 11. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 38.798, т.е. 88.756%  
 12. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 4.915, т.е. 11.244% (Ошибка 1-го рода)  
 13. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 11.711, т.е. 25.860% (Ошибка 2-го рода)  
 14. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 33.562, т.е. 74.110%  
 15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу (< % >): 49.116  
 16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (<раз>): 3.231  
 17. Обобщенная достоверность модели <Ш+И2>/2: 81.433%. Обобщенная ошибка <E1+E2>/2: 18.552%

04-05-10 19:26:59

г. Краснодар

| N п/п | Код класса | Наименование класса                               | Достов. идентиф. лог.анк. с уч.количества экв. крит | Кол-во лог.анк. дейст-но относя-щихся к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных или не отнесенных к классу |                    |                   |                      | Вероятн. случай-ного угада-ния (< % > =N/A/NFA | Эффектив-ность модели по срав- со случ. угада-н (<раз>) |
|-------|------------|---|---|--|--|--------------------|-------------------|----------------------|--|---|
|       |            |   |   |  | Правиль-но отнесен.  | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. | Правиль-но не отнес. |  |   |
| 1     | 2          | 3   | 9   | 10   | 11   | 12                 | 13                | 14                   | 15   | 16  |
| 1     | 1          | УРОЖАЙНОСТЬ <Ц/ГА>: <32.10, 45.93>                | 55.1  | 27   | 26   | 1                  | 19                | 43                   | 30.337   | 3.174   |
| 2     | 2          | УРОЖАЙНОСТЬ <Ц/ГА>: <45.93, 59.76>                | 73.0  | 39   | 36   | 3                  | 9                 | 41                   | 43.820   | 2.107   |
| 3     | 3          | УРОЖАЙНОСТЬ <Ц/ГА>: <59.76, 73.59>                | 75.3  | 22   | 21   | 1                  | 10                | 57                   | 24.719   | 3.862   |
| 4     | 4          | КАЧЕСТВО-1 класс                                  | -89.9   | 1  | 1  | 0                  | 81                | 0                    | 1.124  | 88.968  |
| 5     | 5          | КАЧЕСТВО-2 класс                                  | -5.6  | 11   | 11   | 0                  | 47                | 31                   | 12.360   | 8.091   |
| 6     | 6          | КАЧЕСТВО-3 класс                                  | 37.1  | 20   | 20   | 0                  | 28                | 41                   | 22.472   | 4.450   |
| 7     | 7          | КАЧЕСТВО-4 класс                                  | 64.0  | 37   | 35   | 2                  | 14                | 38                   | 41.573   | 2.275   |
| 8     | 8          | КАЧЕСТВО-5 класс                                  | 30.3  | 19   | 19   | 0                  | 31                | 39                   | 21.348   | 4.684   |
| 9     | 9          | ПРИБЫЛЬ <ТМС.РЧБ./ГА>: <1.60, 7.77>               | 91.0  | 53   | 53   | 0                  | 4                 | 32                   | 59.551   | 1.679   |
| 10    | 10         | ПРИБЫЛЬ <ТМС.РЧБ./ГА>: <7.77, 13.93>              | 70.8  | 28   | 26   | 2                  | 11                | 50                   | 31.461   | 2.952   |
| 11    | 11         | ПРИБЫЛЬ <ТМС.РЧБ./ГА>: <13.93, 20.10>             | -25.8   | 8  | 8  | 0                  | 56                | 25                   | 8.989  | 11.125  |
| 12    | 12         | ПРИБЫЛЬ <ТМС.РЧБ./ПОЛЕ>: <126.00, 973.60>         | 70.8  | 67   | 54   | 13                 | 0                 | 22                   | 75.281   | 1.071   |
| 13    | 13         | ПРИБЫЛЬ <ТМС.РЧБ./ПОЛЕ>: <973.60, 1821.20>        | 59.6  | 18   | 18   | 0                  | 18                | 53                   | 20.225   | 4.944   |
| 14    | 14         | ПРИБЫЛЬ <ТМС.РЧБ./ПОЛЕ>: <1821.20, 2668.80>       | -61.8   | 4  | 4  | 0                  | 72                | 13                   | 4.494  | 22.252  |
| 15    | 15         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ <ТМС.У.Е./ПОЛЕ>: <4.22, 41.49>   | 61.8  | 74   | 57   | 17                 | 0                 | 15                   | 83.146   | 0.926   |
| 16    | 16         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ <ТМС.У.Е./ПОЛЕ>: <41.49, 78.76>  | 14.6  | 11   | 11   | 0                  | 38                | 40                   | 12.360   | 8.091   |
| 17    | 17         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ <ТМС.У.Е./ПОЛЕ>: <78.76, 116.03> | -77.5   | 3  | 3  | 0                  | 79                | 7                    | 3.371  | 29.665  |
| 18    | 18         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ <У.Е./ГА>: <57.48, 329.61>       | 93.3  | 60   | 57   | 3                  | 0                 | 29                   | 67.416   | 1.409   |
| 19    | 19         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ <У.Е./ГА>: <329.61, 601.74>      | 70.8  | 21   | 21   | 0                  | 13                | 55                   | 23.596   | 4.238   |
| 20    | 20         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ <У.Е./ГА>: <601.74, 873.87>      | -12.4   | 7  | 7  | 0                  | 50                | 32                   | 7.865  | 12.715  |
|       |            | Средневзвешенные значения                         | 62.6  | 43.7   | 38.8   | 4.9                | 11.7              | 33.6                 | 49.116   | 3.231   |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП «Эйдос»

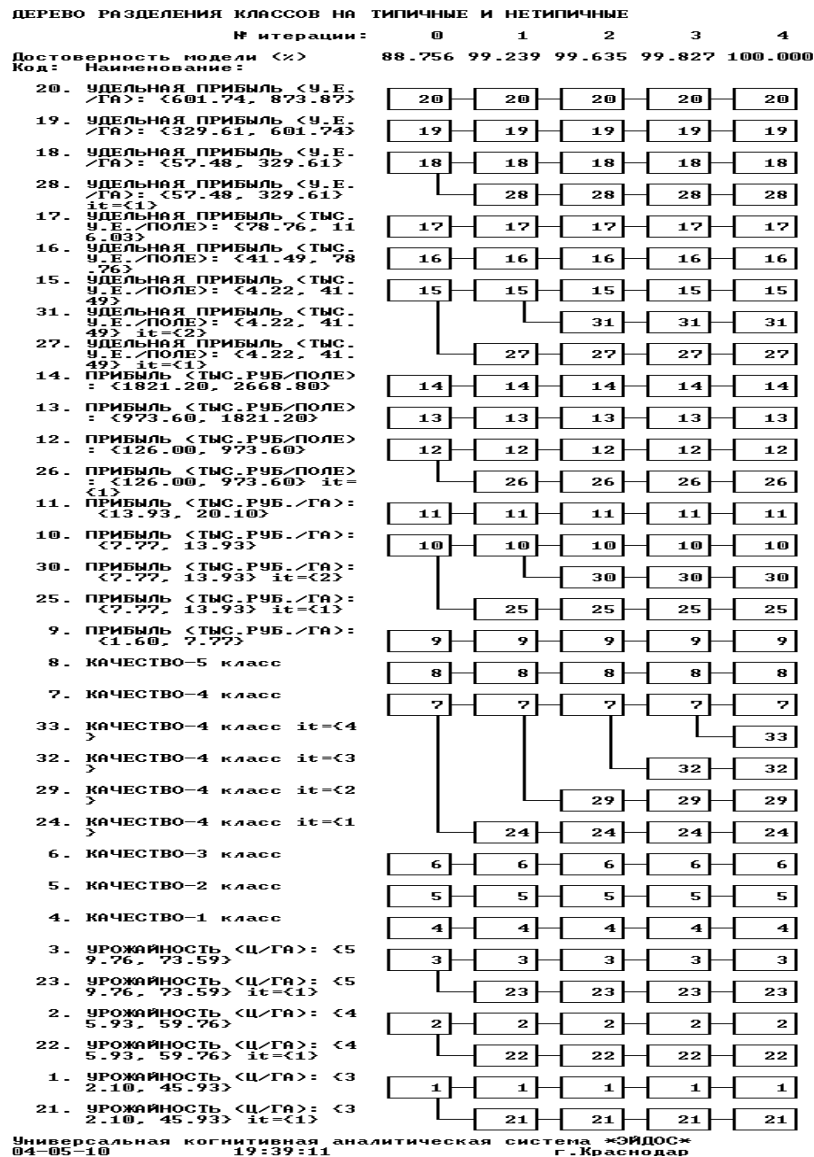
5. В системе "Эйдос" реализовано несколько различных методов повышения адекватности модели:

- исключение из модели статистически малопредставленных классов и факторов (артефактов);
- исключение незначимых факторов, т.е. факторов имеющих низкую селективную силу или дифференцирующую способность;
- ремонт (взвешивание) данных, что обеспечивает не только классическую, но и структурную репрезентативность исследуемой выборки по отношению к генеральной совокупности;
- итерационное разделение классов на типичную и нетипичную части (дивизивная, т.е. разделяющая, в отличие от агломеративной, древовидная кластеризация);
- генерация сочетанных признаков, дополнение справочников классов и признаков и перекодирование исходной выборки.

Проверка адекватности модели, проведенная в режиме \_25 после ее синтеза, показала, что *повышение адекватности модели в нашем случае не требуется*, т.к. вероятность правильного отнесения ситуации к классу, к которой она действительно относится и на неопти-

мизированной модели составляет 88,756%, что вполне достаточно для целей работы.

Но все же нами был применен метод повышения адекватности модели, путем итерационного разделение классов на типичную и нетипичную части (дивизивная, т.е. разделяющая, в отличие от агломеративной, древовидная кластеризация). В результате было получено следующее дерево классов (рисунок 70):



**Рисунок 70 – Дерево разделения классов на типичную и нетипичную части (дивизивная кластеризация)**

По результатам кластеризации можно сделать вывод о том, что различные классы обладают различной степенью вариабельности обуславливающих их факторов, т.е. одни классы являются жестко детерминированными, тогда как другие вызываются различными соче-

таниями действующих факторов, что затрудняет и делает менее достоверной их прогнозирование и осуществление.

В результате проведения данной процедуры степень достоверности модели повысилась (таблица 58):

**Таблица 58 – Выходная форма по результатам измерения адекватности модели, улучшенной методом дивизивной кластеризации (фрагмент)**

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 89 (100% для п.15)

Всего логических анкет: 530

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 5.236%  
 5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 4.179%  
 6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.000%  
 7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 1.036%  
 8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 2.093%  
 9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 63.326%  
 10. Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 34.838 (100% для п.11 и п.12)  
 Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 54.162 (100% для п.13 и п.14)  
 Всего физических анкет: 89.000 (100% для п.15)  
 11. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно отнесенных к классу: 34.838, т.е. 100.000%  
 12. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 0.000, т.е. 0.000% (Ошибка 1-го рода)  
 13. Среднее количество и % лог-их анкет, ошибочно отнесенных к классу: 16.277, т.е. 30.052% (Ошибка 2-го рода)  
 14. Среднее количество и % лог-их анкет, правильно не отнесенных к классу: 37.800, т.е. 69.791%  
 15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу (%): 39.143  
 16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (раз): 5.541  
 17. Обобщенная достоверность модели  $(D1+D2)/2$ : 84.895%. Обобщенная ошибка  $(E1+E2)/2$ : 15.026%

04-05-10 20:29:59

г.Краснодар

| N п/п                     | Код класса | Наименование класса                                    | Достов. идентиф. лог.анк. с уч.ко-личества эвр.крит | Кол-во лог.анк. дейст-но относя-щихся к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных или не отнесенных к классу |                    |                   |                      | Вероятн. случай-ного угадыва-ния (%)=MLA/NFA | Эффектив-ность модели по срав. со случ. угады-ем (раз) |
|---------------------------|------------|--|---|--|--|--------------------|-------------------|----------------------|--|--|
|                           |            |  |   |  | Правиль-но отнесен.  | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. | Правиль-но не отнес. |  |  |
| 1                         | 2          | 3  | 9   | 10   | 11   | 12                 | 13                | 14                   | 15   | 16   |
| 1                         | 1          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93}                     | 68.5  | 26   | 26   | 0                  | 14                | 49                   | 29.213                                       | 3.423  |
| 2                         | 2          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76}                     | 75.3  | 36   | 36   | 0                  | 11                | 42                   | 40.449                                       | 2.472  |
| 3                         | 3          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59}                     | 68.5  | 21   | 21   | 0                  | 14                | 54                   | 23.596                                       | 4.238  |
| 4                         | 4          | КАЧЕСТВО-1 класс                                       | -89.9   | 1  | 1  | 0                  | 81                | 0                    | 1.124  | 88.968   |
| 5                         | 5          | КАЧЕСТВО-2 класс                                       | -5.6  | 11   | 11   | 0                  | 47                | 31                   | 12.360                                       | 8.091  |
| 6                         | 6          | КАЧЕСТВО-3 класс                                       | 37.1  | 20   | 20   | 0                  | 28                | 41                   | 22.472                                       | 4.450  |
| 7                         | 7          | КАЧЕСТВО-4 класс                                       | 55.1  | 31   | 31   | 0                  | 20                | 38                   | 34.831                                       | 2.871  |
| 8                         | 8          | КАЧЕСТВО-5 класс                                       | 30.3  | 19   | 19   | 0                  | 31                | 39                   | 21.348                                       | 4.684  |
| 9                         | 9          | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ГА): {1.60, 7.77}                    | 91.0  | 53   | 53   | 0                  | 4                 | 32                   | 59.551                                       | 1.679  |
| 10                        | 10         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ГА): {7.77, 13.93}                   | 79.8  | 24   | 24   | 0                  | 9                 | 56                   | 26.966                                       | 3.708  |
| 11                        | 11         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ГА): {13.93, 20.10}                  | -25.8   | 8  | 8  | 0                  | 56                | 25                   | 8.989  | 11.125   |
| 12                        | 12         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ПОЛЕ): {126.00, 973.60}              | 100.0   | 54   | 54   | 0                  | 0                 | 35                   | 60.674                                       | 1.648  |
| 13                        | 13         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ПОЛЕ): {973.60, 1821.20}             | 59.6  | 18   | 18   | 0                  | 18                | 53                   | 20.225                                       | 4.944  |
| 14                        | 14         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ПОЛЕ): {1821.20, 2668.80}            | -61.8   | 4  | 4  | 0                  | 72                | 13                   | 4.494  | 22.252   |
| 15                        | 15         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49}            | 100.0   | 56   | 56   | 0                  | 0                 | 33                   | 62.921                                       | 1.589  |
| 16                        | 16         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТМС.У.Е./ПОЛЕ): {41.49, 78.76}       | 14.6  | 11   | 11   | 0                  | 38                | 40                   | 12.360                                       | 8.091  |
| 17                        | 17         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТМС.У.Е./ПОЛЕ): {78.76, 116.03}      | -77.5   | 3  | 3  | 0                  | 79                | 7                    | 3.371  | 29.665   |
| 18                        | 18         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {57.48, 329.61}            | 100.0   | 57   | 57   | 0                  | 0                 | 32                   | 64.045                                       | 1.561  |
| 19                        | 19         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {329.61, 601.74}           | 70.8  | 21   | 21   | 0                  | 13                | 55                   | 23.596                                       | 4.238  |
| 20                        | 20         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {601.74, 873.87}           | -12.4   | 7  | 7  | 0                  | 50                | 32                   | 7.865  | 12.715   |
| 21                        | 21         | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93} it={1}              | -96.6   | 1  | 1  | 0                  | 87                | 0                    | 1.124  | 88.968   |
| 22                        | 22         | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76} it={1}              | -79.8   | 3  | 3  | 0                  | 80                | 6                    | 3.371  | 29.665   |
| 23                        | 23         | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59} it={1}              | -84.3   | 1  | 1  | 0                  | 76                | 0                    | 1.124  | 88.968   |
| 24                        | 24         | КАЧЕСТВО-4 класс it={1}                                | -80.9   | 2  | 2  | 0                  | 80                | 6                    | 2.247  | 44.504   |
| 25                        | 25         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ГА): {7.77, 13.93} it={1}            | -85.4   | 2  | 2  | 0                  | 82                | 4                    | 2.247  | 44.504   |
| 26                        | 26         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ПОЛЕ): {126.00, 973.60} it={1}       | 12.4  | 13   | 13   | 0                  | 39                | 37                   | 14.607                                       | 6.846  |
| 27                        | 27         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТМС.У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49} it={1} | 46.1  | 17   | 17   | 0                  | 24                | 48                   | 19.101                                       | 5.235  |
| 28                        | 28         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {57.48, 329.61} it={1}     | -59.6   | 3  | 3  | 0                  | 71                | 15                   | 3.371  | 29.665   |
| 29                        | 29         | КАЧЕСТВО-4 класс it={2}                                | -91.0   | 1  | 1  | 0                  | 82                | 0                    | 1.124  | 88.968   |
| 30                        | 30         | ПРИБЫЛЬ (ТМС.РУБ./ГА): {7.77, 13.93} it={2}            | -95.5   | 2  | 2  | 0                  | 87                | 0                    | 2.247  | 44.504   |
| 31                        | 31         | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТМС.У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49} it={2} | -94.4   | 1  | 1  | 0                  | 85                | 0                    | 1.124  | 88.968   |
| 32                        | 32         | КАЧЕСТВО-4 класс it={3}                                | -88.8   | 2  | 2  | 0                  | 84                | 3                    | 2.247  | 44.504   |
| 33                        | 33         | КАЧЕСТВО-4 класс it={4}                                | -84.3   | 1  | 1  | 0                  | 76                | 0                    | 1.124  | 88.968   |
| Средневзвешенные значения |            |  | 63.3  | 34.8   | 34.8   | 0.0                | 16.3              | 37.8                 | 39.143                                       | 5.541  |

Аналогичная информация приведена в скриншотах экранных форм (рисунок 71):

Универсальная когнитивная аналитическая система. 19:29 (с) ИПП «Эйдос»

Подсистема анализа. Измерение адекватности семантической информационной модели

Всего анкет физических (объектов распозн.выборки): 89 логических: 530

% верно идент.лог.анк: 88.756% Ошибка 1-го рода : % неидентификации: 11.244%

% верно не идент.лог.анк: 74.110% Ошибка 2-го рода : % ложной идентиф.: 25.860%

Обобщенная достоверность: 81.433% Обобщенная ошибка: (E1+E2)/2 : 18.552%

УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93} 20/ 1

| Код класса | Наименование класса                | Достов. идентиф. лог.анк. с учетом сходства |
|------------|------------------------------------|---|
| 1          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93} | 8.025                                       |
| 2          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76} | 6.264                                       |
| 3          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59} | 9.749                                       |
| 4          | КАЧЕСТВО-1 класс                   | -10.119                                     |
| 5          | КАЧЕСТВО-2 класс                   | 2.087                                       |
| 6          | КАЧЕСТВО-3 класс                   | 4.764                                       |

Генерация отчета Сортировка Печать Поиск Расч. внешней валид. Удал. классов

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ «ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ» СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 89 (100% для п.15)

Всего логических анкет: 530 (100% для п.15)

4. Среднее достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 5.236%

5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 4.179%

6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.000%

7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 1.036%

8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 2.073%

9. Среднее достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 63.326%

10. Среднее количество физич-х анкет, действительно отнесенных к классу: 34.838 (100% для п.11 и п.12)

11. Среднее количество и % лог-х анкет, правильно отнесенных к классу: 34.838, т.е. 6.573% (100% для п.13)

12. Среднее количество и % лог-х анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 0.000, т.е. 0.000% (Ошибка 1-го рода)

13. Среднее количество и % лог-х анкет, ошибочно отнесенных к классу: 15.200, т.е. 2.869% (Ошибка 2-го рода)

14. Среднее количество логических анкет, правильно не отнесенных к классу: 2.177, т.е. 0.411% (Ошибка 1-го рода)

15. Среднезвешенная вероятность сдвигания принадлежности объекта к классу с % : 39.143

16. Среднезвешенная вероятность сдвигания принадлежности объекта к классу с % : 5.541

17. Обобщенная достоверность модели «Ц1/И2»/2 : 84.895%. Обобщенная ошибка «E1+E2»/2: 15.826%

г. Краснодар

| N п/п | Код класса | Наименование класса                           | Достов. идентиф. лог.анк. с учетом сходства | Кол-во анкет к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных к классу |                    |                   |                     | Вероят. сдвигания с сим. «НЛ/МН» | Обобщ. достоверность | Обобщ. ошибка |
|-------|------------|---|---|-----------------------|--|--------------------|-------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|---------------|
|       |            |   |   |                       | Правильно отнесен.   | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. | Правильно не отнес. |                                  |                      |               |
| 1     | 2          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93}            | 68.3  | 28                    | 36   | 0                  | 14                | 45                  | 39.213                           | 3.423                |               |
| 2     | 2          | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76}            | 75.3  | 36                    | 36   | 0                  | 11                | 45                  | 40.449                           | 2.472                |               |
| 3     | 4          | КАЧЕСТВО-1 класс                              | -89.2                                       | 21                    | 21   | 0                  | 47                | 0                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 4     | 5          | КАЧЕСТВО-2 класс                              | -66.6                                       | 11                    | 11   | 0                  | 31                | 0                   | 12.368                           | 8.091                |               |
| 5     | 5          | КАЧЕСТВО-3 класс                              | 37.1  | 20                    | 20   | 0                  | 28                | 41                  | 22.452                           | 3.450                |               |
| 6     | 4          | КАЧЕСТВО-4 класс                              | 38.3  | 13                    | 13   | 0                  | 28                | 39                  | 24.888                           | 4.873                |               |
| 9     | 9          | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {1.68, 7.77}             | 91.8  | 53                    | 53   | 0                  | 4                 | 32                  | 59.551                           | 1.679                |               |
| 10    | 10         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {5.77, 13.93}            | 79.8  | 24                    | 24   | 0                  | 2                 | 36                  | 26.956                           | 3.708                |               |
| 11    | 13         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {13.93, 20.18}           | 100.0                                       | 8                     | 8  | 0                  | 56                | 25                  | 8.989                            | 11.525               |               |
| 12    | 13         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {12.68, 97.68}           | 100.0                                       | 8                     | 8  | 0                  | 0                 | 35                  | 26.956                           | 1.679                |               |
| 13    | 13         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {97.68, 1821.28}         | 59.6  | 18                    | 18   | 0                  | 18                | 53                  | 20.225                           | 4.944                |               |
| 14    | 14         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {1821.28, 2468.88}       | 61.8  | 8                     | 8  | 0                  | 75                | 13                  | 4.494                            | 27.553               |               |
| 15    | 15         | ШЕЛЫНЯ ПРИМЫЛЬ ТМС И.Е./ПОЛЕ: {4.41, 84.895}  | 100.0                                       | 8                     | 8  | 0                  | 0                 | 0                   | 62.721                           | 1.883                |               |
| 16    | 16         | ШЕЛЫНЯ ПРИМЫЛЬ ТМС И.Е./ПОЛЕ: {41.49, 78.76}  | 14.6  | 13                    | 11   | 0                  | 38                | 40                  | 12.368                           | 8.091                |               |
| 17    | 17         | ШЕЛЫНЯ ПРИМЫЛЬ ТМС И.Е./ПОЛЕ: {57.48, 329.61} | 100.0                                       | 5                     | 5  | 0                  | 78                | 0                   | 64.095                           | 1.551                |               |
| 18    | 18         | ШЕЛЫНЯ ПРИМЫЛЬ С.В.Е./ТВ: {57.48, 329.61}     | 78.8  | 5                     | 5  | 0                  | 0                 | 2                   | 26.956                           | 1.679                |               |
| 19    | 13         | ШЕЛЫНЯ ПРИМЫЛЬ С.В.Е./ТВ: {12.68, 97.68}      | 100.0                                       | 8                     | 8  | 0                  | 0                 | 0                   | 62.721                           | 1.883                |               |
| 20    | 20         | ШЕЛЫНЯ ПРИМЫЛЬ С.В.Е./ТВ: {681.74, 873.87}    | -12.4                                       | 7                     | 7  | 0                  | 50                | 32                  | 7.865                            | 12.715               |               |
| 21    | 21         | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93} И<C1>      | -76.6                                       | 1                     | 1  | 0                  | 87                | 0                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 22    | 22         | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76} И<C1>      | -74.8                                       | 1                     | 1  | 0                  | 80                | 0                   | 3.374                            | 88.968               |               |
| 23    | 23         | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59} И<C1>      | 78.8  | 2                     | 2  | 0                  | 76                | 0                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 24    | 24         | КАЧЕСТВО-1 класс И<C1>                        | -85.4                                       | 2                     | 2  | 0                  | 82                | 4                   | 2.245                            | 44.584               |               |
| 25    | 25         | КАЧЕСТВО-2 класс И<C1>                        | -84.1                                       | 1                     | 1  | 0                  | 84                | 3                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 26    | 26         | КАЧЕСТВО-3 класс И<C1>                        | -84.1                                       | 1                     | 1  | 0                  | 84                | 3                   | 2.245                            | 44.584               |               |
| 27    | 27         | КАЧЕСТВО-4 класс И<C1>                        | -84.1                                       | 1                     | 1  | 0                  | 76                | 0                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 29    | 29         | КАЧЕСТВО-4 класс И<C2>                        | -91.0                                       | 1                     | 1  | 0                  | 82                | 0                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 30    | 30         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {2.77, 13.93} И<C2>      | -76.5                                       | 1                     | 1  | 0                  | 82                | 0                   | 2.245                            | 44.584               |               |
| 31    | 31         | ПРИМЫЛЬ ТМС РВБ./ТВ: {13.93, 20.18} И<C2>     | -88.8                                       | 2                     | 2  | 0                  | 84                | 3                   | 2.245                            | 44.584               |               |
| 32    | 32         | КАЧЕСТВО-4 класс И<C3>                        | -88.8                                       | 2                     | 2  | 0                  | 84                | 3                   | 2.245                            | 44.584               |               |
| 33    | 33         | КАЧЕСТВО-4 класс И<C3>                        | -84.1                                       | 1                     | 1  | 0                  | 76                | 0                   | 1.124                            | 88.968               |               |
| 35    | 35         | Среднезвешенные значения                      | 63.3  | 34.8                  | 34.8   | 0.0                | 16.3              | 37.8                | 39.143                           | 5.541                |               |

Универсальная когнитивная аналитическая система ИПП «Эйдос»

Рисунок 71. Экранные формы режима \_62 системы «Эйдос»

до и после повышения достоверности модели методом дивизивной кластеризации

Из сопоставительного анализа таблиц 30 и 31 и рисунка 71 можно сделать следующие выводы:

– в результате разделения классов на типичную и нетипичную части достоверность верной идентификации повысилась на 12%, достоверность верной неидентификации при этом немного понизилась, но общая (средняя) достоверность модели возросла на 3% (конечно, это небольшое повышение качества модели, однако улучшить изначально хорошую модель очень сложно);

– при прогнозировании и принятии решений целесообразно учитывать дифференциальную достоверность идентификации по классам, связанную со степенью их детерминированности;



– применение модели чаще всего обеспечивает во много раз более высокую достоверность, чем случайное угадывание или использование модели, однако по слабодетерминированным классам это не так и их нецелесообразно учитывать при прогнозировании и рассматривать при анализе модели.

## 9.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели

6. Решение с помощью СИМ задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области.

6.1. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* влияния технологических факторов на объемы производства продукции и услуг, их качество, на прибыль и рентабельность фирмы".

В системе "Эйдос" есть стандартный режим \_42, обеспечивающий подсчет для каждого результата работы фирмы, представленного в *распознаваемой* выборке, суммарного количества знаний, которое содержится в интервальных значениях факторов о принадлежности данного результата к каждому из классов. Затем в режиме \_431 все классы сортируются (ранжируются) в порядке убывания суммарного количества информации о принадлежности к ним, содержащегося в описании результата. Эта информация представляется в виде экранных форм и файлов (рисунки 72 – 73):

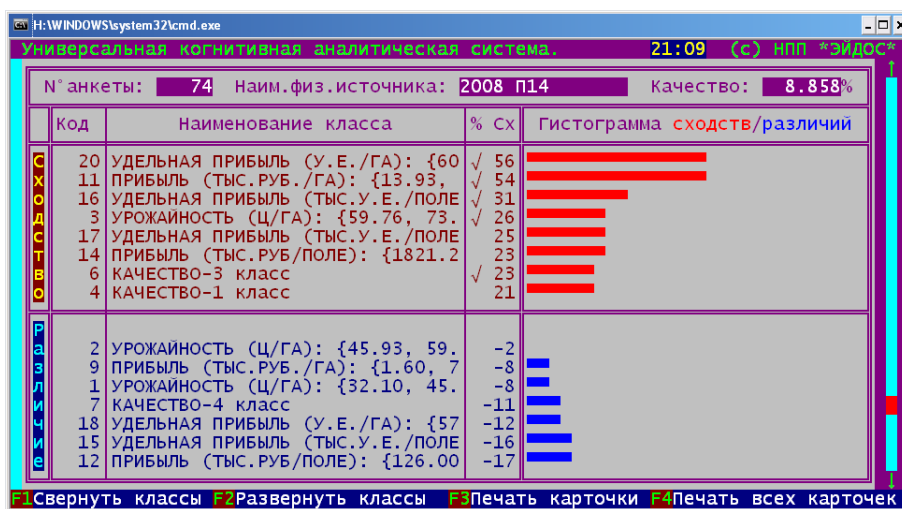


Рисунок 72. Пример экранной выходной формы с желательными для фирмы результатами прогнозирования (максимальная удельная прибыль)

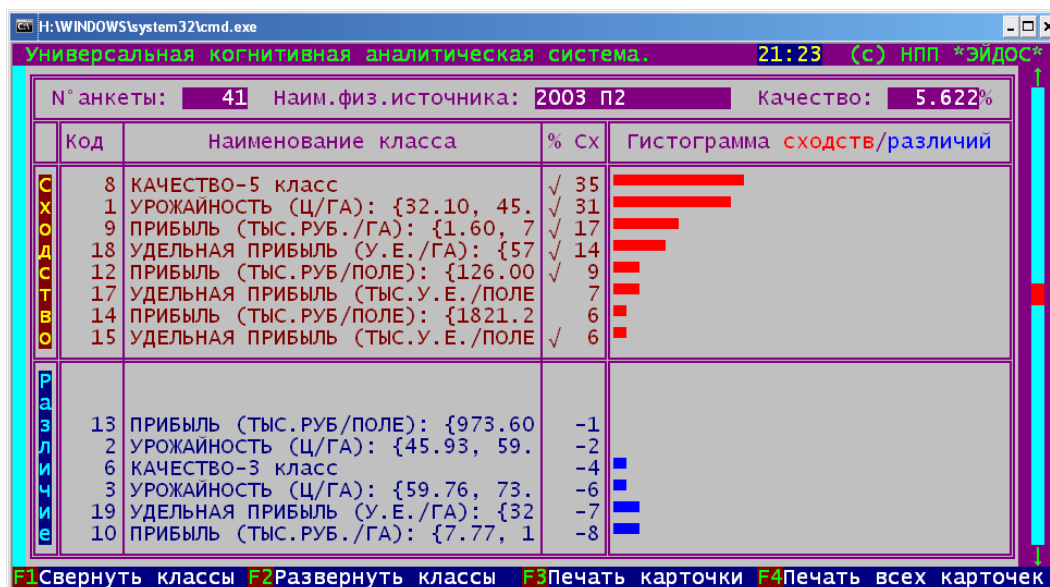


Рисунок 73. Пример экранной выходной формы с нежелательными для фирмы результатами прогнозирования (минимальная прибыль)

Птичками "✓" На рисунках 72– 73 отмечены классы, к которым данные результаты работы фирмы действительно относятся.

Важно, что полученные результаты допускают наглядную графическую картографическую визуализацию [7].

Если в распознаваемой выборке представлено сразу несколько примеров результатов работы фирмы, то может представлять интерес другая форма вывода информации о результатах прогнозирования по ним, например, по степени сходства с желаемым классом (высокая урожайность) (рисунок 74):

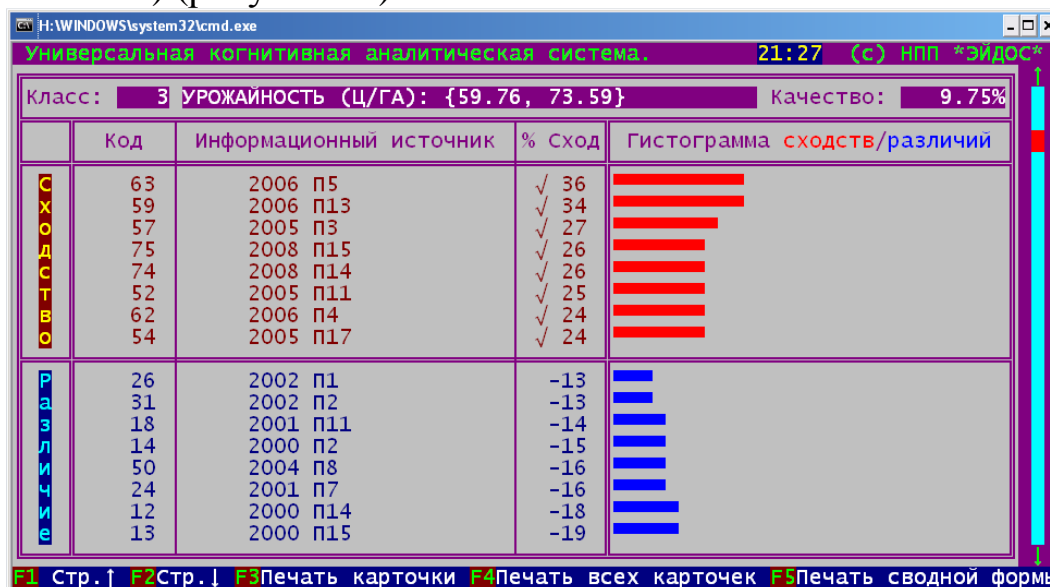


Рисунок 74. Пример экранной формы карточки прогнозирования с классом: «УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59}»

**6.2. Задача 3:** "Разработка методики *поддержки принятия решений* о выборе таких технологических факторов, которые бы обеспечили бы производство заданных объемов продукции и услуг заданного качества, а также заданную прибыль и рентабельность фирмы".

Данная задача является обратной по отношению к задаче прогнозирования. Если при прогнозировании по заданным интервальным значениям факторов определяется, какие результаты работы фирмы ими обуславливаются, то в задаче принятия решений, наоборот: по заданным целевым результатам работы фирмы определяется, какие интервальные значения технологических факторов детерминируют получение этих результатов, а какие препятствуют этому.

Данная задача решается во многих режимах системы "Эйдос", в частности в режиме \_511, который выдает следующие формы (таблицы 59 и 60), содержащие **знания** об интервальных значениях технологических факторов, которые в различной степени способствует или препятствует получению заданных хозяйственно-экономических результатов.

**Таблица 59 – Информационный портрет класса:  
урожайность (ц/га): {59.76, 73.59} (фрагмент)**

| NUM | KOD | NAME  | ВГТ      | %      |
|-----|-----|---|----------|--------|
| 1   | 225 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Варат-2,8кг/га, Альфацин-100г/г | 0,69911  | 16,18  |
| 2   | 5   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита  | 0,61271  | 14,18  |
| 3   | 31  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Фортуна   | 0,61271  | 14,18  |
| 4   | 50  | ПРЕДШЕСТ. 2-кук.силосная  | 0,61271  | 14,18  |
| 5   | 103 | ПРЕДШЕСТ. 7-сах.свекла  | 0,61271  | 14,18  |
| 6   | 106 | ПРЕДШЕСТ. 8-кук.зерно   | 0,61271  | 14,18  |
| 7   | 149 | ПОСЕВ (СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА (КГ/ГА))-рядовой 209                 | 0,61271  | 14,18  |
| 8   | 153 | ПОСЕВ (СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА (КГ/ГА))-рядовой 216                 | 0,61271  | 14,18  |
| 9   | 156 | ПОСЕВ (СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА (КГ/ГА))-рядовой 223                 | 0,61271  | 14,18  |
| 10  | 159 | ПОСЕВ (СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА (КГ/ГА))-рядовой 230                 | 0,61271  | 14,18  |
|     |     | * * *   |          |        |
| 141 | 101 | ПРЕДШЕСТ. 7-озим.ячмень   | -0,30943 | -7,16  |
| 142 | 135 | ОБРАБОТКА ПОЧВЫ(СПОСОБ И ГЛУБИНА (СМ))-дискование 10-12           | -0,34840 | -8,06  |
| 143 | 108 | ПРЕДШЕСТ. 8-кук.силосная  | -0,36273 | -8,39  |
| 144 | 234 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Лямбда-100г/га                  | -0,36273 | -8,39  |
| 145 | 61  | ПРЕДШЕСТ. 3-озим.пшеница  | -0,40143 | -9,29  |
| 146 | 243 | БОРЬБА С СОРНЯКАМИ (ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Дианат-0,2л/га, Гранстар-про | -0,41966 | -9,71  |
| 147 | 92  | ПРЕДШЕСТ. 6-подсолнечник  | -0,47845 | -11,07 |
| 148 | 102 | ПРЕДШЕСТ. 7-подсолнечник  | -0,52361 | -12,12 |
| 149 | 122 | ПРЕДШЕСТ. 9-подсолнечник  | -0,56485 | -13,07 |
| 150 | 309 | БОРЬБА С БОЛЕЗНЯМИ (ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Рекс-дуо-0,6г/га             | -0,56485 | -13,07 |
| 151 | 237 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Фосфид-цинка-0,011г/га          | -0,85209 | -19,72 |

**Таблица 60 – Информационный портрет класса:  
удельная прибыль (у.е./га): {601.74, 873.87} (фрагмент)**

| NUM | KOD | NAME  | ВГТ     | %     |
|-----|-----|---|---------|-------|
| 1   | 225 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Варат-2,8кг/га, Альфацин-100г/г | 1,22429 | 28,33 |
| 2   | 5   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита  | 1,13789 | 26,33 |
| 3   | 50  | ПРЕДШЕСТ. 2-кук.силосная  | 1,13789 | 26,33 |

|    |     |   |          |       |
|----|-----|---|----------|-------|
| 4  | 149 | ПОСЕВ (СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА (КГ/ГА))-рядовой 209                 | 1,13789  | 26,33 |
| 5  | 222 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Бром БД-0,3л/га, Клерат-3,4кг/г | 1,13789  | 26,33 |
| 6  | 223 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Бром БД-0,8л/га, Альфацин-100г/ | 1,13789  | 26,33 |
| 7  | 224 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Варат-12,6кг/га, Альфацин-100г/ | 1,13789  | 26,33 |
| 8  | 227 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Варат-3,7кг/га, Альфацин-100г/г | 1,13789  | 26,33 |
| 9  | 229 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Варат-7,6кг/га, Альфацин-100г/г | 1,13789  | 26,33 |
| 10 | 235 | БОРЬБА С ВРЕДИТ.(ПРЕПАРАТ И ДОЗА)-Радикум-0,6л/га, Альфацин-100г/ | 1,13789  | 26,33 |
|    |     | ***   |          |       |
| 62 | 122 | ПРЕДШЕСТ. 9-подсолнечник  | -0,03968 | -0,92 |
| 63 | 267 | 1-Я ПОДКОРМКА-Ам.селитра-2ц/га, N-68,8                            | -0,03968 | -0,92 |
| 64 | 1   | ПЛОЩАДЬ (ГА): {49.00, 79.00}                                      | -0,08960 | -2,07 |
| 65 | 52  | ПРЕДШЕСТ. 2-озим.пшеница  | -0,14804 | -3,43 |
| 66 | 120 | ПРЕДШЕСТ. 9-озим.пшеница  | -0,15325 | -3,55 |
| 67 | 41  | ПРЕДШЕСТ. 1-кук.силосная  | -0,17600 | -4,07 |
| 68 | 71  | ПРЕДШЕСТ. 4-озим.пшеница  | -0,18091 | -4,19 |
| 69 | 100 | ПРЕДШЕСТ. 7-озим.пшеница  | -0,18819 | -4,35 |
| 70 | 61  | ПРЕДШЕСТ. 3-озим.пшеница  | -0,20473 | -4,74 |
| 71 | 2   | ПЛОЩАДЬ (ГА): {79.00, 109.00}                                     | -0,29729 | -6,88 |
| 72 | 80  | ПРЕДШЕСТ. 5-озим.пшеница  | -0,40303 | -9,33 |

Необходимо отметить, что задача выявления фактически имеющихся зависимостей, и задача содержательного объяснения причин существования именно обнаруженных зависимостей, а не каких-либо других, т.е. задача содержательной интерпретации обнаруженных зависимостей, – это совершенно разные задачи. По мнению авторов, задача интерпретации должна решаться специалистами в моделируемой предметной области, однако сама возможность применения обнаруженных зависимостей в практике прогнозирования и принятия решений не связано с наличием или отсутствием такой содержательной интерпретации или со степенью ее адекватности.

Задача 4: «Исследование предметной области» решается применением режимов системы «Эйдос», предназначенных для этих целей, которые приведены в работе [7]. Подробные примеры применения этих режимов приведены в работе [3-273]. Классификация исследовательских задач, которые могут решаться с применением системы «Эйдос», приведена в работе [7]. Здесь же отметим лишь, что одновременно получить высокий урожай озимой пшеницы высокого качества невозможно, т.к. системы детерминации этих классов, соответствующих эти результатам, сильно отличаются друг от друга (таблица 61).

**Таблица 61 – Конструкт «урожайность»**

| № | Код | Наименование класса                              | Сходство, % |
|---|-----|--|-------------|
| 1 | 3   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59}               | 100,00      |
| 2 | 20  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {601.74, 873.87}     | 41,71       |
| 3 | 11  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {13.93, 20.10}            | 38,41       |
| 4 | 6   | КАЧЕСТВО-3 класс                                 | 31,42       |
| 5 | 16  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {41.49, 78.76} | 26,69       |
| 6 | 14  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {1821.20, 2668.80}      | 25,60       |
| 7 | 19  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {329.61, 601.74}     | 24,84       |

|    |    |   |        |
|----|----|---|--------|
| 8  | 10 | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {7.77, 13.93}              | 23,82  |
| 9  | 13 | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {973.60, 1821.20}        | 23,28  |
| 10 | 17 | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {78.76, 116.03} | 22,20  |
| 11 | 8  | КАЧЕСТВО-5 класс                                  | 20,15  |
| 12 | 5  | КАЧЕСТВО-2 класс                                  | 14,29  |
| 13 | 4  | КАЧЕСТВО-1 класс                                  | 12,03  |
| 14 | 12 | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {126.00, 973.60}         | -5,36  |
| 15 | 18 | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {57.48, 329.61}       | -8,80  |
| 16 | 9  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {1.60, 7.77}               | -10,33 |
| 17 | 15 | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49}   | -16,42 |
| 18 | 7  | КАЧЕСТВО-4 класс                                  | -20,85 |
| 19 | 1  | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93}                | -23,21 |
| 20 | 2  | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76}                | -28,72 |

Наибольшая удельная прибыль с поля достигается при максимальной урожайности, а не наиболее высоком качестве озимой пшеницы (таблица 62).

**Таблица 62 – Конструкт «удельная прибыль»**

| №  | Код | Наименование класса                               | Сходство, % |
|----|-----|---|-------------|
| 1  | 20  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {601.74, 873.87}      | 100,00      |
| 2  | 11  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {13.93, 20.10}             | 91,91       |
| 3  | 14  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {1821.20, 2668.80}       | 70,63       |
| 4  | 17  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {78.76, 116.03} | 63,40       |
| 5  | 5   | КАЧЕСТВО-2 класс                                  | 46,41       |
| 6  | 3   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {59.76, 73.59}                | 41,71       |
| 7  | 4   | КАЧЕСТВО-1 класс                                  | 39,46       |
| 8  | 16  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {41.49, 78.76}  | 27,36       |
| 9  | 13  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {973.60, 1821.20}        | 21,68       |
| 10 | 6   | КАЧЕСТВО-3 класс                                  | 7,09        |
| 11 | 19  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {329.61, 601.74}      | -2,20       |
| 12 | 10  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {7.77, 13.93}              | -2,77       |
| 13 | 2   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {45.93, 59.76}                | -12,99      |
| 14 | 8   | КАЧЕСТВО-5 класс                                  | -14,04      |
| 15 | 1   | УРОЖАЙНОСТЬ (Ц/ГА): {32.10, 45.93}                | -22,70      |
| 16 | 7   | КАЧЕСТВО-4 класс                                  | -23,43      |
| 17 | 9   | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА): {1.60, 7.77}               | -32,41      |
| 18 | 18  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА): {57.48, 329.61}       | -32,77      |
| 19 | 12  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ): {126.00, 973.60}         | -42,69      |
| 20 | 15  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ): {4.22, 41.49}   | -50,69      |

Возможность одновременного получения различных хозяйственно-экономических результатов видна из семантических сетей классов, построенных на основе матрицы сходства обобщенных образов классов по их системам детерминации (рисунки 75 и 76):

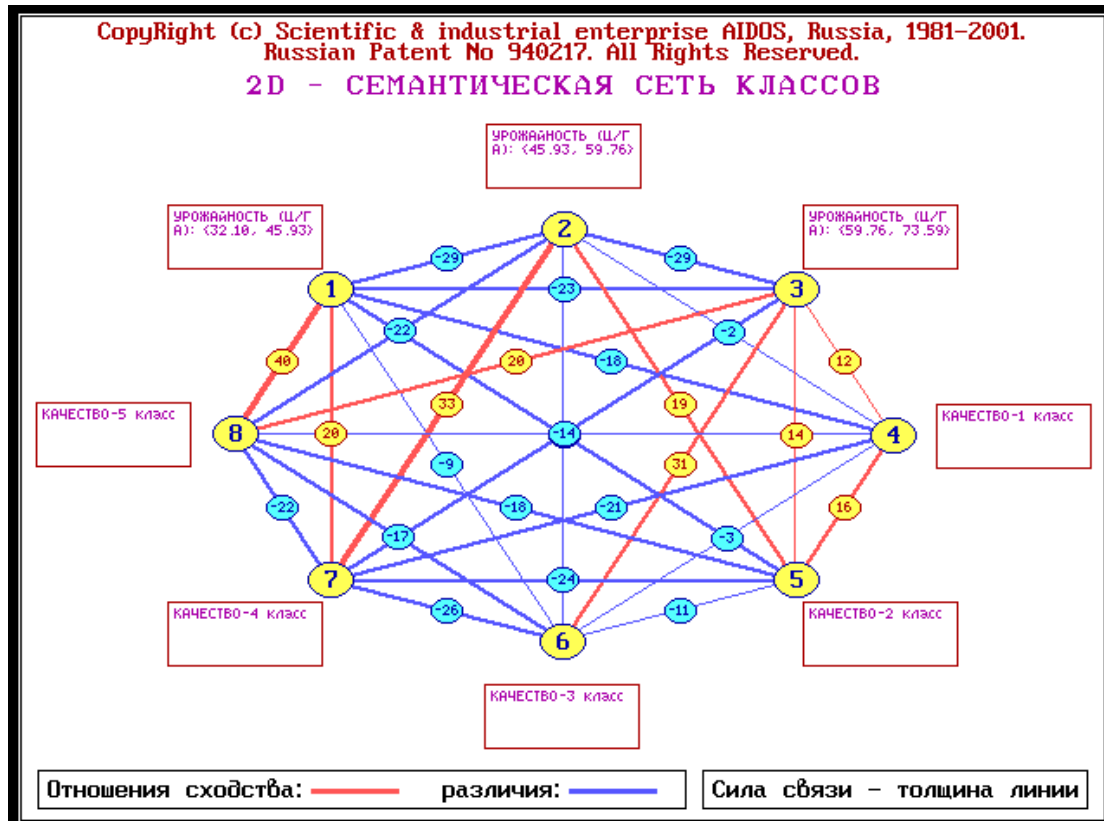


Рисунок 75. Семантическая сеть классов, отражающих хозяйственные результаты

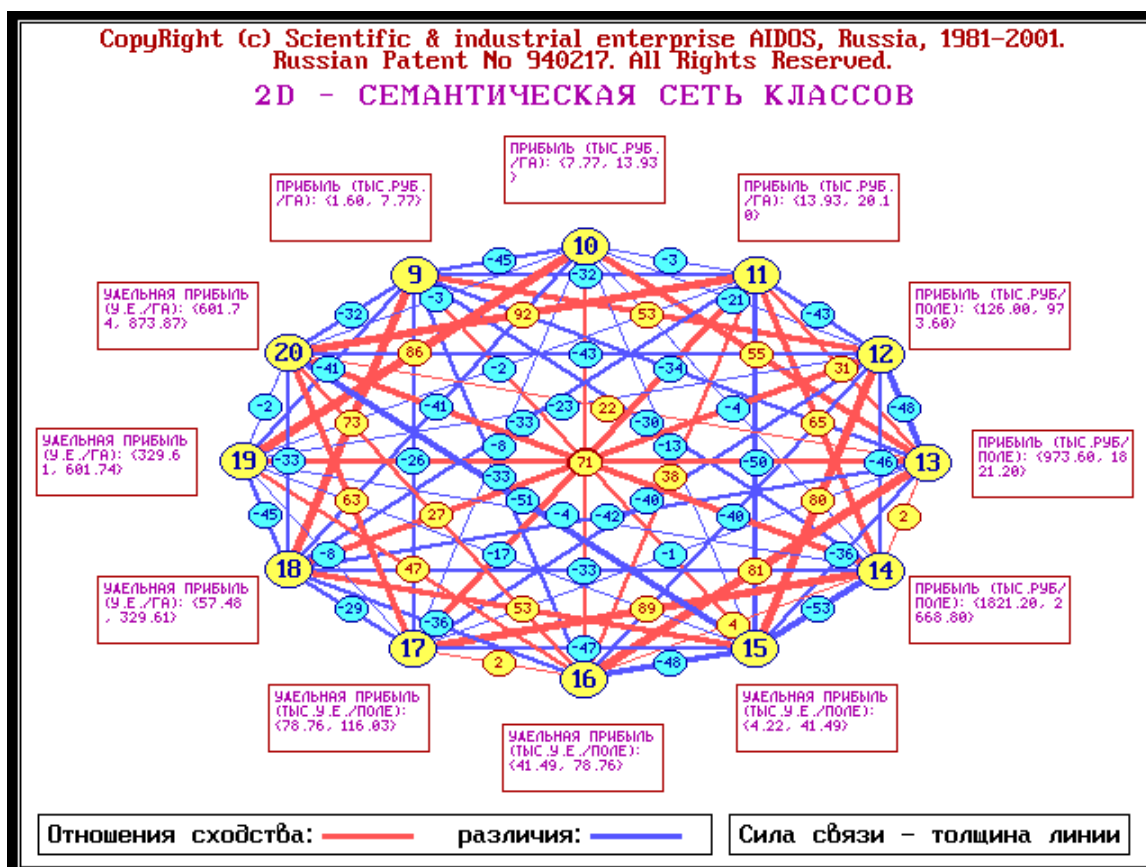


Рисунок 76. Семантическая сеть классов, отражающих экономические результаты

7. Основной принцип оценки экономической эффективности разработанной методики (при условии ее применения в деятельности реальной фирмы) состоит в том, что данная методика позволяет создать научно обоснованный *образ желательных результатов* (как и образ нежелательных), за счет чего рентабельность и прибыль компании повысится. Экономическая эффективность применения данной методики может оцениваться как разница между прибылью, полученной в условиях ее применения и прибылью без нее, причем прибыль, полученная в условиях применения методики учитывает и затраты на ее приобретение и применение.

8. При планировании данного исследования авторы ставили цель лишь оценить возможность применения технологии СК-анализа для решения задачи выявления технологических знаний из бизнес-процессов и применения этих знаний для получения заданных хозяйственных и экономических результатов. Данное исследование показало, что это возможно и перспективно. Представленный в работе вариант исследования имеет ряд ограничений и недостатков, в преодолении которых и состоит перспектива его развития. В частности целесообразно было бы увеличить объем исследуемой выборки за счет увеличения периода времени, за который исследуется деятельность фирмы и использования информации других фирм.

#### **Выводы.**

В работе описана интеллектуальная консалтинговая система, обеспечивающая выявление технологических знаний путем системно-когнитивного анализа бизнес-процессов, а также поддержку принятия решений по эффективному применению этих знаний с целью достижения заданных показателей хозяйственно-экономических эффективности. Приводится подробный численный пример применения системы на реальных данных одной из Кубанских фирм для выявления технологических знаний по выращиванию озимой пшеницы и применению этих знаний для поддержки принятия решений по выбору конкретной агротехнологии, обеспечивающей желаемые показатели урожайности озимой пшеницы, ее качества, а также прибыли и рентабельности. Предлагается применять наглядную многослойную графическую картографическую визуализацию результатов прогнозирования урожайности культуры (и сорта), качества, прибыли и рентабельности по полям фирмы.

## ГЛАВА 10. УПРАВЛЕНИЕ ПЕРСОНАЛОМ ФИРМЫ ПУТЕМ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЕННОЙ ЗАДАЧИ О НАЗНАЧЕНИЯХ

*В данной главе, основанной на работах [16, 236, 240], на примере задачи управления персоналом рассматривается задача о назначениях (рюкзаках) в различных все более общих постановках, учитывающих: 1) размер грузов и объемы рюкзаков; 2) различную полезность грузов, зависящую только от грузов, но одинаковую для всех рюкзаков, и различные затраты на их размещение, а также ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении; 3) различную полезность каждого груза для разных рюкзаков, различные затраты на размещение грузов и различные ресурсы хозяев рюкзаков. Более подробно рассматриваются технология и методика применения системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях, обеспечивающего автоматическое прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов<sup>45</sup>.*

### 10.1. Создание инструментария для управления персоналом фирмы, как задача контроллинга

Различные варианты задачи о назначениях<sup>46</sup> часто встречаются в самых различных предметных областях, от управления запасами на стационарных складах и воздушных, водных и подводных судах до управления очередями заданий в различных системах массового обслуживания (СМО), например в супермаркетах и многопроцессорных системах.

Рассмотрим на уровне *неформальной* постановки и алгоритмов решения различные варианты задачи о назначениях (рюкзаках или ранцах<sup>47</sup>) во все более общих постановках, учитывающих:

Задача-1: различные размеры грузов и объемы рюкзаков;

Задача-2: различную полезность<sup>48</sup> грузов, зависящую только от грузов и различные затраты на их размещение, а также ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении;

<sup>45</sup> URL: [http://spm.kubsu.ru/file/mat\\_kon9.pdf](http://spm.kubsu.ru/file/mat_kon9.pdf)

<sup>46</sup> См.: URL: <http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-0407.htm&stpar1=1.8.1>

<sup>47</sup> URL: <http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-0409.htm&stpar1=1.10.1>

<sup>48</sup> URL: <http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-1102.htm>



Задача-3: различную полезность каждого груза для разных рюкзаков, различные затраты на размещение грузов и различные ресурсы хозяев рюкзаков.

Задача-4: тоже, что в 3-й задаче, плюс автоматическое прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков этих грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов.

Для решения 4-й задачи, впервые встречающейся в литературе, применим технологию и методику системно-когнитивного анализа и его инструментарий – систему «Эйдос».

### **Задача-1.**

Дано: размеры грузов и объемы рюкзаков;

Необходимо: разместить грузы по рюкзакам так, чтобы для размещения наиболее важные грузы были размещены в первую очередь и при этом было использовано минимальное количество рюкзаков, причем рюкзаки были максимально заполнены (т.е. остатки пустого места минимальны). Будем считать, что важность грузов пропорциональна их размерам.

Алгоритм решения (LPT-longest processing time): Заполняем рюкзак грузами в порядке убывания их размера до тех пор, пока не превышен объем рюкзака, иначе берем самый большой новый пустой рюкзак и продолжаем процесс, или подробнее по шагам:

Шаг-1. Сортируем рюкзаки в порядке убывания их размеров.

Шаг-2. Сортируем грузы в порядке убывания их размера.

Шаг-3. Организуем цикл по рюкзакам в порядке убывания их размера.

Шаг-4. Размещаем самый большой предмет из еще не размещенных, который помещается в оставшемся свободном месте текущего рюкзака. Вычисляем остаток свободного места в рюкзаке.

Шаг-5. Если остаток свободного места в текущем рюкзаке позволяет разместить в нем по крайней мере самый маленький груз из еще не размещенных, то переход на шаг-4, иначе – на шаг-6.

Шаг 6. Остались еще остались незаполненные рюкзаки? Если да, то переход на шаг-7, иначе – на шаг-8.

Шаг-7. Берем следующий (очередной) рюкзак, самый большой и оставшихся и переходим на шаг-4.

Шаг-8. Выход.

### **Задача-2**

Дано:

– различная полезность грузов;

- различные затраты на размещение грузов;
- ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении.

Необходимо: разместить грузы по рюкзакам так, чтобы наиболее полезные грузы были размещены в первую очередь и при этом было использовано минимальное количество рюкзаков, причем рюкзаки имели максимальную суммарную полезность и минимальный вес.

Алгоритм: Заполняем рюкзак грузами в порядке убывания их *удельной полезности* до тех пор, пока для этого остаются ресурсы рюкзака, если же ресурсов нет, то берем следующий самый большой по ресурсам новый пустой рюкзак и продолжаем процесс, или подробнее по шагам:

Шаг-1. Находим удельную полезность каждого груза (полезность/затраты)<sup>49</sup>, т.е. полезность единицы затрат при размещении данного груза.

Шаг-2. Сортируем грузы в порядке убывания удельной полезности.

Шаг-3. Сортируем рюкзаки в порядке убывания их ресурсов.

Шаг-3. Организуем цикл по рюкзакам в порядке убывания их ресурсов.

Шаг-4. Организуем цикл по грузам в порядке убывания их удельной полезности.

Шаг-5. Размещаем груз с наибольшей удельной полезностью из еще не размещенных, на который в текущем рюкзаке есть ресурсы. Вычисляем остаток ресурсов рюкзака (вычитаем из его текущих ресурсов затраты на размещение текущего груза).

Шаг-6. Если остаток ресурсов текущего рюкзака позволяет разместить в нем по крайней мере груз с наименьшими затратами из еще не размещенных, то переход на шаг-5, иначе – на шаг-7.

Шаг 7. Остались еще незаполненные рюкзаки? Если да, то переход на шаг-8, иначе – на шаг-9.

Шаг-8. Берем следующий очередной рюкзак, самый большой по ресурсам из оставшихся, и переходим на шаг-4.

Шаг-9. Выход.

### **Задача-3**

Дано:

- различная полезность каждого груза для разных рюкзаков;

---

<sup>49</sup> Необходимо отметить, что идея об использовании «удельной полезности» (или аналогичная), не принадлежит авторам работы и не раз встречается в Internet

- различные затраты на размещение грузов;
- ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении.

Необходимо: разместить грузы по рюкзакам наиболее эффективно, т.е. так, чтобы суммарная полезность всей системы рюкзаков была максимальной, а суммарные затраты на размещение грузов – минимальны.

Алгоритм: Помещаем грузы в рюкзаки, для которых их удельная полезность максимальна, до тех пор, пока не распределены все грузы и это позволяют ресурсы рюкзаков, или подробнее по шагам:

Шаг-1. Находим удельную полезность каждого груза для каждого рюкзака: (полезность для рюкзака)/затраты, т.е. полезность единицы затрат для каждого *варианта размещения* каждого груза в каждом рюкзаке.

Шаг-2. Сортируем *варианты размещения* грузов в порядке убывания удельной полезности *для всех грузов и рюкзаков*. В этой базе данных каждый груз будет встречаться столько раз, сколько есть рюкзаков, но размещаться будет только один из них.

Шаг-3. Организуем цикл по вариантам размещения грузов в порядке убывания их удельной полезности.

Шаг-5. Размещаем груз с наибольшей удельной полезностью из еще не размещенных, в рюкзаке, для которого удельная полезность максимальна при условии, что это позволяют ресурсы рюкзака. Иначе данный вариант размещения больше не рассматривается. Вычисляем остаток ресурсов рюкзака (вычитаем из его текущих ресурсов затраты на размещение текущего груза).

Шаг-6. Остались еще не рассмотренные варианты размещения грузов по рюкзакам? Если да – то переход на шаг-5, иначе – на шаг 7.

Шаг-7. Выход.

#### **Задача-4**

Дано:

- различные признаки грузов и база прецедентов, в которой содержится информация о том, на сколько грузы с теми или иными признаками ранее были полезными (или нет) и для тех или иных рюкзаков;
- различные затраты на размещение грузов;
- ограничения на ресурсы, связанные с рюкзаками, затрачиваемые на грузы при их размещении.

Необходимо:

– на основе базы прецедентов (обучающей выборки) разработать модель, которая отражала бы влияние признаков грузов на степень их полезности для различных рюкзаков;

– на основе созданной модели определить или спрогнозировать степень полезности каждого груза для каждого из рюкзаков, т.е. для каждого варианта размещения;

– разместить грузы по рюкзакам наиболее эффективно, т.е. так, чтобы суммарная полезность всей системы рюкзаков была максимальной, а суммарные затраты на размещение грузов – минимальны.

#### Обобщенный алгоритм:

Этап-1. Синтез модели, отражающей влияние признаков грузов на их полезность для разных рюкзаков.

Этап-2. Прогнозирование степени полезности грузов для разных рюкзаков на основе признаков этих грузов путем решения задачи распознавания с применением модели, основанной на базе прецедентов.

Этап-3. Размещение грузов в рюкзаки, для которых их удельная полезность максимальна, до тех пор, пока не распределены все грузы и это позволяют ресурсы рюкзаков, или подробнее по шагам:

Возможны различные подходы к решению этой задачи. Первые два этапа могут быть реализованы с помощью различных технологий искусственного интеллекта. Известно<sup>50</sup>, что третий этап может быть реализован с применением методов линейного, нелинейного и динамического программирования.

Однако у этих подходов есть свои **проблемы:**

1. Труднодоступность или фактическое отсутствие программного обеспечения, позволяющего строить на основе прецедентов и применять для прогнозирования модели влияния *признаков* объектов на их *полезность* для различных применений.

2. *Очень значительные* затраты вычислительных ресурсов (прежде всего времени) при решении подобных задач, даже при очень ограниченных размерностях, весьма и далеких от реальных.

По поводу *1-й проблемы* можно сказать, что не вполне ясен, даже чисто в научном плане, общий подход к определению полезности, тем более в количественной форме, тем более при большом количестве объектов и их применений (классов). Таким образом, полезность даже определить трудно, но ясно одного определения самого по себе еще совершенно недостаточно, т.к. для решения задачи на практике необходимо еще и *ввести* эту полезность в соответствующие базы

---

<sup>50</sup> См.: URL: <http://slovari.yandex.ru/dict/lopatnikov/article/lop/lop-0407.htm&stpar1=1.8.1>

данных, что вручную сделать в большинстве реальных случаев практически невозможно. Следовательно, необходимо специальное программное обеспечение, позволяющее не только количественно определять полезность большого количества объектов для значительного количества их применений на основе признаков этих объектов, но и автоматически вводить эту информацию (наряду с другой, указанной в условиях задачи) в соответствующие базы данных, а также имеющие режимы, непосредственно обеспечивающие решение задачи о назначениях в универсальной форме, независимой от предметной области.

Причиной 2-й проблемы, т.е. большой вычислительной трудоемкости решения подобных задач, по мнению авторов, является так называемая проблема «комбинаторного взрыва». Поясним эту проблему на шуточном примере, имеющим, тем не менее, самое непосредственное отношение к рассматриваемым задачам.

Дано:

У Мальвины есть ящик разных яблок: больших и маленьких, красных и зеленых, сладких и кислых, блестящих и матовых, ароматных и не очень и т.д.

Буратино *любит* большие сладкие, ароматные и блестящие красные яблоки, т.к. они веселят его, а Пьеро больше *нравятся* маленькие, кислые, матовые, зеленые и не очень ароматные яблоки, т.к. от них он становится еще более грустным.

Но яблок, практически полностью удовлетворяющих этим идеальным для Буратино и Пьеро стандартам, в ящике всего несколько, а остальные занимают промежуточное между ними положение.

Мальвина решила немного подзаработать на этой ситуации и для каждого яблока объявила свою цену по своему усмотрению.

Остается добавить, что и у Буратино, и у Пьеро еще оставалось по несколько золотых, которые они еще просто не успели зарыть в стране дураков.

Необходимо: так распределить яблоки между Буратино и Пьеро, чтобы на имеющиеся у каждого из них деньги он получил максимум удовлетворения, т.е. чтобы суммарная польза от распределения яблок была максимальной, а затраты минимальны.

Решение:

При попытке решения этой задачи методом прямого перебора всех возможных вариантов распределения яблок между Буратино и Пьеро даже при небольшом количестве яблок возникает сложноразрешимая проблема *комбинаторного взрыва*:

- если бы яблоко было одно, то было бы всего два варианта, кому его отдать (по числу подсистем);
- если появляется еще одно яблоко, то количество вариантов удваивается, т.к. каждый из ранее существовавших вариантов «расщепляется» на два в зависимости от того, кому отдано второе яблоко;
- третье яблоко приводит к расщеплению на два каждого из вариантов, возникших на предыдущем этапе;
- и вообще, если дано  $N$  объектов, которые необходимо распределить на две подсистемы, то получается  $2$  в степени  $N$  различных вариантов этого распределения.

Если же еще появится Некто (с которым Буратино не хотел делиться яблоками), то каждый предыдущий вариант будет расщепляться не на 2, а на 3 варианта. И вообще, если имеется  $K$  подсистем, по которым распределяется  $N$  объектов, то возможно  $K^N$  ( $K$  в степени  $N$ ) различных вариантов распределения. Это очень много даже для сравнительно небольшого количества подсистем и распределяемых объектов. Например, существует  $5^{10}=9765625$  различных вариантов распределить 10 объектов по 5 классам. Поэтому необходим какой-то нетривиальный подход, не основанный на полном переборе вариантов, чтобы решить эту задачу.

*Для решения сформулированных проблем* в данной работе все эти этапы, включая и 3-й, предлагается осуществлять с помощью системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» (система «Эйдос») [7]. Алгоритм 3-го этапа не отличается от алгоритма задачи-3.

## **10.2. Когнитивная структуризация предметной области**

Сформулируем (на неформальном уровне) общую постановку задачи о назначениях в традиционной терминологии АСК-анализа. Размещаемые грузы будем называть объектами или элементами, а рюкзаки классами или подсистемами. *В качестве количественной меры «пользы» от размещения объекта в классе (для самого класса и системы в целом) будем рассматривать сходство образа данного конкретного объекта с обобщенным образом класса, т.е. по сути, количество информации, содержащееся в системе признаков объекта о его принадлежности к данному классу.*

Дано:

1. Элементы имеют свойства и в разной степени подходят для различных подсистем, но в какой именно степени подходят – это надо еще определить (это задача распознавания).

2. На включение элементов в состав подсистем затрачиваются определенные ресурсы подсистем, т.е. каждому элементу соответствуют затраты, а подсистемам – ресурсы.

3. Все элементы различны.

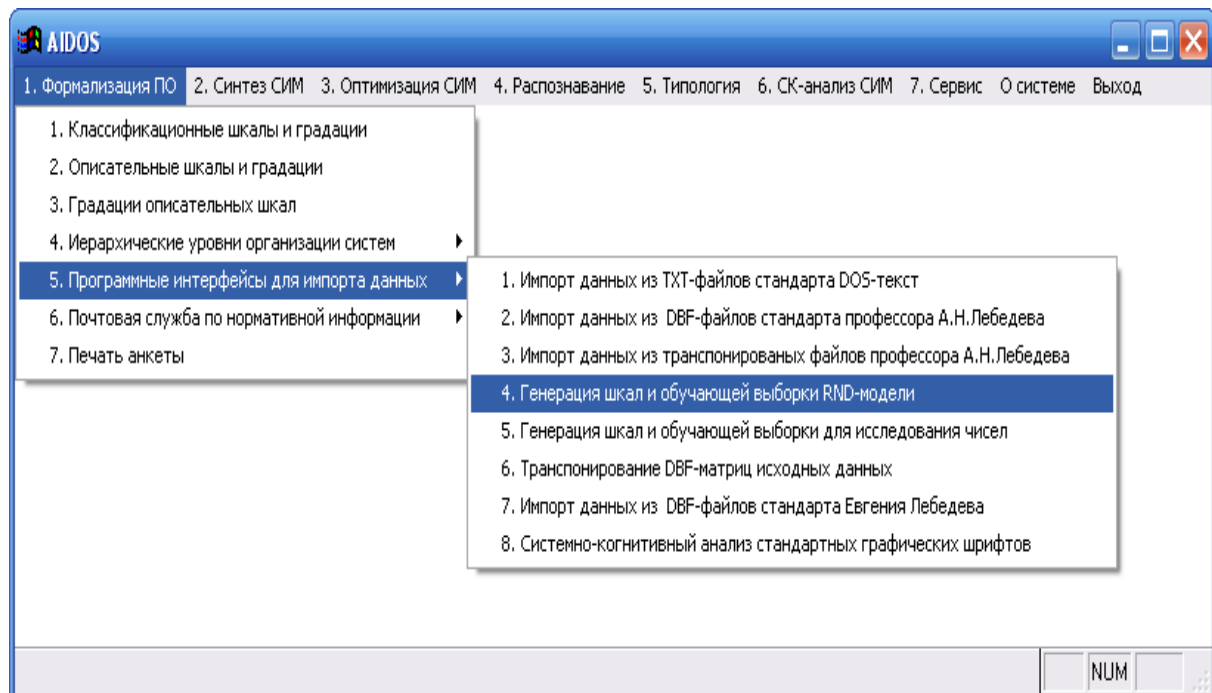
4. Каждый элемент может быть назначен единственной подсистеме.

Необходимо: максимизировать суммарный системный эффект (пользу) от распределения элементов по подсистемам и желательно при этом минимизировать суммарные затраты.

Далее на условном примере небольшой размерности рассмотрим подробнее как реализуются все эти этапы в системе «Эйдос». Размерность примера выбрана таким образом, чтобы необходимые базы данных можно было полностью привести в работе.

### 10.3. Формализация предметной области

В режиме \_154 (рисунок 77) сгенерируем случайную модель с параметрами, представленными на рисунке 78:



**Рисунок 77. Экранная форма вызова режима \_154 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

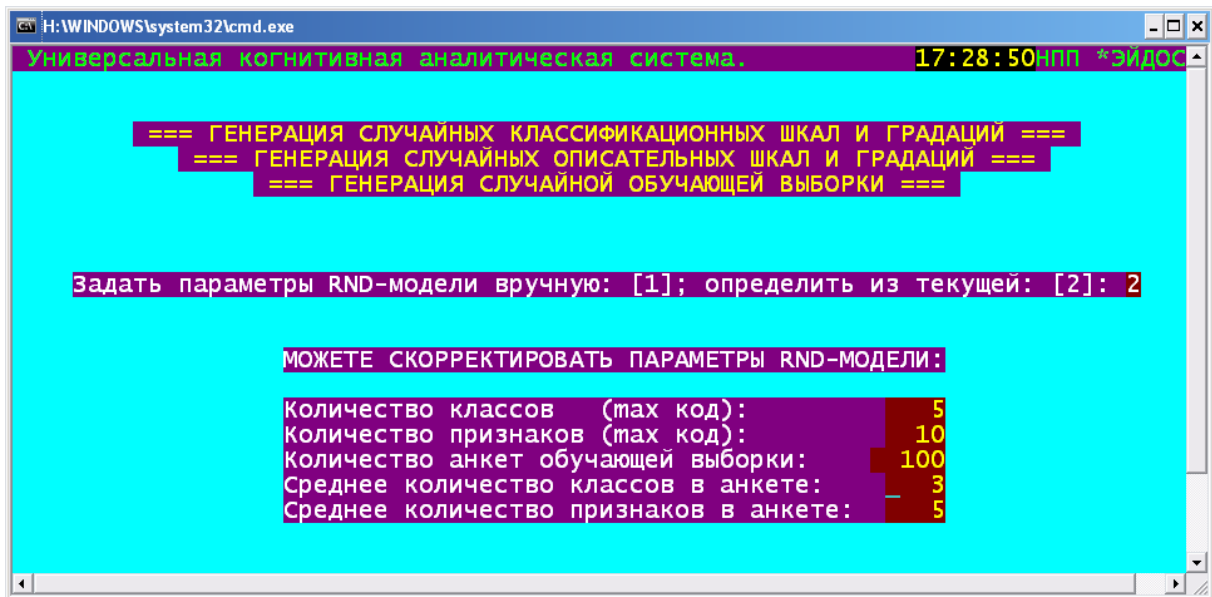


Рисунок 78. Параметры случайной модели (последняя DOS-версия 12.5)

При каждом запуске этого режима автоматически формируются разные случайные модели с заданными параметрами. В примере, рассматриваем в данной работе, сформированы следующие базы данных (таблицы 63-65):

**Таблица 63 – Справочник классов**

| KOD | NAME    |
|-----|---------|
| 1   | Klass_1 |
| 2   | Klass_2 |
| 3   | Klass_3 |
| 4   | Klass_4 |
| 5   | Klass_5 |

**Таблица 64 – Справочник признаков**

| KOD | NAME   |
|-----|--------|
| 1   | Atr_1  |
| 2   | Atr_2  |
| 3   | Atr_3  |
| 4   | Atr_4  |
| 5   | Atr_5  |
| 6   | Atr_6  |
| 7   | Atr_7  |
| 8   | Atr_8  |
| 9   | Atr_9  |
| 10  | Atr_10 |

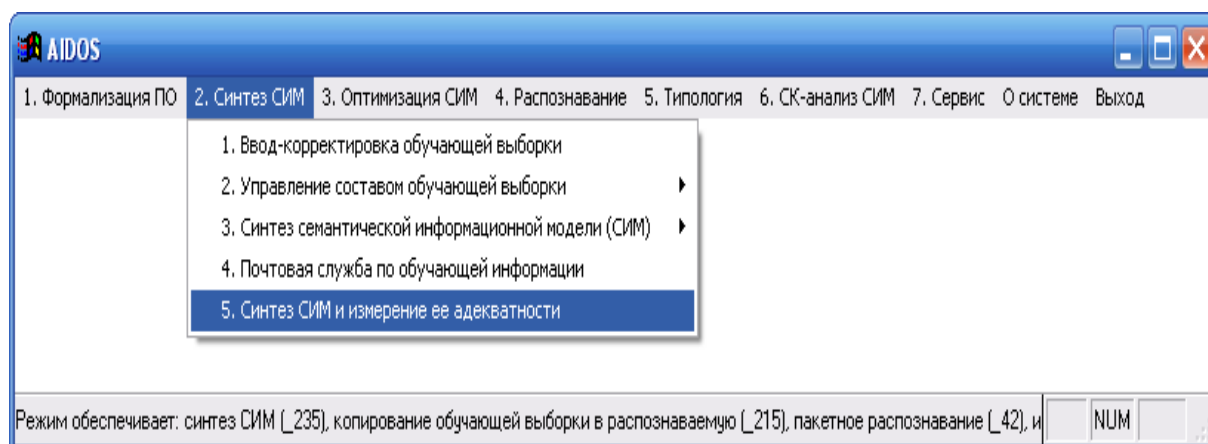


Таблица 65 – Обучающая выборка (база прецедентов) (фрагмент)

| Код объекта | Наименование объекта | Коды классов |        |        | Коды признаков |      |      |      |      |
|-------------|----------------------|--------------|--------|--------|----------------|------|------|------|------|
|             |                      | Klass1       | Klass2 | Klass3 | Atr1           | Atr2 | Atr3 | Atr4 | Atr5 |
| 1           | Ist-00001            | 2            | 3      | 4      | 2              | 3    | 5    | 6    | 8    |
| 2           | Ist-00002            | 1            | 2      | 4      | 1              | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 3           | Ist-00003            | 1            | 3      | 5      | 1              | 2    | 3    | 4    | 6    |
| 4           | Ist-00004            | 1            | 3      | 5      | 3              | 4    | 6    | 9    | 10   |
| 5           | Ist-00005            | 1            | 2      | 4      | 5              | 6    | 7    | 8    | 10   |
| 6           | Ist-00006            | 1            | 2      | 5      | 2              | 3    | 6    | 7    | 8    |
| 7           | Ist-00007            | 1            | 4      | 5      | 1              | 3    | 5    | 6    | 9    |
| 8           | Ist-00008            | 2            | 3      | 5      | 5              | 6    | 7    | 9    | 10   |
| 9           | Ist-00009            | 2            | 3      | 5      | 1              | 3    | 5    | 6    | 8    |
| 10          | Ist-00010            | 1            | 3      | 4      | 1              | 2    | 5    | 7    | 10   |
| 11          | Ist-00011            | 1            | 3      | 4      | 1              | 2    | 3    | 8    | 9    |
| 12          | Ist-00012            | 1            | 3      | 5      | 1              | 2    | 3    | 6    | 9    |
| 13          | Ist-00013            | 2            | 3      | 4      | 1              | 4    | 5    | 7    | 10   |
| 14          | Ist-00014            | 1            | 2      | 3      | 1              | 2    | 3    | 4    | 5    |
| 15          | Ist-00015            | 1            | 2      | 5      | 1              | 3    | 7    | 9    | 10   |
| 16          | Ist-00016            | 2            | 3      | 5      | 2              | 4    | 6    | 9    | 10   |
| 17          | Ist-00017            | 1            | 2      | 4      | 4              | 6    | 8    | 9    | 10   |
| 18          | Ist-00018            | 1            | 4      | 5      | 3              | 4    | 7    | 9    | 10   |
| 19          | Ist-00019            | 1            | 3      | 4      | 1              | 2    | 4    | 7    | 8    |
| 20          | Ist-00020            | 1            | 4      | 5      | 1              | 2    | 3    | 6    | 8    |
| 21          | Ist-00021            | 1            | 3      | 5      | 2              | 3    | 4    | 8    | 10   |
| 22          | Ist-00022            | 3            | 4      | 5      | 2              | 3    | 5    | 6    | 7    |
| 23          | Ist-00023            | 1            | 3      | 5      | 4              | 6    | 8    | 9    | 10   |
| 24          | Ist-00024            | 2            | 3      | 4      | 1              | 2    | 6    | 8    | 9    |
| 25          | Ist-00025            | 2            | 4      | 5      | 1              | 3    | 4    | 6    | 7    |
| 26          | Ist-00026            | 2            | 3      | 4      | 3              | 5    | 6    | 9    | 10   |
| 27          | Ist-00027            | 2            | 3      | 4      | 1              | 4    | 5    | 7    | 10   |
| 28          | Ist-00028            | 1            | 3      | 5      | 1              | 2    | 6    | 8    | 10   |
| 29          | Ist-00029            | 1            | 2      | 5      | 1              | 2    | 3    | 6    | 8    |
| 30          | Ist-00030            | 1            | 2      | 4      | 1              | 4    | 6    | 8    | 10   |
| 31          | Ist-00031            | 1            | 3      | 4      | 1              | 6    | 7    | 8    | 9    |
| 32          | Ist-00032            | 1            | 2      | 3      | 1              | 2    | 7    | 8    | 10   |
| 33          | Ist-00033            | 2            | 3      | 5      | 1              | 3    | 5    | 8    | 9    |
| 34          | Ist-00034            | 1            | 4      | 5      | 1              | 2    | 5    | 7    | 8    |
| 35          | Ist-00035            | 1            | 4      | 5      | 3              | 5    | 6    | 7    | 10   |
| 36          | Ist-00036            | 1            | 2      | 4      | 1              | 2    | 5    | 6    | 7    |
| 37          | Ist-00037            | 1            | 3      | 4      | 5              | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 38          | Ist-00038            | 1            | 3      | 4      | 2              | 4    | 5    | 7    | 10   |
| 39          | Ist-00039            | 1            | 2      | 3      | 1              | 2    | 6    | 9    | 10   |
| 40          | Ist-00040            | 1            | 2      | 4      | 1              | 3    | 5    | 7    | 8    |
| 41          | Ist-00041            | 1            | 3      | 5      | 3              | 4    | 7    | 8    | 9    |
| 42          | Ist-00042            | 1            | 2      | 4      | 3              | 5    | 8    | 9    | 10   |
| 43          | Ist-00043            | 2            | 4      | 5      | 2              | 6    | 8    | 9    | 10   |
| 44          | Ist-00044            | 2            | 4      | 5      | 1              | 4    | 5    | 9    | 10   |
| 45          | Ist-00045            | 1            | 2      | 5      | 1              | 2    | 4    | 6    | 8    |
| 46          | Ist-00046            | 2            | 3      | 5      | 1              | 2    | 3    | 4    | 7    |
| 47          | Ist-00047            | 2            | 3      | 5      | 1              | 2    | 5    | 7    | 8    |
| 48          | Ist-00048            | 1            | 2      | 5      | 3              | 4    | 5    | 7    | 10   |
| 49          | Ist-00049            | 3            | 4      | 5      | 3              | 4    | 6    | 8    | 9    |
| 50          | Ist-00050            | 1            | 2      | 5      | 1              | 4    | 5    | 6    | 10   |
| 51          | Ist-00051            | 1            | 2      | 5      | 2              | 4    | 5    | 6    | 10   |
| 52          | Ist-00052            | 1            | 3      | 5      | 3              | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 53          | Ist-00053            | 2            | 4      | 5      | 1              | 3    | 8    | 9    | 10   |

## 10.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области

После формализации предметной области, т.е. формирования баз данных, представленных в таблица 1-3, был запущен режим \_25 системы «Эйдос» (рисунок 79), который сформировал базу абсолютных частот (таблица 66), базу знаний (таблица 67), а также базу данных результатов идентификации образов конкретных объектов с обобщенными образами классов (таблица 40):



**Рисунок 79. Экранная форма выбора режима \_25 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

**Таблица 66 – База абсолютных частот**

| Коды признаков | Коды классов |    |    |    |    |
|----------------|--------------|----|----|----|----|
|                | 1            | 2  | 3  | 4  | 5  |
| 1              | 34           | 35 | 30 | 28 | 32 |
| 2              | 31           | 25 | 31 | 22 | 26 |
| 3              | 34           | 28 | 31 | 24 | 39 |
| 4              | 30           | 33 | 28 | 21 | 32 |
| 5              | 29           | 34 | 26 | 22 | 24 |
| 6              | 34           | 33 | 29 | 22 | 32 |
| 7              | 33           | 30 | 26 | 29 | 29 |
| 8              | 43           | 33 | 35 | 31 | 32 |
| 9              | 28           | 27 | 31 | 19 | 27 |
| 10             | 39           | 37 | 33 | 27 | 32 |

**Таблица 67 – База знаний (в сантибитах: Бит×0,01)**

| Коды признаков | Коды классов |        |        |        |        |
|----------------|--------------|--------|--------|--------|--------|
|                | 1            | 2      | 3      | 4      | 5      |
| 1              | -1,380       | 1,495  | -1,850 | 2,390  | -0,326 |
| 2              | 0,883        | -3,993 | 4,386  | -0,072 | -1,723 |
| 3              | -0,775       | -4,985 | -0,204 | -1,900 | 6,560  |
| 4              | -2,207       | 2,773  | -0,894 | -3,598 | 2,820  |
| 5              | -1,235       | 5,770  | -1,198 | -0,072 | -4,264 |
| 6              | 0,470        | 1,477  | -1,076 | -3,417 | 1,524  |
| 7              | 0,164        | -0,908 | -3,902 | 5,995  | -0,960 |
| 8              | 3,214        | -3,235 | 0,182  | 2,759  | -3,188 |
| 9              | -1,635       | -0,836 | 5,100  | -4,013 | 0,189  |
| 10             | 1,228        | 1,511  | -0,572 | -0,513 | -2,074 |

## 10.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели

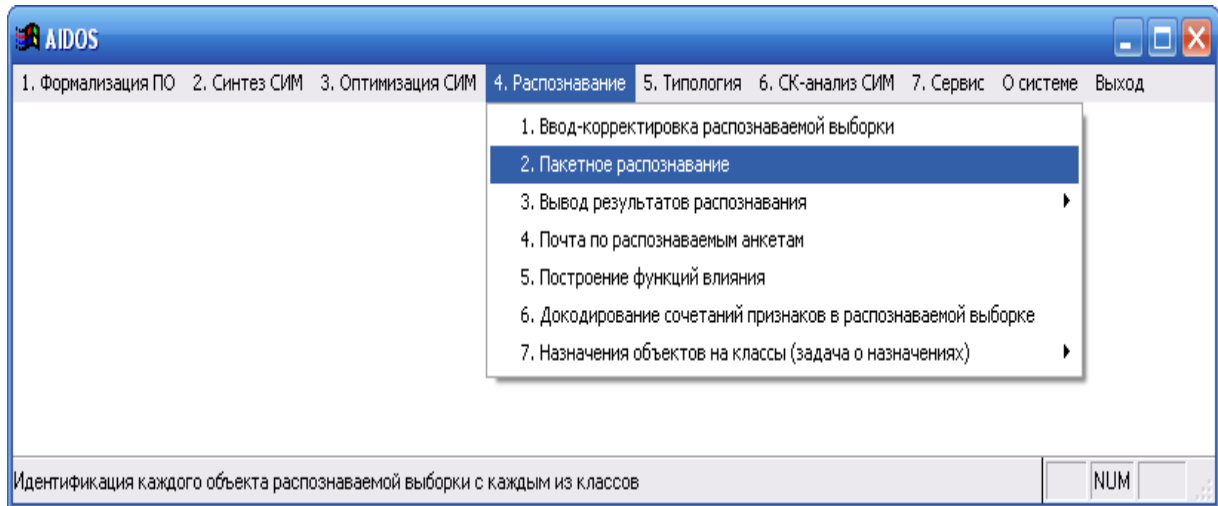
Режим \_25 системы «Эйдос» сформировал также базу данных результатов идентификации образов конкретных объектов с обобщенными образами классов (таблица 68):

**Таблица 68 – База данных результатов идентификации образов конкретных объектов с обобщенными образами классов<sup>51</sup> (фрагмент)**

| Результаты идентификации объектов с 1-м классом |            |          |      | Результаты идентификации объектов со 2-м классом |            |          |      | Результаты идентификации объектов с 3-м классом |            |          |      | Результаты идентификации объектов с 4-м классом |            |          |      | Результаты идентификации объектов с 5-м классом |            |          |      |
|---|------------|----------|------|--|------------|----------|------|---|------------|----------|------|---|------------|----------|------|---|------------|----------|------|
| Код объекта                                     | Код класса | Сходство | Факт | Код объекта                                      | Код класса | Сходство | Факт | Код объекта                                     | Код класса | Сходство | Факт | Код объекта                                     | Код класса | Сходство | Факт | Код объекта                                     | Код класса | Сходство | Факт |
| 65  | 1          | 61,8     | √    | 50   | 2          | 76,6     | √    | 61  | 3          | 56,8     | √    | 34  | 4          | 72,0     | √    | 25  | 5          | 62,1     | √    |
| 28  | 1          | 58,4     | √    | 44   | 2          | 63,5     | √    | 43  | 3          | 55,6     | √    | 47  | 4          | 72,0     | √    | 57  | 5          | 60,6     | √    |
| 91  | 1          | 58,4     | √    | 93   | 2          | 63,5     | √    | 63  | 3          | 55,6     | √    | 32  | 4          | 69,4     | √    | 4   | 5          | 58,5     | √    |
| 43  | 1          | 55,4     | √    | 88   | 2          | 63,4     | √    | 11  | 3          | 52,8     | √    | 92  | 4          | 69,4     | √    | 3   | 5          | 57,5     | √    |
| 63  | 1          | 55,4     | √    | 13   | 2          | 63,1     | √    | 57  | 3          | 50,7     | √    | 40  | 4          | 61,3     | √    | 96  | 5          | 55,4     | √    |
| 32  | 1          | 54,8     | √    | 27   | 2          | 63,1     | √    | 55  | 3          | 49,8     | √    | 10  | 4          | 52,7     | √    | 49  | 5          | 51,8     | √    |
| 92  | 1          | 54,8     | √    | 72   | 2          | 63,1     | √    | 94  | 3          | 49,8     | √    | 19  | 4          | 51,2     | √    | 68  | 5          | 51,6     | √    |
| 6   | 1          | 53,1     | √    | 81   | 2          | 62,9     | √    | 16  | 3          | 48,1     | √    | 84  | 4          | 51,2     | √    | 18  | 5          | 43,6     | √    |
| 85  | 1          | 53,1     | √    | 54   | 2          | 49,8     | √    | 89  | 3          | 47,6     | √    | 80  | 4          | 48,6     | √    | 46  | 5          | 42,6     | √    |
| 5   | 1          | 51,7     | √    | 51   | 2          | 45,5     | √    | 24  | 3          | 46,7     | √    | 2   | 4          | 46,2     | √    | 12  | 5          | 41,7     | √    |
| 58  | 1          | 47,7     | √    | 62   | 2          | 42,6     | √    | 12  | 3          | 44,1     | √    | 65  | 4          | 44,1     | √    | 82  | 5          | 40,7     | √    |
| 100   | 1          | 47,1     | √    | 64   | 2          | 42,5     | √    | 39  | 3          | 41,5     | √    | 98  | 4          | 42,0     | √    | 71  | 5          | 40,5     | √    |
| 78  | 1          | 40,9     | √    | 8  | 2          | 42,5     | √    | 74  | 3          | 38,6     | √    | 70  | 4          | 41,5     | √    | 41  | 5          | 36,9     | √    |
| 1   | 1          | 36,9     | √    | 69   | 2          | 39,8     | √    | 59  | 3          | 25,1     | √    | 58  | 4          | 37,8     | √    | 69  | 5          | 31,8     | √    |
| 20  | 1          | 35,2     | √    | 84   | 2          | 36,1     | √    | 42  | 3          | 23,0     | √    | 36  | 4          | 35,6     | √    | 59  | 5          | 30,2     | √    |
| 29  | 1          | 35,2     | √    | 73   | 2          | 36,0     | √    | 49  | 3          | 21,6     | √    | 5   | 4          | 35,2     | √    | 75  | 5          | 27,1     | √    |
| 90  | 1          | 35,2     | √    | 38   | 2          | 31,9     | √    | 77  | 3          | 20,8     | √    | 95  | 4          | 34,6     | √    | 7   | 5          | 26,5     | √    |
| 21  | 1          | 34,4     | √    | 97   | 2          | 31,9     | √    | 21  | 3          | 20,1     | √    | 13  | 4          | 32,0     | √    | 70  | 5          | 26,0     | √    |
| 56  | 1          | 34,4     | √    | 95   | 2          | 31,8     | √    | 56  | 3          | 20,1     | √    | 27  | 4          | 32,0     | √    | 55  | 5          | 25,8     | √    |
| 64  | 1          | 33,9     | √    | 67   | 2          | 29,3     | √    | 17  | 3          | 19,0     | √    | 72  | 4          | 32,0     | √    | 94  | 5          | 25,8     | √    |
| 52  | 1          | 32,7     | √    | 79   | 2          | 29,2     | √    | 23  | 3          | 19,0     | √    | 37  | 4          | 31,7     | √    | 60  | 5          | 25,4     | √    |
| 67  | 1          | 30,9     | √    | 5  | 2          | 28,9     | √    | 53  | 3          | 18,5     | √    | 62  | 4          | 29,5     | √    | 86  | 5          | 25,4     | √    |
| 74  | 1          | 28,7     | √    | 48   | 2          | 26,3     | √    | 99  | 3          | 18,5     | √    | 31  | 4          | 29,1     | √    | 15  | 5          | 24,7     | √    |
| 37  | 1          | 27,4     | √    | 30   | 2          | 25,5     | √    | 67  | 3          | 16,9     | √    | 6   | 4          | 27,0     | √    | 83  | 5          | 24,7     | √    |

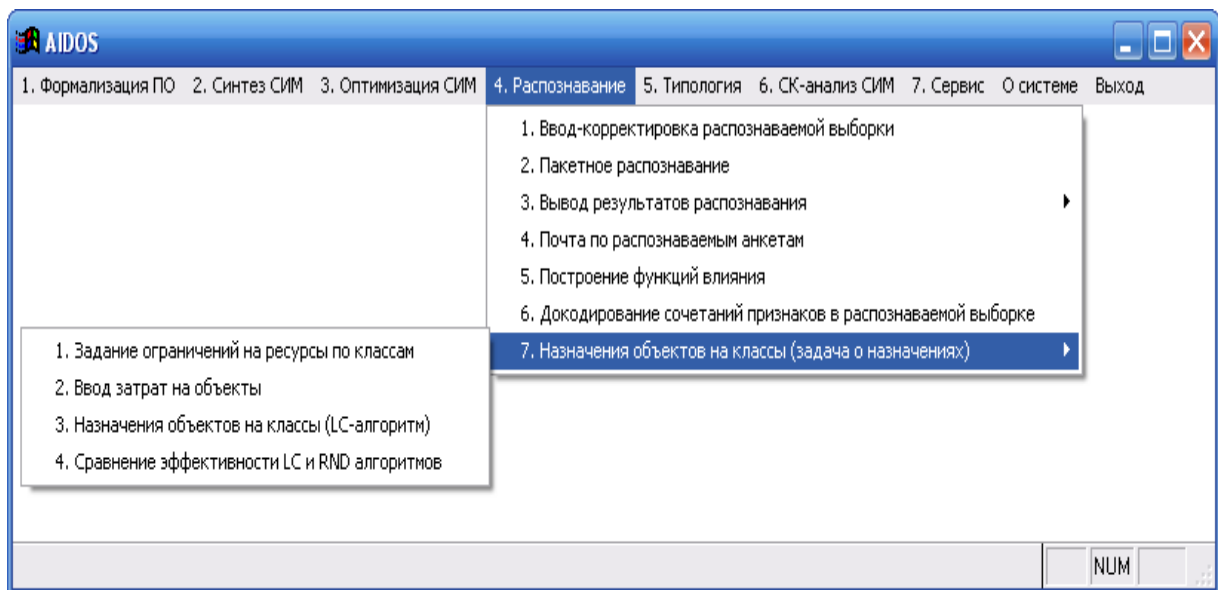
В нашем примере режим \_25 автоматически скопировал обучающую выборку в распознаваемую выборку, но при реальном решении задачи о назначениях она вручную вводится в режиме \_41, а распознавание ее, т.е. количественное определение меры сходства всех объектов со всеми классами, что осуществляется в режиме \_42 (рисунк 80):

<sup>51</sup> В таблице базе данных придан вид, удобный для работы



**Рисунок 80. Экранная форма выбора режима \_42 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

Когда эти базы сформированы, запускается режим \_47, обеспечивающий решение задачи о назначениях (рисунок 81):



**Рисунок 81. Экранная форма выбора режима \_47 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)**

Далее в режиме \_471 (рисунок 82) вводятся вручную или автоматически ресурсы классов, а в режиме \_472 (рисунок 83), также вручную или автоматически, затраты на объекты в результате чего формируются базы данных, представленные в таблицах 69 и 70:

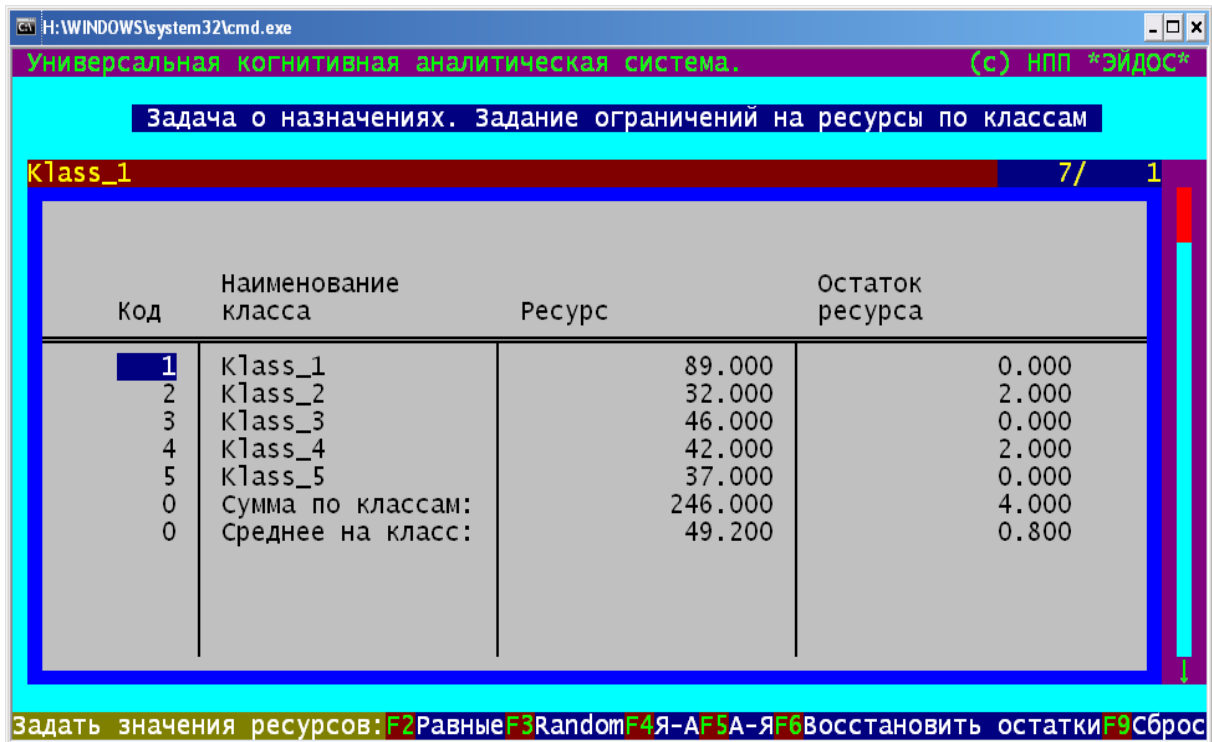


Рисунок 82. Экранная форма режима \_471 ввода-корректировки ресурсов классов (последняя DOS-версия 12.5)

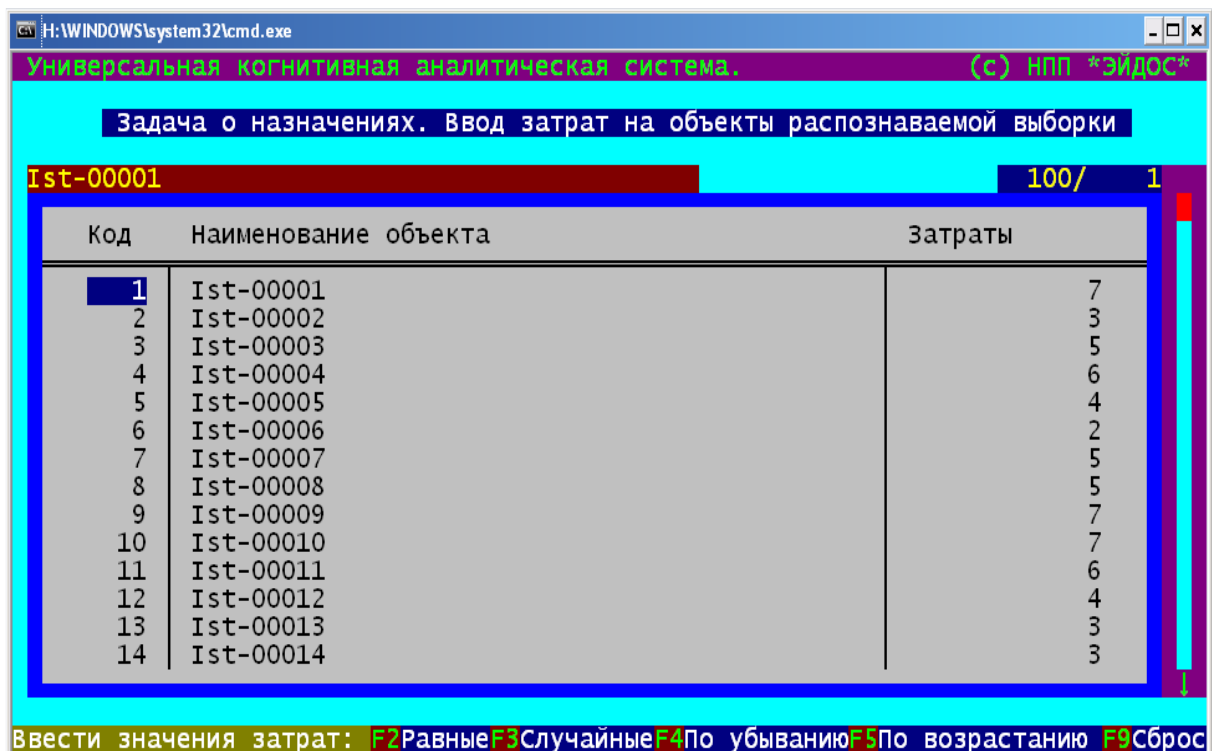


Рисунок 83. Экранная форма режима \_472 ввода-корректировки затрат объектов (последняя DOS-версия 12.5)

**Таблица 69 – База данных ресурсов классов**

| Код класса | Наименование класса | Ресурс  |
|------------|---------------------|---------|
| 1          | Klass_1             | 89,000  |
| 2          | Klass_2             | 32,000  |
| 3          | Klass_3             | 46,000  |
| 4          | Klass_4             | 42,000  |
| 5          | Klass_5             | 37,000  |
|            | Сумма по классам:   | 246,000 |
|            | Среднее на класс:   | 49,200  |

**Таблица 70 – База данных затрат на объекты**

| KOD | NAME      | ZATRATI | KOD | NAME      | ZATRATI |
|-----|-----------|---------|-----|-----------|---------|
| 1   | Ist-00001 | 7       | 51  | Ist-00051 | 9       |
| 2   | Ist-00002 | 3       | 52  | Ist-00052 | 10      |
| 3   | Ist-00003 | 5       | 53  | Ist-00053 | 6       |
| 4   | Ist-00004 | 6       | 54  | Ist-00054 | 8       |
| 5   | Ist-00005 | 4       | 55  | Ist-00055 | 10      |
| 6   | Ist-00006 | 2       | 56  | Ist-00056 | 9       |
| 7   | Ist-00007 | 5       | 57  | Ist-00057 | 4       |
| 8   | Ist-00008 | 5       | 58  | Ist-00058 | 2       |
| 9   | Ist-00009 | 7       | 59  | Ist-00059 | 4       |
| 10  | Ist-00010 | 7       | 60  | Ist-00060 | 10      |
| 11  | Ist-00011 | 6       | 61  | Ist-00061 | 3       |
| 12  | Ist-00012 | 4       | 62  | Ist-00062 | 6       |
| 13  | Ist-00013 | 3       | 63  | Ist-00063 | 4       |
| 14  | Ist-00014 | 3       | 64  | Ist-00064 | 4       |
| 15  | Ist-00015 | 6       | 65  | Ist-00065 | 8       |
| 16  | Ist-00016 | 7       | 66  | Ist-00066 | 4       |
| 17  | Ist-00017 | 9       | 67  | Ist-00067 | 7       |
| 18  | Ist-00018 | 5       | 68  | Ist-00068 | 7       |
| 19  | Ist-00019 | 3       | 69  | Ist-00069 | 10      |
| 20  | Ist-00020 | 6       | 70  | Ist-00070 | 3       |
| 21  | Ist-00021 | 1       | 71  | Ist-00071 | 4       |
| 22  | Ist-00022 | 3       | 72  | Ist-00072 | 5       |
| 23  | Ist-00023 | 8       | 73  | Ist-00073 | 5       |
| 24  | Ist-00024 | 3       | 74  | Ist-00074 | 5       |
| 25  | Ist-00025 | 6       | 75  | Ist-00075 | 8       |
| 26  | Ist-00026 | 7       | 76  | Ist-00076 | 10      |
| 27  | Ist-00027 | 6       | 77  | Ist-00077 | 8       |
| 28  | Ist-00028 | 5       | 78  | Ist-00078 | 9       |
| 29  | Ist-00029 | 5       | 79  | Ist-00079 | 6       |
| 30  | Ist-00030 | 5       | 80  | Ist-00080 | 3       |
| 31  | Ist-00031 | 6       | 81  | Ist-00081 | 3       |
| 32  | Ist-00032 | 5       | 82  | Ist-00082 | 10      |
| 33  | Ist-00033 | 8       | 83  | Ist-00083 | 5       |
| 34  | Ist-00034 | 4       | 84  | Ist-00084 | 3       |
| 35  | Ist-00035 | 8       | 85  | Ist-00085 | 5       |
| 36  | Ist-00036 | 5       | 86  | Ist-00086 | 5       |
| 37  | Ist-00037 | 7       | 87  | Ist-00087 | 5       |
| 38  | Ist-00038 | 7       | 88  | Ist-00088 | 8       |
| 39  | Ist-00039 | 7       | 89  | Ist-00089 | 7       |
| 40  | Ist-00040 | 8       | 90  | Ist-00090 | 1       |
| 41  | Ist-00041 | 7       | 91  | Ist-00091 | 9       |
| 42  | Ist-00042 | 2       | 92  | Ist-00092 | 3       |
| 43  | Ist-00043 | 2       | 93  | Ist-00093 | 5       |
| 44  | Ist-00044 | 5       | 94  | Ist-00094 | 3       |
| 45  | Ist-00045 | 7       | 95  | Ist-00095 | 1       |
| 46  | Ist-00046 | 8       | 96  | Ist-00096 | 7       |
| 47  | Ist-00047 | 4       | 97  | Ist-00097 | 1       |
| 48  | Ist-00048 | 9       | 98  | Ist-00098 | 9       |
| 49  | Ist-00049 | 1       | 99  | Ist-00099 | 4       |
| 50  | Ist-00050 | 4       | 100 | Ist-00100 | 10      |

Варианты автоматического формирования и ввода в базы данных ресурсов и затрат в этих режимах видны из рисунков 82 и 83.

После ввода ресурсов классов и затрат на объекты запускается режим \_473 (рисунок 84), который собственно и осуществляет назначения объектов на классы согласно алгоритма задачи 4, т.е. максимизируя пользу по классам и в целом по системе и при этом минимизируя остатки ресурсов классов, затраты по классам и общие затраты.

В результате работы данного режима формируются выходные формы, представленная в таблицах 71 и 72:

**Таблица 71 – База данных ресурсов классов**

| Код класса | Наименование класса | Ресурс  | Остаток ресурса | Количество объектов | Суммарная польза | Сумма затрат | Средне-взвешенная удельная польза | Средняя польза | Средние затраты |
|------------|---------------------|---------|-----------------|---------------------|------------------|--------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| 1          | Klass_1             | 89,000  | 0,000           | 17,000              | 712,5022397      | 89,000       | 8,0056431                         | 41,9118965     | 5,235           |
| 2          | Klass_2             | 32,000  | 2,000           | 8,000               | 467,2168469      | 30,000       | 15,5738949                        | 58,4021059     | 3,750           |
| 3          | Klass_3             | 46,000  | 0,000           | 11,000              | 518,6988525      | 46,000       | 11,2760620                        | 47,1544411     | 4,182           |
| 4          | Klass_4             | 42,000  | 2,000           | 11,000              | 617,5542042      | 40,000       | 15,4388551                        | 56,1412913     | 3,636           |
| 5          | Klass_5             | 37,000  | 0,000           | 9,000               | 408,5936439      | 37,000       | 11,0430715                        | 45,3992938     | 4,111           |
|            | Сумма по классам:   | 246,000 | 4,000           | 56,000              | 2724,5657872     | 242,000      | 61,3375266                        | 249,0090286    | 20,914          |
|            | Среднее на класс:   | 49,200  | 0,800           | 11,200              | 544,9131574      | 48,400       | 12,2675053                        | 49,8018057     | 4,183           |

```

H:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Универсальная когнитивная аналитическая система. (с) НПП *ЭЙДОС*
Задача о назначениях. РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ПО КЛАССАМ
ДАНО:
1. Массив ограничений на ресурсы по классам, режим _471 (в БД: Klas_res.dbf).
2. Массив затрат на распознаваемые объекты, режим _472 (в БД: Robj_zat.dbf).
3. Результаты пакетного распознавания объектов в режиме _42 (в БД: Rasp.dbf),
   в которой определены уровни сходства всех объектов со всеми классами.
НЕОБХОДИМО:
Распределить объекты по классам так, чтобы:
- каждый объект был назначен только один раз, т.е. на единственный класс;
- каждый объект был назначен на тот класс, которому он наиболее соответствует
  (будем считать, что некоторый объект тем более соответствует классу, чем выше
  его сходство с данным классом и чем ниже затраты на использование объекта);
- ресурсы классов были максимально использованы, а их остатки минимизированы.
АЛГОРИТМ:
1. Для всех объектов и классов находим удельное сходство на единицу затрат.
2. Сортируем все объекты в порядке убывания удельного сходства по всем классам.
3. Организуем цикл по объектам.
4. Назначаем текущий объект на тот класс, удельное сходство с которым макси-
   мально, при условии, что у данного класса есть для этого ресурсы, и делать
   это до тех пор, пока есть классы с ресурсами и не назначены все объекты.
ПРОЦЕСС ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!
Результаты назначений в файле: Res_naz.txt и БД: Rasp_naz.dbf и Klas_res.dbf

```

**Рисунок 84. Экранная форма режима \_473 назначения объектов на классы (последняя DOS-версия 12.5)**

## Таблица 72 – Результаты назначений объектов распознаваемой выборки на классы

13-08-09 11:25:35

г. Краснодар

```

=====
| ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАЗНАЧЕНИЯ:
| СУММА ПО ВСЕМ КЛАССАМ:
| Начальный ресурс: 246, остаток: 4
| Суммарное сходство:.....2724.5657872
| Фактические суммарные затраты:.....242
| Средневзвешенное удельное сходство:.....61.3375266
| Среднее на объект суммарное сходство:.....249.0090286
| Средние на объект фактические суммарные затраты:...21
| Всего назначено:.....56 объекта(ов)
=====

```

```

=====
| СРЕДНЕЕ НА КЛАСС:
| Начальный ресурс: 49.200, остаток: 0.800
| Суммарное сходство:.....544.9131574
| Фактические суммарные затраты:.....48.400
| Средневзвешенное удельное сходство:.....12.2675053
| Среднее на объект суммарное сходство:.....49.8018057
| Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.183
| В среднем на класс назначено:.....11.200 объекта(ов)
=====

```

```

=====
| КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:
| Код: 1, наименование: Klass_1, начальный ресурс: 89, остаток: 0
| Суммарное сходство:.....712.5022397
| Фактические суммарные затраты:.....89
| Средневзвешенное удельное сходство:.....8.0056431
| Среднее на объект суммарное сходство:.....41.9118965
| Средние на объект фактические суммарные затраты:...5.235
| Всего на данный класс назначено:.....17 объекта(ов):
=====

```

| Номер по пор. | Код объекта | Наименование объекта | Ур-нь сходст об.с классом | Затраты на назн. объекта | Удельное сход об. с классом |
|---------------|-------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1             | 90          | Ist-00090            | 35.2205677                | 1                        | 35.2205677                  |
| 2             | 21          | Ist-00021            | 34.4137661                | 1                        | 34.4137661                  |
| 3             | 6           | Ist-00006            | 53.0519770                | 2                        | 26.5259885                  |
| 4             | 58          | Ist-00058            | 47.7400114                | 2                        | 23.8700057                  |
| 5             | 5           | Ist-00005            | 51.7322895                | 4                        | 12.9330724                  |
| 6             | 28          | Ist-00028            | 58.3606532                | 5                        | 11.6721306                  |
| 7             | 85          | Ist-00085            | 53.0519770                | 5                        | 10.6103954                  |
| 8             | 65          | Ist-00065            | 61.8074476                | 8                        | 7.7259310                   |
| 9             | 29          | Ist-00029            | 35.2205677                | 5                        | 7.0441135                   |
| 10            | 91          | Ist-00091            | 58.3606532                | 9                        | 6.4845170                   |
| 11            | 20          | Ist-00020            | 35.2205677                | 6                        | 5.8700946                   |
| 12            | 1           | Ist-00001            | 36.8947308                | 7                        | 5.2706758                   |
| 13            | 100         | Ist-00100            | 47.1043333                | 10                       | 4.7104333                   |
| 14            | 78          | Ist-00078            | 40.8870089                | 9                        | 4.5430010                   |
| 15            | 30          | Ist-00030            | 22.6644450                | 5                        | 4.5328890                   |
| 16            | 86          | Ist-00086            | 22.1189613                | 5                        | 4.4237923                   |
| 17            | 87          | Ist-00087            | 18.6522823                | 5                        | 3.7304565                   |

```

=====
| КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:
| Код: 2, наименование: Klass_2, начальный ресурс: 32, остаток: 2
| Суммарное сходство:.....467.2168469
| Фактические суммарные затраты:.....30
| Средневзвешенное удельное сходство:.....15.5738949
| Среднее на объект суммарное сходство:.....58.4021059
| Средние на объект фактические суммарные затраты:...3.750
| Всего на данный класс назначено:.....8 объекта(ов):
=====

```

| Номер по пор. | Код объекта | Наименование объекта | Ур-нь сходст об.с классом | Затраты на назн. объекта | Удельное сход об. с классом |
|---------------|-------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1             | 97          | Ist-00097            | 31.9232794                | 1                        | 31.9232794                  |
| 2             | 13          | Ist-00013            | 63.1013633                | 3                        | 21.0337878                  |
| 3             | 81          | Ist-00081            | 62.9062481                | 3                        | 20.9687494                  |
| 4             | 50          | Ist-00050            | 76.6495522                | 4                        | 19.1623881                  |
| 5             | 44          | Ist-00044            | 63.5108619                | 5                        | 12.7021724                  |
| 6             | 93          | Ist-00093            | 63.5108619                | 5                        | 12.7021724                  |
| 7             | 72          | Ist-00072            | 63.1013633                | 5                        | 12.6202727                  |
| 8             | 64          | Ist-00064            | 42.5133168                | 4                        | 10.6283292                  |

```

=====
| КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:
|
=====

```



Код: 3, наименование: Klass\_3, начальный ресурс: 46, остаток: 0  
 Суммарное сходство:.....518.6988525  
 Фактические суммарные затраты:.....46  
 Средневзвешенное удельное сходство:.....11.2760620  
 Среднее на объект суммарное сходство:.....47.1544411  
 Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.182  
 Всего на данный класс назначено:.....11 объекта(ов):

| Номер по пор. | Код объекта | Наименование объекта | Ур-нь сходст об.с классом | Затраты на назн. объекта | Удельное сход об. с классом |
|---------------|-------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1             | 43          | Ist-00043            | 55.5838012                | 2                        | 27.7919006                  |
| 2             | 61          | Ist-00061            | 56.8425916                | 3                        | 18.9475305                  |
| 3             | 94          | Ist-00094            | 49.8391402                | 3                        | 16.6130467                  |
| 4             | 24          | Ist-00024            | 46.7424653                | 3                        | 15.5808218                  |
| 5             | 63          | Ist-00063            | 55.5838012                | 4                        | 13.8959503                  |
| 6             | 42          | Ist-00042            | 22.9821121                | 2                        | 11.4910561                  |
| 7             | 12          | Ist-00012            | 44.0710764                | 4                        | 11.0177691                  |
| 8             | 11          | Ist-00011            | 52.7766247                | 6                        | 8.7961041                   |
| 9             | 74          | Ist-00074            | 38.5802769                | 5                        | 7.7160554                   |
| 10            | 16          | Ist-00016            | 48.1370433                | 7                        | 6.8767205                   |
| 11            | 89          | Ist-00089            | 47.5599196                | 7                        | 6.7942742                   |

=====

**КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:**

Код: 4, наименование: Klass\_4, начальный ресурс: 42, остаток: 2  
 Суммарное сходство:.....617.5542042  
 Фактические суммарные затраты:.....40  
 Средневзвешенное удельное сходство:.....15.4388551  
 Среднее на объект суммарное сходство:.....56.1412913  
 Средние на объект фактические суммарные затраты:...3.636  
 Всего на данный класс назначено:.....11 объекта(ов):

| Номер по пор. | Код объекта | Наименование объекта | Ур-нь сходст об.с классом | Затраты на назн. объекта | Удельное сход об. с классом |
|---------------|-------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1             | 95          | Ist-00095            | 34.5572497                | 1                        | 34.5572497                  |
| 2             | 92          | Ist-00092            | 69.4227545                | 3                        | 23.1409182                  |
| 3             | 34          | Ist-00034            | 72.0227334                | 4                        | 18.0056834                  |
| 4             | 47          | Ist-00047            | 72.0227334                | 4                        | 18.0056834                  |
| 5             | 19          | Ist-00019            | 51.2415712                | 3                        | 17.0805237                  |
| 6             | 84          | Ist-00084            | 51.2415712                | 3                        | 17.0805237                  |
| 7             | 80          | Ist-00080            | 48.6415923                | 3                        | 16.2138641                  |
| 8             | 2           | Ist-00002            | 46.1955575                | 3                        | 15.3985192                  |
| 9             | 32          | Ist-00032            | 69.4227545                | 5                        | 13.8845509                  |
| 10            | 70          | Ist-00070            | 41.5353662                | 3                        | 13.8451221                  |
| 11            | 40          | Ist-00040            | 61.2503203                | 8                        | 7.6562900                   |

=====

**КЛАСС НАЗНАЧЕНИЯ:**

Код: 5, наименование: Klass\_5, начальный ресурс: 37, остаток: 0  
 Суммарное сходство:.....408.5936439  
 Фактические суммарные затраты:.....37  
 Средневзвешенное удельное сходство:.....11.0430715  
 Среднее на объект суммарное сходство:.....45.3992938  
 Средние на объект фактические суммарные затраты:...4.111  
 Всего на данный класс назначено:.....9 объекта(ов):

| Номер по пор. | Код объекта | Наименование объекта | Ур-нь сходст об.с классом | Затраты на назн. объекта | Удельное сход об. с классом |
|---------------|-------------|----------------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| 1             | 49          | Ist-00049            | 51.8183980                | 1                        | 51.8183980                  |
| 2             | 57          | Ist-00057            | 60.6187779                | 4                        | 15.1546945                  |
| 3             | 3           | Ist-00003            | 57.5283765                | 5                        | 11.5056753                  |
| 4             | 25          | Ist-00025            | 62.1137448                | 6                        | 10.3522908                  |
| 5             | 71          | Ist-00071            | 40.4988661                | 4                        | 10.1247165                  |
| 6             | 4           | Ist-00004            | 58.5112721                | 6                        | 9.7518787                   |
| 7             | 18          | Ist-00018            | 43.5892675                | 5                        | 8.7178535                   |
| 8             | 14          | Ist-00014            | 22.7546711                | 3                        | 7.5848904                   |
| 9             | 22          | Ist-00022            | 11.1602699                | 3                        | 3.7200900                   |

=====

**СПИСОК НЕНАЗНАЧЕННЫХ ОБЪЕКТОВ:**

| Номер по пор. | Код объекта | Наименование объекта | Затраты на назн. объекта |
|---------------|-------------|----------------------|--------------------------|
| 1             | 7           | Ist-00007            | 5                        |
| 2             | 8           | Ist-00008            | 5                        |

|    |    |           |    |
|----|----|-----------|----|
| 3  | 9  | Ist-00009 | 7  |
| 4  | 10 | Ist-00010 | 7  |
| 5  | 15 | Ist-00015 | 6  |
| 6  | 17 | Ist-00017 | 9  |
| 7  | 23 | Ist-00023 | 8  |
| 8  | 26 | Ist-00026 | 7  |
| 9  | 27 | Ist-00027 | 6  |
| 10 | 31 | Ist-00031 | 6  |
| 11 | 33 | Ist-00033 | 8  |
| 12 | 35 | Ist-00035 | 8  |
| 13 | 36 | Ist-00036 | 5  |
| 14 | 37 | Ist-00037 | 7  |
| 15 | 38 | Ist-00038 | 7  |
| 16 | 39 | Ist-00039 | 7  |
| 17 | 41 | Ist-00041 | 7  |
| 18 | 45 | Ist-00045 | 7  |
| 19 | 46 | Ist-00046 | 8  |
| 20 | 48 | Ist-00048 | 9  |
| 21 | 51 | Ist-00051 | 9  |
| 22 | 52 | Ist-00052 | 10 |
| 23 | 53 | Ist-00053 | 6  |
| 24 | 54 | Ist-00054 | 8  |
| 25 | 55 | Ist-00055 | 10 |
| 26 | 56 | Ist-00056 | 9  |
| 27 | 59 | Ist-00059 | 4  |
| 28 | 60 | Ist-00060 | 10 |
| 29 | 62 | Ist-00062 | 6  |
| 30 | 66 | Ist-00066 | 4  |
| 31 | 67 | Ist-00067 | 7  |
| 32 | 68 | Ist-00068 | 7  |
| 33 | 69 | Ist-00069 | 10 |
| 34 | 73 | Ist-00073 | 5  |
| 35 | 75 | Ist-00075 | 8  |
| 36 | 76 | Ist-00076 | 10 |
| 37 | 77 | Ist-00077 | 8  |
| 38 | 79 | Ist-00079 | 6  |
| 39 | 82 | Ist-00082 | 10 |
| 40 | 83 | Ist-00083 | 5  |
| 41 | 88 | Ist-00088 | 8  |
| 42 | 96 | Ist-00096 | 7  |
| 43 | 98 | Ist-00098 | 9  |
| 44 | 99 | Ist-00099 | 4  |

=====

Универсальная когнитивная аналитическая система  
нпп \*Эйдос\*

Итак, выполнено назначение объектов на классы, максимизирующее пользу по классам и в целом по системе и при этом минимизирующее остатки ресурсов классов, затраты по классам и общие затраты, при заданных затратах на каждый объект и ограничениях на ресурсы классов.

Теперь остается рассмотреть вопрос об эффективности этого назначения, как по времени, затраченному на расчет, так и по его результатам. Ведь не нужно забывать о том, что для него использован эвристический, а не оптимизационный алгоритм, т.е. ожидается хороший, рациональный вариант назначения, но его оптимальность строго не доказана и неизвестно, реализуется ли она.

Что касается *времени расчета* при той размерности задачи, которая используется в качестве примера в работе, т.е. 5 классов и 100 объектов, то оно занимает не более нескольких десятых долей секунды (субъективно оценивается как «мгновенно»). Более точную оценку времени исполнения мы дадим чуть позже.

Конечно, наиболее убедительную оценку качества результатов распределения согласно предложенного алгоритма могло быть дать их сравнение с результатами распределения с использованием оптимизационного метода. Однако, сделать это не представляется возможным из-за ранее сформулированных проблем: труднодоступности соответствующего программного обеспечения и очень больших затрат времени на расчет. Поэтому предлагается сравнить результаты распределения с случайными распределениями (которые используются в качестве «контрольной группы» или «базы сравнения»), когда объекты назначаются на классы случайным образом. С целью осуществления такого сравнения в системе «Эйдос» реализован специальный режим \_474 (рисунок 85):

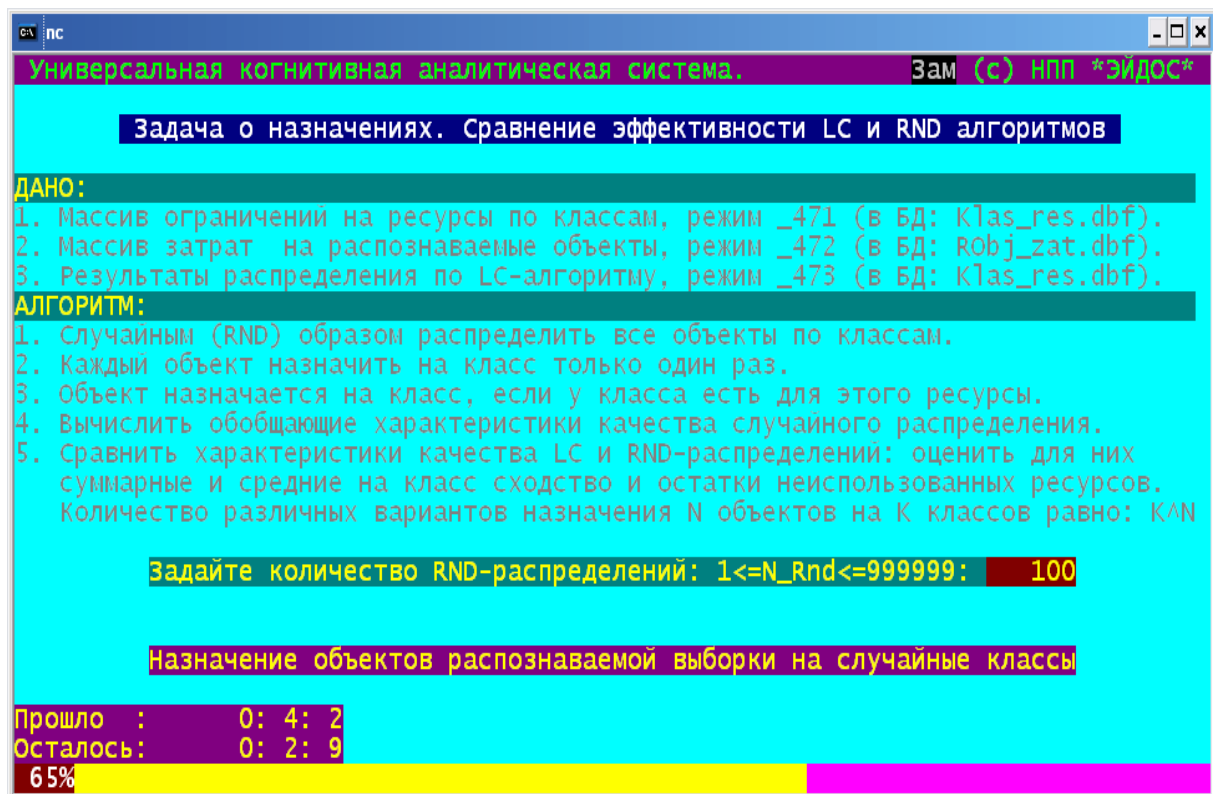


Рисунок 85. Экранная форма режима \_474 системы «Эйдос» (последняя DOS-версия 12.5)

С использованием данного режима сгенерировано 100 случайных распределений 100 объектов по 5 классам. При этом затраты на объекты и ресурсы классов взяты из баз данных рассматриваемого в работе примера.

Генерация этих 100 случайных примеров назначения проводилась в режиме \_474 практически по тому же алгоритму, что и реальное назначение в режиме \_473 с тем лишь отличием, что вместо поль-

зы объектов для классов, определенной системой «Эйдос» на основе базы прецедентов по признакам объектов, использовалась равномерно распределенная случайная величина. Обобщенные результаты случайных распределений и их сравнение с результатами работы LC-алгоритма приведены в таблицах 73 и 74:

**Таблица 73 – Суммарные результаты случайных распределений и их сравнение с результатами работы LC-алгоритма (фрагмент)**

| Наименование  | Ресурс        | Остаток ресурса | Количество объектов | Суммарная польза | Сумма затрат | Средневзвешенная полезная польза | Средняя польза | Средние затраты |
|---|---------------|-----------------|---------------------|------------------|--------------|----------------------------------|----------------|-----------------|
| Сумма по классам RND-распределения 1:                     | 246,00        | 1,00            | 48,00               | 1337,55          | 245,00       | 28,47                            | 141,30         | 25,06           |
| Сумма по классам RND-распределения 2:                     | 246,00        | 5,00            | 47,00               | 1333,13          | 241,00       | 26,93                            | 140,92         | 26,55           |
| Сумма по классам RND-распределения 3:                     | 246,00        | 1,00            | 47,00               | 1335,69          | 245,00       | 27,48                            | 147,26         | 27,02           |
| Сумма по классам RND-распределения 4:                     | 246,00        | 2,00            | 48,00               | 1319,55          | 244,00       | 27,67                            | 135,57         | 26,52           |
| Сумма по классам RND-распределения 5:                     | 246,00        | 0,00            | 48,00               | 1082,86          | 246,00       | 23,28                            | 113,05         | 24,86           |
| Сумма по классам RND-распределения 6:                     | 246,00        | 1,00            | 46,00               | 1184,75          | 245,00       | 24,19                            | 129,85         | 26,83           |
| Сумма по классам RND-распределения 7:                     | 246,00        | 0,00            | 49,00               | 1392,75          | 246,00       | 28,86                            | 144,68         | 25,53           |
| Сумма по классам RND-распределения 8:                     | 246,00        | 1,00            | 45,00               | 1433,77          | 245,00       | 30,07                            | 164,93         | 27,60           |
| Сумма по классам RND-распределения 9:                     | 246,00        | 2,00            | 45,00               | 1144,47          | 244,00       | 24,32                            | 124,96         | 26,59           |
| Сумма по классам RND-распределения 10:                    | 246,00        | 1,00            | 46,00               | 1235,11          | 245,00       | 23,74                            | 126,54         | 27,15           |
| Сумма по классам RND-распределения 11:                    | 246,00        | 3,00            | 47,00               | 1235,82          | 243,00       | 25,05                            | 131,00         | 26,68           |
| Сумма по классам RND-распределения 12:                    | 246,00        | 2,00            | 46,00               | 1150,55          | 244,00       | 25,19                            | 126,40         | 26,04           |
| Сумма по классам RND-распределения 13:                    | 246,00        | 0,00            | 46,00               | 1443,05          | 246,00       | 31,34                            | 162,17         | 26,15           |
| Сумма по классам RND-распределения 14:                    | 246,00        | 2,00            | 47,00               | 1377,03          | 244,00       | 30,07                            | 153,09         | 25,84           |
| Сумма по классам RND-распределения 15:                    | 246,00        | 4,00            | 45,00               | 1071,00          | 242,00       | 21,57                            | 113,22         | 27,27           |
| Сумма по классам RND-распределения 16:                    | 246,00        | 2,00            | 48,00               | 1352,60          | 244,00       | 28,64                            | 141,21         | 25,08           |
| Сумма по классам RND-распределения 17:                    | 246,00        | 0,00            | 46,00               | 1192,05          | 246,00       | 24,38                            | 132,99         | 27,34           |
| Сумма по классам RND-распределения 18:                    | 246,00        | 4,00            | 47,00               | 1305,87          | 242,00       | 25,90                            | 131,19         | 27,66           |
| Сумма по классам RND-распределения 19:                    | 246,00        | 4,00            | 48,00               | 1276,37          | 242,00       | 26,19                            | 130,96         | 25,08           |
| Сумма по классам RND-распределения 20:                    | 246,00        | 0,00            | 47,00               | 1364,36          | 246,00       | 28,74                            | 148,78         | 26,62           |
| Сумма по классам RND-распределения 21:                    | 246,00        | 1,00            | 49,00               | 1467,36          | 245,00       | 32,90                            | 153,76         | 24,74           |
| Сумма по классам RND-распределения 22:                    | 246,00        | 3,00            | 46,00               | 1263,43          | 243,00       | 25,27                            | 135,44         | 27,24           |
| Сумма по классам RND-распределения 23:                    | 246,00        | 2,00            | 47,00               | 1483,08          | 244,00       | 28,89                            | 152,49         | 27,24           |
| Сумма по классам RND-распределения 24:                    | 246,00        | 4,00            | 47,00               | 1350,79          | 242,00       | 29,40                            | 146,97         | 25,90           |
| Сумма по классам RND-распределения 25:                    | 246,00        | 5,00            | 42,00               | 912,46           | 241,00       | 18,68                            | 108,12         | 29,21           |
| Сумма по классам RND-распределения 26:                    | 246,00        | 2,00            | 47,00               | 1453,99          | 244,00       | 31,79                            | 170,61         | 27,18           |
| Сумма по классам RND-распределения 27:                    | 246,00        | 6,00            | 50,00               | 1474,66          | 240,00       | 32,06                            | 148,25         | 23,43           |
| Сумма по классам RND-распределения 28:                    | 246,00        | 3,00            | 47,00               | 1354,09          | 243,00       | 29,53                            | 156,32         | 26,93           |
| Сумма по классам RND-распределения 29:                    | 246,00        | 2,00            | 45,00               | 1194,80          | 244,00       | 26,17                            | 131,29         | 27,18           |
| Сумма по классам RND-распределения 30:                    | 246,00        | 3,00            | 49,00               | 1320,09          | 243,00       | 27,27                            | 132,84         | 24,75           |
| Сумма по классам RND-распределения 31:                    | 246,00        | 0,00            | 46,00               | 1375,79          | 246,00       | 26,50                            | 142,02         | 27,87           |
| Сумма по классам RND-распределения 32:                    | 246,00        | 1,00            | 47,00               | 1245,26          | 245,00       | 26,04                            | 133,22         | 26,50           |
| Сумма по классам RND-распределения 33:                    | 246,00        | 1,00            | 49,00               | 1241,44          | 245,00       | 25,27                            | 124,00         | 24,71           |
| Сумма по классам RND-распределения 34:                    | 246,00        | 1,00            | 46,00               | 1433,66          | 245,00       | 29,70                            | 156,91         | 26,99           |
| Сумма по классам RND-распределения 35:                    | 246,00        | 1,00            | 48,00               | 1308,69          | 245,00       | 28,40                            | 140,32         | 25,49           |
| Сумма по классам RND-распределения 42:                    | 246,00        | 0,00            | 49,00               | 1259,25          | 246,00       | 25,89                            | 123,92         | 25,23           |
| Среднее сумм по всем RND-распределениям:                  | 246,00        | 1,65            | 47,11               | 1302,29          | 244,35       | 26,93                            | 137,99         | 26,35           |
| Ср.кв.откл. сумм по всем RND-распределениям:              | 0,00          | 1,40            | 2,02                | 135,97           | 1,40         | 3,21                             | 13,96          | 1,33            |
| Сумма из LC-распределения:                                | 246,00        | 4,00            | 56,00               | 2724,57          | 242,00       | 61,34                            | 249,01         | 20,91           |
| <b>Эффективность LC-алгоритма по сравнению с RND в %:</b> | <b>100,00</b> | <b>242,42</b>   | <b>118,87</b>       | <b>209,21</b>    | <b>99,04</b> | <b>227,78</b>                    | <b>180,45</b>  | <b>79,36</b>    |

**Таблица 74 – Средние результаты случайных распределений и их сравнение с результатами работы LC-алгоритма**

| Наименование  | Ресурс        | Остаток ресурса | Количество объектов | Суммарная польза | Сумма затрат | Средне-взвешенная удельная польза | Средняя польза | Средние затраты |
|---|---------------|-----------------|---------------------|------------------|--------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| Среднее на класс RND-распределения 1:                     | 49,20         | 0,20            | 9,60                | 267,51           | 49,00        | 5,69                              | 28,26          | 5,01            |
| Среднее на класс RND-распределения 2:                     | 49,20         | 1,00            | 9,40                | 266,63           | 48,20        | 5,39                              | 28,18          | 5,31            |
| Среднее на класс RND-распределения 3:                     | 49,20         | 0,20            | 9,40                | 267,14           | 49,00        | 5,50                              | 29,45          | 5,40            |
| Среднее на класс RND-распределения 4:                     | 49,20         | 0,40            | 9,60                | 263,91           | 48,80        | 5,53                              | 27,11          | 5,31            |
| Среднее на класс RND-распределения 5:                     | 49,20         | 0,00            | 9,60                | 216,57           | 49,20        | 4,66                              | 22,61          | 4,97            |
| Среднее на класс RND-распределения 6:                     | 49,20         | 0,20            | 9,20                | 236,95           | 49,00        | 4,84                              | 25,97          | 5,37            |
| Среднее на класс RND-распределения 7:                     | 49,20         | 0,00            | 9,80                | 278,55           | 49,20        | 5,77                              | 28,94          | 5,11            |
| Среднее на класс RND-распределения 8:                     | 49,20         | 0,20            | 9,00                | 286,75           | 49,00        | 6,01                              | 32,99          | 5,52            |
| Среднее на класс RND-распределения 9:                     | 49,20         | 0,40            | 9,00                | 228,89           | 48,80        | 4,86                              | 24,99          | 5,32            |
| Среднее на класс RND-распределения 10:                    | 49,20         | 0,20            | 9,20                | 247,02           | 49,00        | 4,75                              | 25,31          | 5,43            |
| Среднее на класс RND-распределения 11:                    | 49,20         | 0,60            | 9,40                | 247,16           | 48,60        | 5,01                              | 26,20          | 5,34            |
| Среднее на класс RND-распределения 12:                    | 49,20         | 0,40            | 9,20                | 230,11           | 48,80        | 5,04                              | 25,28          | 5,21            |
| Среднее на класс RND-распределения 13:                    | 49,20         | 0,00            | 9,20                | 288,61           | 49,20        | 6,27                              | 32,43          | 5,23            |
| Среднее на класс RND-распределения 14:                    | 49,20         | 0,40            | 9,40                | 275,41           | 48,80        | 6,01                              | 30,62          | 5,17            |
| Среднее на класс RND-распределения 15:                    | 49,20         | 0,80            | 9,00                | 214,20           | 48,40        | 4,31                              | 22,64          | 5,46            |
| Среднее на класс RND-распределения 16:                    | 49,20         | 0,40            | 9,60                | 270,52           | 48,80        | 5,73                              | 28,24          | 5,02            |
| Среднее на класс RND-распределения 17:                    | 49,20         | 0,00            | 9,20                | 238,41           | 49,20        | 4,88                              | 26,60          | 5,47            |
| Среднее на класс RND-распределения 18:                    | 49,20         | 0,80            | 9,40                | 261,17           | 48,40        | 5,18                              | 26,24          | 5,53            |
| Среднее на класс RND-распределения 19:                    | 49,20         | 0,80            | 9,60                | 255,27           | 48,40        | 5,24                              | 26,19          | 5,02            |
| Среднее на класс RND-распределения 20:                    | 49,20         | 0,00            | 9,40                | 272,87           | 49,20        | 5,75                              | 29,76          | 5,32            |
| Среднее на класс RND-распределения 21:                    | 49,20         | 0,20            | 9,80                | 293,47           | 49,00        | 6,58                              | 30,75          | 4,95            |
| Среднее на класс RND-распределения 22:                    | 49,20         | 0,60            | 9,20                | 252,69           | 48,60        | 5,05                              | 27,09          | 5,45            |
| Среднее на класс RND-распределения 23:                    | 49,20         | 0,40            | 9,40                | 296,62           | 48,80        | 5,78                              | 30,50          | 5,45            |
| Среднее на класс RND-распределения 24:                    | 49,20         | 0,80            | 9,40                | 270,16           | 48,40        | 5,88                              | 29,39          | 5,18            |
| Среднее на класс RND-распределения 25:                    | 49,20         | 1,00            | 8,40                | 182,49           | 48,20        | 3,74                              | 21,62          | 5,84            |
| Среднее на класс RND-распределения 26:                    | 49,20         | 0,40            | 9,40                | 290,80           | 48,80        | 6,36                              | 34,12          | 5,44            |
| Среднее на класс RND-распределения 27:                    | 49,20         | 1,20            | 10,00               | 294,93           | 48,00        | 6,41                              | 29,65          | 4,69            |
| Среднее на класс RND-распределения 28:                    | 49,20         | 0,60            | 9,40                | 270,82           | 48,60        | 5,91                              | 31,26          | 5,39            |
| Среднее на класс RND-распределения 29:                    | 49,20         | 0,40            | 9,00                | 238,96           | 48,80        | 5,23                              | 26,26          | 5,44            |
| Среднее на класс RND-распределения 30:                    | 49,20         | 0,60            | 9,80                | 264,02           | 48,60        | 5,45                              | 26,57          | 4,95            |
| Среднее на класс RND-распределения 31:                    | 49,20         | 0,00            | 9,20                | 275,16           | 49,20        | 5,30                              | 28,40          | 5,58            |
| Среднее на класс RND-распределения 32:                    | 49,20         | 0,20            | 9,40                | 249,05           | 49,00        | 5,21                              | 26,64          | 5,30            |
| Среднее на класс RND-распределения 33:                    | 49,20         | 0,20            | 9,80                | 248,29           | 49,00        | 5,05                              | 24,80          | 4,94            |
| Среднее на класс RND-распределения 34:                    | 49,20         | 0,20            | 9,20                | 286,73           | 49,00        | 5,94                              | 31,38          | 5,40            |
| Среднее на класс RND-распределения 35:                    | 49,20         | 0,20            | 9,60                | 261,74           | 49,00        | 5,68                              | 28,06          | 5,10            |
| Среднее на класс RND-распределения 36:                    | 49,20         | 0,60            | 9,40                | 237,29           | 48,60        | 4,56                              | 24,45          | 5,45            |
| Среднее на класс RND-распределения 37:                    | 49,20         | 0,60            | 10,00               | 281,17           | 48,60        | 5,65                              | 26,71          | 4,95            |
| Среднее на класс RND-распределения 38:                    | 49,20         | 0,40            | 9,00                | 226,28           | 48,80        | 4,89                              | 26,31          | 5,40            |
| Среднее на класс RND-распределения 39:                    | 49,20         | 0,20            | 9,60                | 257,36           | 49,00        | 5,08                              | 26,16          | 5,24            |
| Среднее на класс RND-распределения 40:                    | 49,20         | 0,00            | 10,20               | 283,85           | 49,20        | 5,85                              | 27,86          | 4,78            |
| Среднее на класс RND-распределения 41:                    | 49,20         | 0,20            | 9,00                | 236,27           | 49,00        | 4,95                              | 27,14          | 5,58            |
| Среднее на класс RND-распределения 42:                    | 49,20         | 0,00            | 9,80                | 251,85           | 49,20        | 5,18                              | 24,78          | 5,05            |
| Среднее на класс RND-распределения 43:                    | 49,20         | 0,60            | 9,60                | 240,12           | 48,60        | 4,67                              | 23,57          | 5,23            |
| Среднее на класс RND-распределения 44:                    | 49,20         | 0,20            | 9,20                | 259,38           | 49,00        | 5,46                              | 28,67          | 5,30            |
| Среднее на класс RND-распределения 45:                    | 49,20         | 0,40            | 9,60                | 240,82           | 48,80        | 5,01                              | 25,91          | 5,22            |
| Среднее на класс RND-распределения 46:                    | 49,20         | 0,20            | 9,40                | 254,03           | 49,00        | 5,30                              | 27,07          | 5,18            |
| Среднее на класс RND-распределения 47:                    | 49,20         | 0,60            | 8,20                | 195,59           | 48,60        | 3,95                              | 22,07          | 6,16            |
| Среднее на класс RND-распределения 48:                    | 49,20         | 0,00            | 9,40                | 272,22           | 49,20        | 5,38                              | 27,91          | 5,36            |
| Среднее на класс RND-распределения 49:                    | 49,20         | 0,20            | 9,60                | 273,89           | 49,00        | 5,61                              | 28,64          | 5,19            |
| Среднее на класс RND-распределения 50:                    | 49,20         | 0,40            | 10,00               | 294,91           | 48,80        | 6,15                              | 29,88          | 4,89            |
| Среднее на класс RND-распределения 51:                    | 49,20         | 0,20            | 10,20               | 288,06           | 49,00        | 6,52                              | 30,71          | 4,76            |
| Среднее на класс RND-распределения 52:                    | 49,20         | 0,40            | 9,20                | 241,56           | 48,80        | 5,00                              | 26,49          | 5,41            |
| Сумма средних по всем RND-распределениям:                 | 4920,00       | 33,00           | 942,20              | 26045,76         | 4887,00      | 538,57                            | 2759,82        | 527,05          |
| Среднее средних по всем RND-распределениям:               | 49,20         | 0,33            | 9,42                | 260,46           | 48,87        | 5,39                              | 27,60          | 5,27            |
| Ср.кв.откл. средних по всем RND-распределениям:           | 0,00          | 0,28            | 0,40                | 27,19            | 0,28         | 0,64                              | 2,79           | 0,27            |
| Среднее из LC-распределения:                              | 49,20         | 0,80            | 11,20               | 544,91           | 48,40        | 12,27                             | 49,80          | 4,18            |
| <b>Эффективность LC-алгоритма по сравнению с RND в %:</b> | <b>100,00</b> | <b>242,42</b>   | <b>118,87</b>       | <b>209,21</b>    | <b>99,04</b> | <b>227,78</b>                     | <b>180,45</b>  | <b>79,37</b>    |

Из таблиц 73 и 74 видно, что использование LC-алгоритма **более чем в 2 раза** повышает среднюю *пользу* по системе по сравнению со случайным назначением. В реальных примерах это превышение мо-

жет быть значительно большим, т.к. в примере, рассматриваемом в данной работе, объекты обладают *случайными* признаками и *случайным* образом отнесены к классам.

Кратко рассмотрим возможные применения задачи о назначениях в области педагогики и психологии. АСК-анализ и система «Эйдос» позволяют разработать профессиограммы, т.е. на основе ретроспективной базы данных определить, какие признаки респондентов (первичные, устанавливаемые непосредственно, вторичные, т.е. расчетные) наиболее характерны для работников, успешно работающих по тем или иным должностям. Аналогично, могут быть разработаны профессиограммы, отражающие успешность обучения по тем или иным специальностям, дисциплинам и циклам дисциплин. Во всех этих случаях можно и решить задачу о назначениях, т.е. распределить кандидатов, претендующих на ту или иную оплату труда (затраты), на должности, в соответствии с ограничениями на фонд оплаты труда по этим должностям, причем сделать это таким образом, что и для каждого работника, и по каждой должности, и по организации в целом, будет получена максимальная польза.

**Выводы.** На основе вышеизложенного на наш взгляд можно обоснованно предположить, что системно-когнитивный анализ и его инструментарий – система «Эйдос» являются адекватным средством для решения для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях, учитывающего не только различную полезность одного и того же груза для разных рюкзаков, различные затраты на грузы и ресурсы рюкзаков, но и обеспечивающего автоматическое определение степени этой полезности на основе признаков груза путем решения задачи распознавания. Материалы данной работы могут стать основой для нескольких лабораторных работ по дисциплинам: «Интеллектуальные информационные системы», «Представление знаний», «Интеллектуальные информационные технологии», «Системы управления знаниями», «Человеко-машинное взаимодействие» и может *применяться* в вузах, готовящих специалистов по специальностям «Прикладная информатика» и «Информационные системы и технологии».

## ГЛАВА 11. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РИСКОВ АВТОСТРАХОВАНИЯ (АНДЕРРАЙТИНГ)

*В данной главе описывается применение системно-когнитивного анализа и его программного инструментария системы "Эйдос" для синтеза семантической информационной модели, учитывающей влияние различных факторов риск совершения ДТП и на суммы страховых выплат автострахования ОСАГО и КАСКО и использования этой модели для прогнозирования сумм страховых выплат (по данным ООО Росгосстрах-ЮГ Краснодарского края) [60, 77].*

### 11.1. ОСАГО

#### 11.1.1. Разработка инструментария для оценки рисков автострахования ОСАГО, как задача контроллинга

В соответствии с действующим законодательством страховая компания, оказывающая услуги обязательного автострахования, обязана оказывать эти услуги всем обращающимся за этим клиентам и не может отказать кому-либо из них, при условии, что клиент предоставил все необходимые документы. Вместе с тем компания имеет ряд законных способов повлиять на контингент обращающихся к ней клиентов. Среди этих способов необходимо отметить прежде всего целенаправленную рекламу, ориентированную на определенные группы населения, а также маркетинговые мероприятия. В результате использования подобных технологий страховая компания уже сейчас может повлиять на приоритеты и механизм принятия решений различных категорий потенциальных клиентов в таком направлении, которое приведет к относительному увеличению доли желательных клиентов и уменьшения доли нежелательных. Кроме того, возможно в будущем страховые компании получат большие права по отбору клиентов. Уже сегодня компании имеют право уменьшать оплату за автострахования безаварийным водителям и повышать для водителей, совершивших дорожно-транспортные происшествия (ДТП), повлекшие страховые выплаты со стороны компании.

В связи со всем этим, когда в страховую компанию обращается очередной клиент то возникает резонные вопросы о том:

1. Какова вероятность совершения ДТП этим водителем или владельцем автотранспортного средства (конкретно именно этим водителем и конкретно именно на данном автотранспортном средстве).

2. Какова возможная тяжесть этого ДТП и наиболее вероятная сумма соответствующей страховой выплаты.

В теории и практике страхования эта задача получила название "*андеррайтинг*". Обладание технологией решения этой задачи уже сегодня позволило бы компании существенно уменьшить риски автострахования и соответственно, уменьшить страховые выплаты и увеличить свою прибыль. По-видимому, в перспективе возможность решения этой задачи в реальном времени непосредственно во время приема клиента на начальной стадии оформления документов будет играть еще большую роль.

Однако, *проблема* состоит в том, что не смотря на все эти достаточно очевидные выгоды и преимущества в реальной практике большинства страховых компаний системы андеррайтинга не применяются.

На наш взгляд это обусловлено следующими обстоятельствами:

1. Эти системы недостаточно технологичны для их применения в реальном времени, непосредственно во время обслуживания клиента.

2. Существующие системы разработаны за рубежом или в мегаполисах (в основном в Москве и Санкт-Петербурге) и очень слабо отражают региональную специфику (т.е. *нелокализованы*), вернее вообще ее практически не отражают, из-за чего и имеют очень низкую достоверность прогнозирования, близкую и статистически незначимо отличающуюся от вероятности случайного угадывания без использования этих систем или другой априорной информации.

3. Эти системы не обладают *адаптивностью* и не учитывают динамику предметной области, которая чрезвычайно высока, особенно в Южном Федеральном Округе (ЮФО). В результате даже первоначально хорошо работающие системы очень быстро теряют адекватность модели и качество прогнозов.

4. Стоимость этих систем настолько высока, что их приобретение и использование чаще всего мало или вообще нерентабельно.

*Целью* данной работы является решение поставленной проблемы путем разработки адаптивной методики прогнозирования рисков автострахования и сумм страховых выплат, и, на этой основе, поддержки принятия решений в страховой компании.



Для достижения поставленной цели был выбран метод системно-когнитивного анализа (АСК-анализ). Этот выбор был обусловлен тем, что данный метод является непараметрическим, позволяет сопоставимо обрабатывать тысячи градаций факторов и будущих состояний объекта управления при неполных (фрагментированных), зашумленных данных различной природы, т.е. измеряемых в различных единицах измерения. Для метода АСК-анализа разработаны и методика численных расчетов, и соответствующий программный инструментарий, а также технология и методика их применения. Они прошли успешную апробацию при решении ряда задач в различных предметных областях [3-273]. Наличие инструментария АСК-анализа (базовая система "Эйдос") позволяет не только осуществить синтез семантической информационной модели (СИМ), но и периодически проводить адаптацию и синтез ее новых версий, обеспечивая тем самым отслеживание динамики предметной области и сохраняя высокую адекватность модели в изменяющихся условиях. Важной особенностью АСК-анализа является возможность единообразной числовой обработки разнотипных по смыслу и единицам измерения числовых и нечисловых данных. Это обеспечивается тем, что нечисловым величинам тем же методом, что и числовым, приписываются сопоставимые в пространстве и времени, а также между собой, количественные значения, позволяющие обрабатывать их как числовые: на первых двух этапах АСК-анализа числовые величины сводятся к интервальным оценкам, как и информация об объектах нечисловой природы (фактах, событиях) (этот этап реализуется и в методах интервальной статистики); на третьем этапе АСК-анализа всем этим величинам по единой методике, основанной на системном обобщении семантической теории информации А.Харкевича, сопоставляются количественные величины (имеющие смысл количества информации в признаке о принадлежности объекта к классу), с которыми в дальнейшем и производятся все операции моделирования (этот этап является уникальным для АСК-анализа).

В работе [7] приведен перечень этапов системно-когнитивного анализа, которые необходимо выполнить, чтобы осуществить синтез модели и исследование модели объекта управления. Учитывая эти этапы АСК-анализа выполним *декомпозицию* цели работы в последовательность **задач**, решение которых обеспечит ее поэтапное достижение:

1. Когнитивная структуризация предметной области и формальная постановка задачи, проектирование структуры и состава исходных данных.

2. Получение исходных данных запланированного состава в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации (обычно в форме базы данных).

3. Разработка стандартной Excel-формы для представления исходных данных.

4. Преобразование исходных данных из исходных баз данных в стандартную электронную Excel-форму.

5. Контроль достоверности исходных данных и исправление ошибок.

6. Разработка и использование *программного интерфейса* для преобразования исходных данных из стандартной Excel-формы в базы данных, используемые в инструментарии системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) – универсальной когнитивной аналитической системе "Эйдос" (система "Эйдос").

7. Синтез семантической информационной модели (СИМ).

8. Оптимизация СИМ.

9. Измерение адекватности СИМ.

10. **Задача 1:** "*Многокритериальная типизация* автомобилей клиентов по типам: "Не совершившие ДТП", "Совершившие ДТП" и категориям, отражающим суммы страховых выплат.

11. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* риска совершения ДТП и суммы страховой выплаты на основе информации о клиенте и его автомобиле".

12. **Задача 3:** "Разработка методики *поддержки принятия решений* по выбору контингента клиентов, наиболее предпочтительных и нежелательных для автострахования".

13. Разработка принципов оценки экономической эффективности разработанных технологий при их применении в реальной страховой компании.

14. Исследование ограничений разработанной технологии и перспектив ее развития.

Кратко рассмотрим решение этих задач.

### 11.1.2. Когнитивная структуризация предметной области

1. Когнитивная структуризация предметной области это 1-й этап формальной постановки задачи, на котором решается, какие параметры будут рассматриваться в качестве причин, а какие – следствий. На этом этапе было решено в качестве следствий, т.е. классов, рассматривать: безаварийность, аварийность, сумму страховой выплаты, а в качестве причин: марку и модель автотранспортного средства, его цвет, Российское или иностранное производство автомобиля, водительский стаж владельца.

На этапе формальной постановки задачи, исходя из результатов когнитивной структуризации, было осуществлено проектирование структуры и состава исходных данных.

2. Затем исходные данные запланированного состава *были получены* в той форме, в которой они накапливаются в поставляющей их организации (обычно в форме базы данных). В нашем случае этой организацией выступила компания ООО Росгосстрах-ЮГ Краснодарского края. Здесь необходимо отметить, что в полученной базе данных представлено **65535** примеров (это максимальное количество строк в листе Excel) застрахованных автотранспортных средств, из которых **540** участвовали в различного рода ДТП и по этим случаям *были произведены* страховые выплаты. Этого было более чем достаточно для целей данной работы, за что авторы благодарны руководству данной страховой компании.

3. Была разработана стандартная Excel-форма для представления исходных данных (рисунок 86).

4. Исходные данные из Excel-формы, представленной на рисунке 86, были преобразованы средствами Excel в стандартную для программного интерфейса системы "Эйдос" электронную Excel-форму (рисунок 87).

| №  | Госномер | VIN код           | Мощность в HP | Мощность в KW | Марка    | Модель | Цвет  | Стаж | Сумма выплаты |
|----|----------|-------------------|---------------|---------------|----------|--------|---|------|---------------|
| 1  | C450AM23 | XTJ11113009093229 | 32            | 23,53         | BA3      | 1111   | Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)                  | 40   | 18 856,50     |
| 2  | H246YA   | JDA00S86MO0050376 | 47            | 34,56         | Daihatsu | HIJET  | Синий (оттенки синего)                              | 8    | 34 563,00     |
| 3  | m532т023 | хтн311000w0155005 | 98            | 72,06         | GA3      | 3110   | Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого) | 1    | 13 301,72     |
| 4  | H649CO23 | ХТН330210S1550481 | 0             | 0             | BA3      | 2106   | Розовый (оттенки розового)                          | 2    | 2 964,35      |
| 5  | T009EY23 | ХТА21099043640333 | 78            | 57,35         | BA3      | 21099  | Сиреневый (оттенки сиреневого)                      | 27   | 5 443,00      |
| 6  | H775KP23 |                   | 75            | 55,15         | Москвич  | 2140   | Фиолетовый (оттенки фиолетового)                    | 19   | 54 341,00     |
| 7  | с7160е23 | хта210610x4138003 | 72            | 52,94         | BA3      | 2106   | Желтый (оттенки желтого и светлозолотистого)        | 9    | 17 328,55     |
| 8  | C168YC   | ХТН310290T0483423 | 90            | 66,18         | GA3      | 31029  | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)              | 28   | 5 554,00      |
| 9  |          |                   | 95            | 69,85         | BA3      | 2106   | Голубой (оттенки голубого)                          | 41   | 5 615,40      |
| 10 | O247AM23 | WFOBXGAIJBVD37310 | 75            | 55,15         | Ford     | FIESTA | Белый (оттенки белого)                              | 15   | 11 307,00     |
| 11 | T134KC23 | хта210990s1581546 | 70            | 51,47         | BA3      | 21099  | Красный (оттенки красного)                          | 2    | 8 654,00      |
| 12 | 5533Цлр  |                   | 0             | 0             | BA3      | 2106   | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)              | 0    | 31 854,60     |
| 13 | E353AO23 | FN15-872020       | 105           | 77,21         | Nissan   | PULSAR | Фиолетовый (оттенки фиолетового)                    | 32   | 4 313,00      |
| 14 |          | X7MCF41CP4M018637 | 102           | 75            | Hyundai  | ACCENT | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)              | 25   | 7 645,00      |
| 15 |          | ХТА210230E0617935 | 72            | 52,94         | BA3      | 2102   | Сиреневый (оттенки сиреневого)                      | 5    | 17 098,14     |
| 16 |          | ХТН330210S1519106 | 0             | 0             | GA3      | 3302   | Чёрный  | 10   | 7 547,00      |
| 17 | Y668CP23 | ХТА210930R1515252 | 70            | 51,47         | BA3      | 2109   | Коричневый (оттенки коричневого)                    | 37   | 13 350,90     |
| 18 |          | ХТА211020Y0166373 | 78            | 57,35         | BA3      | 2110   | Хамелеон или несколько цветов без преобладания лю   | 6    | 8 764,00      |
| 19 |          |                   | 87            | 63,97         | BA3      | 2106   | Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого) | 43   | 9 523,95      |
| 20 |          | ХТА210740W1164304 | 75            | 55,15         | BA3      | 2107   | Голубой (оттенки голубого)                          | 2    | 5 633,00      |
| 21 | y466сm23 | SX60-403161       | 107           | 78,68         | Toyota   | CHASER | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)              | 24   | 24 364,40     |
| 22 |          | ХТА211100K0002278 | 71            | 52,21         | BA3      | 2111   | Зеленый (оттенки светло-зеленого)                   | 31   | 7 653,00      |
| 23 | t546тн23 | WBAAD310701425134 | 129           | 94,85         | BMW      | 320    | Оранжевый (оттенки оранжевого)                      | 36   | 49 131,99     |
| 24 |          | ХТА21074041983987 | 78            | 57,35         | BA3      | 2107   | Коричневый (оттенки коричневого)                    | 32   | 5 433,00      |
| 25 | m187kp23 | хтв2141200459029  | 72            | 52,94         | Москвич  | 2141   | Розовый (оттенки розового)                          | 40   | 5 921,00      |
| 26 | Y778TA23 | XTC54200N1020055  | 210           | 154,41        | КамАЗ    | 2106   | Розовый (оттенки розового)                          | 7    | 977,00        |
| 27 |          | WkESDP29000T72327 | 0             | 0             | BA3      | 2106   | Оранжевый (оттенки оранжевого)                      | 9    | 120 000,00    |
| 28 | p078nc23 | хтн27050v0056523  | 0             | 0             | GA3      | 2705   | Желтый (оттенки желтого и светлозолотистого)        | 23   | 6 219,03      |
| 29 |          | XТJ81570MP0000320 | 0             | 0             | BA3      | 2106   | Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)                  | 25   | 87 543,00     |
| 30 |          | y6D11030740050615 | 58            | 42,65         | BA3      | 2106   | Синий (оттенки синего)                              | 1    | 10 478,18     |
| 31 |          |                   | 0             | 0             | BA3      | 2106   | Зеленый (оттенки светло-зеленого)                   | 9    | 66 553,00     |
| 32 |          | ХТА210930S1737363 | 68            | 50            | BA3      | 2109   | Голубой (оттенки голубого)                          | 2    | 21 917,99     |
| 33 |          |                   |               |               |          |        |   |      |               |
| 34 |          |                   |               |               |          |        |   |      |               |

Рисунок 86. Excel-форма с исходными данными

| №  | Summa     | Stag | Power  | Proizvodstvo | Marka    | Marka_model    | Color   |
|----|-----------|------|--------|--------------|----------|----------------|---|
| 2  | 18856,50  | 40   | 32,00  | Россия       | BA3      | BA3-1111       | Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)                    |
| 3  | 34563,00  | 8    | 47,00  | Иномарка     | Daihatsu | Daihatsu-HIJET | Синий (оттенки синего)                                |
| 4  | 13301,72  | 1    | 98,00  | Россия       | GA3      | GA3-3110       | Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого)   |
| 5  | 2964,35   | 2    | 0,00   | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Розовый (оттенки розового)                            |
| 6  | 5443,00   | 27   | 78,00  | Россия       | BA3      | BA3-21099      | Сиреневый (оттенки сиреневого)                        |
| 7  | 54341,00  | 19   | 75,00  | Россия       | Москвич  | Москвич-2140   | Фиолетовый (оттенки фиолетового)                      |
| 8  | 17328,55  | 9    | 72,00  | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Желтый (оттенки желтого и светлозолотистого)          |
| 9  | 5554,00   | 28   | 90,00  | Россия       | GA3      | GA3-31029      | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)                |
| 10 | 5615,40   | 41   | 95,00  | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Голубой (оттенки голубого)                            |
| 11 | 11307,00  | 15   | 75,00  | Иномарка     | Ford     | Ford-FIESTA    | Белый (оттенки белого)                                |
| 12 | 8654,00   | 2    | 70,00  | Россия       | BA3      | BA3-21099      | Красный (оттенки красного)                            |
| 13 | 31854,60  | 0    | 0,00   | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)                |
| 14 | 4313,00   | 32   | 105,00 | Иномарка     | Nissan   | Nissan-PULSAR  | Фиолетовый (оттенки фиолетового)                      |
| 15 | 7645,00   | 25   | 102,00 | Иномарка     | Hyundai  | Hyundai-ACCENT | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)                |
| 16 | 17098,14  | 5    | 72,00  | Россия       | BA3      | BA3-2102       | Сиреневый (оттенки сиреневого)                        |
| 17 | 7547,00   | 10   | 0,00   | Россия       | GA3      | GA3-3302       | Чёрный  |
| 18 | 13350,90  | 37   | 70,00  | Россия       | BA3      | BA3-2109       | Коричневый (оттенки коричневого)                      |
| 19 | 8764,00   | 6    | 78,00  | Россия       | BA3      | BA3-2110       | Хамелеон или несколько цветов без преобладания любого |
| 20 | 9523,95   | 43   | 87,00  | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого)   |
| 21 | 5633,00   | 2    | 75,00  | Россия       | BA3      | BA3-2107       | Голубой (оттенки голубого)                            |
| 22 | 24364,40  | 24   | 107,00 | Иномарка     | Toyota   | Toyota-CHASER  | Тёмно-зелёный (оттенки тёмно-зеленого)                |
| 23 | 7653,00   | 31   | 71,00  | Россия       | BA3      | BA3-2111       | Зеленый (оттенки светло-зеленого)                     |
| 24 | 49131,99  | 36   | 129,00 | Иномарка     | BMW      | BMW-320        | Оранжевый (оттенки оранжевого)                        |
| 25 | 5433,00   | 32   | 78,00  | Россия       | BA3      | BA3-2107       | Коричневый (оттенки коричневого)                      |
| 26 | 5921,00   | 40   | 72,00  | Россия       | Москвич  | Москвич-2141   | Розовый (оттенки розового)                            |
| 27 | 977,00    | 7    | 210,00 | Россия       | КамАЗ    | КамАЗ-2106     | Розовый (оттенки розового)                            |
| 28 | 120000,00 | 9    | 0,00   | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Оранжевый (оттенки оранжевого)                        |
| 29 | 6219,03   | 23   | 0,00   | Россия       | GA3      | GA3-2705       | Желтый (оттенки желтого и светлозолотистого)          |
| 30 | 87543,00  | 25   | 0,00   | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)                    |
| 31 | 10478,18  | 1    | 58,00  | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Синий (оттенки синего)                                |
| 32 | 66553,00  | 9    | 0,00   | Россия       | BA3      | BA3-2106       | Зеленый (оттенки светло-зеленого)                     |
| 33 | 21917,99  | 2    | 68,00  | Россия       | BA3      | BA3-2109       | Голубой (оттенки голубого)                            |
| 34 | 6653,00   | 2    | 67,00  | Россия       | BA3      | BA3-2105       | Красный (оттенки красного)                            |

Рисунок 87. Excel-форма, стандартная для программного интерфейса системы "Эйдос"

5. На этапе контроля достоверности исходных данных было обнаружено, что в исходной базе данных мощность двигателя у некоторых особо престижных моделей автомобилей доходила до 728690 л.с. В данной работе было принято решение не использовать в модели этот параметр, а не исправлять его. Хотя в принципе зная марку и модель автотранспортного средства можно было бы точно узнать и мощность его двигателя, и колесную формулу. Но для целей данной работы этого не требовалось и сделано не было.

### 11.1.3. Формализация предметной области

6. Затем Excel-форма, приведенная на рисунке 87 средствами Excel была записана в стандарте DBF-4, dBASE IV (\*.dbf), разработан и использован *программный интерфейс* для преобразования исходных данных из стандартной Excel-формы в базы данных, используемые в инструментарии системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) – универсальной когнитивной аналитической системе "Эйдос" (система "Эйдос").

В результате работы данного программного интерфейса автоматически получают исходный справочник классов распознавания, справочник признаков, а также обучающая выборка, представляющая собой закодированные в соответствии с этими справочниками страховые случаи (см. таб.75, таб.76, таб.77):

**Таблица 75 – Справочник классов распознавания**

| 22-05-07 12:05:20 |               | г. Краснодар   |                               |                  |                             |  |
|-------------------|---------------|--|-------------------------------|------------------|-----------------------------|--|
| N<br>п/п          | Код<br>класса | Наименование<br>класса распознавания                   | Степень<br>редукции<br>образа | Абсол.<br>кол-во | % к кол<br>физичес<br>анкет |  |
| 1                 | 1             | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000}.....         | 0.01916                       | 64995            | 99.200                      |  |
| 2                 | 2             | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000}.....   | 0.15524                       | 540              | 0.800                       |  |
| 3                 | 3             | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100}.....    | 0.15300                       | 469              | 0.700                       |  |
| 4                 | 4             | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200}.... | 0.13388                       | 58               | 0.100                       |  |
| 5                 | 5             | Сумма страховой выплаты: : {114742.200, 172096.300}... | 0.05552                       | 11               |                             |  |
| 6                 | 6             | Сумма страховой выплаты: : {172096.300, 229450.400}... | 0.00000                       |                  |                             |  |
| 7                 | 7             | Сумма страховой выплаты: : {229450.400, 286804.500}... | 0.05630                       | 1                |                             |  |
| 8                 | 8             | Сумма страховой выплаты: : {286804.500, 344158.600}... | 0.00000                       |                  |                             |  |
| 9                 | 9             | Сумма страховой выплаты: : {344158.600, 401512.700}... | 0.00000                       |                  |                             |  |
| 10                | 10            | Сумма страховой выплаты: : {401512.700, 458866.800}... | 0.00000                       |                  |                             |  |
| 11                | 11            | Сумма страховой выплаты: : {458866.800, 516220.900}... | 0.00000                       |                  |                             |  |
| 12                | 12            | Сумма страховой выплаты: : {516220.900, 573575.000}... | 0.03674                       | 1                |                             |  |

**Таблица 76 – Справочник наименований шкал и градаций признаков  
(фрагмент)**

22-05-07 12:05:25

г. Краснодар

| № п/п | Код призна | Наименования шкал и градаций признаков          | Интегр. инф-сть | Абсол. кол-во | % к кол физ. анк |
|-------|------------|---|-----------------|---------------|------------------|
|       | [ 1 ]      | <b>СТАЖ ВЛАДЕЛЬЦА</b>                           |                 |               |                  |
| 1     | 1          | Стаж владельца: {1.000, 5.300}.....             | 0.078           | 7474          | 11.405           |
| 2     | 2          | Стаж владельца: {5.300, 9.600}.....             | 0.004           | 5820          | 8.881            |
| 3     | 3          | Стаж владельца: {9.600, 13.900}.....            | 0.038           | 6005          | 9.163            |
| 4     | 4          | Стаж владельца: {13.900, 18.200}.....           | 0.193           | 7348          | 11.212           |
| 5     | 5          | Стаж владельца: {18.200, 22.500}.....           | 0.067           | 6022          | 9.189            |
| 6     | 6          | Стаж владельца: {22.500, 26.800}.....           | 0.012           | 6004          | 9.162            |
| 7     | 7          | Стаж владельца: {26.800, 31.100}.....           | 0.038           | 7436          | 11.347           |
| 8     | 8          | Стаж владельца: {31.100, 35.400}.....           | 0.225           | 5952          | 9.082            |
| 9     | 9          | Стаж владельца: {35.400, 39.700}.....           | 0.134           | 5948          | 9.076            |
| 10    | 10         | Стаж владельца: {39.700, 44.000}.....           | 0.039           | 7442          | 11.356           |
|       | [ 2 ]      | <b>ПРОИЗВОДСТВО</b>                             |                 |               |                  |
| 11    | 11         | Производство-Иномарка.....                      | 0.068           | 13569         | 20.705           |
| 12    | 12         | Производство-Неизвестно.....                    | 0.001           | 1493          | 2.278            |
| 13    | 13         | Производство-Россия.....                        | 0.030           | 50473         | 77.017           |
|       | [ 3 ]      | <b>МАРКА</b>                                    |                 |               |                  |
| 14    | 14         | Марка-.....                                     | 0.001           | 1493          | 2.278            |
| 15    | 15         | Марка-Alfa-Romeo.....                           | 0.001           | 16            | 0.024            |
| 16    | 16         | Марка-Aro.....                                  | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 17    | 17         | Марка-Asia.....                                 | 0.001           | 12            | 0.018            |
| 18    | 18         | Марка-Astra.....                                | 0.001           | 2             | 0.003            |
| 19    | 19         | Марка-Audi.....                                 | 0.205           | 792           | 1.209            |
| 20    | 20         | Марка-Austin.....                               | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 21    | 21         | Марка-BMW.....                                  | 0.043           | 697           | 1.064            |
| 22    | 22         | Марка-Bentley.....                              | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 23    | 23         | Марка-Buick.....                                | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 24    | 24         | Марка-Cadillac.....                             | 0.001           | 4             | 0.006            |
|       | [ 4 ]      | <b>МАРКА И МОДЕЛЬ</b>                           |                 |               |                  |
| 114   | 114        | Марка и модель--.....                           | 0.001           | 1493          | 2.278            |
| 115   | 115        | Марка и модель-Alfa-Romeo-156.....              | 0.001           | 2             | 0.003            |
| 116   | 116        | Марка и модель-Alfa-Romeo-166.....              | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 117   | 117        | Марка и модель-Alfa-Romeo-2106.....             | 0.001           | 11            | 0.017            |
| 118   | 118        | Марка и модель-Alfa-Romeo-33.....               | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 119   | 119        | Марка и модель-Alfa-Romeo-75.....               | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 120   | 120        | Марка и модель-Aro-10.....                      | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 121   | 121        | Марка и модель-Asia-2106.....                   | 0.001           | 12            | 0.018            |
| 122   | 122        | Марка и модель-Astra-2106.....                  | 0.001           | 2             | 0.003            |
| 123   | 123        | Марка и модель-Audi-100.....                    | 0.001           | 177           | 0.270            |
| 124   | 124        | Марка и модель-Audi-200.....                    | 0.001           | 6             | 0.009            |
| 125   | 125        | Марка и модель-Audi-2106.....                   | 0.001           | 58            | 0.089            |
| 126   | 126        | Марка и модель-Audi-80.....                     | 0.271           | 250           | 0.381            |
| 127   | 127        | Марка и модель-Audi-90.....                     | 0.001           | 6             | 0.009            |
| 128   | 128        | Марка и модель-Audi-A2.....                     | 0.001           | 1             | 0.002            |
| 129   | 129        | Марка и модель-Audi-A3.....                     | 0.001           | 14            | 0.021            |
| 130   | 130        | Марка и модель-Audi-A4.....                     | 0.001           | 82            | 0.125            |
| 131   | 131        | Марка и модель-Audi-A4 Avant.....               | 0.001           | 2             | 0.003            |
| 132   | 132        | Марка и модель-Audi-A6.....                     | 0.021           | 158           | 0.241            |
|       | [ 5 ]      | <b>ЦВЕТ</b>                                     |                 |               |                  |
| 888   | 888        | Цвет-Бежевый (оттенки бежевого и светло-золото) | 0.109           | 3664          | 5.591            |
| 889   | 889        | Цвет-Белый (оттенки белого).....                | 0.057           | 3632          | 5.542            |
| 890   | 890        | Цвет-Бордовый (оттенки бордового и вишневого)   | 0.030           | 3594          | 5.484            |
| 891   | 891        | Цвет-Голубой (оттенки голубого).....            | 0.231           | 3696          | 5.640            |
| 892   | 892        | Цвет-Жёлтый (оттенки жёлтого и светлорозового)  | 0.240           | 3676          | 5.609            |
| 893   | 893        | Цвет-Зеленый (оттенки светло-зеленого).....     | 0.121           | 3701          | 5.647            |
| 894   | 894        | Цвет-Коричневый (оттенки коричневого).....      | 0.018           | 3523          | 5.376            |
| 895   | 895        | Цвет-Красный (оттенки красного).....            | 0.045           | 3671          | 5.602            |
| 896   | 896        | Цвет-Оранжевый (оттенки оранжевого).....        | 0.132           | 3640          | 5.554            |
| 897   | 897        | Цвет-Розовый (оттенки розового).....            | 0.064           | 3673          | 5.605            |
| 898   | 898        | Цвет-Светло-серый (оттенки светло-серого и с    | 0.009           | 3763          | 5.742            |
| 899   | 899        | Цвет-Синий (оттенки синего).....                | 0.053           | 3708          | 5.658            |
| 900   | 900        | Цвет-Сиреневый (оттенки сиреневого).....        | 0.012           | 3512          | 5.359            |
| 901   | 901        | Цвет-Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого).....    | 0.020           | 3708          | 5.658            |

**Таблица 77 – АНКЕТА обучающей выборки № 1**

22-05-07 18:16:12

г. Краснодар

| Код | Наименования классов распознавания              |
|-----|---|
| 2   | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} |
| 3   | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100}  |
| Код | Градации описательных шкал (признаки)           |
| 10  | Стаж владельца: {39.700, 44.000}                |
| 13  | Производство-Россия                             |
| 93  | Марка-ВАЗ                                       |
| 741 | Марка и модель-ВАЗ-1111                         |
| 901 | Цвет-Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)         |

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП \*Эйдос\*

Таким образом, данным программным интерфейсом полностью автоматизируется этап АСК-анализа, называемый "Формализация предметной области".

7. Затем стандартными средствами системы "Эйдос" (режим: \_235) был выполнен синтез семантической информационной модели (СИМ).

8. В системе "Эйдос" реализовано много различных методов повышения качества модели: это и исключение из модели статистически малопредставленных классов и факторов (артефактов), и исключение незначимых факторов, и ремонт (взвешивание) данных, что обеспечивает не только классическую, но и структурную репрезентативность исследуемой выборки по отношению к генеральной совокупности, и итерационное разделение классов на типичную и нетипичную части. Последний метод и был использован для оптимизация СИМ. В результате категории были разделены на типичные и нетипичные части и был получен следующий справочник классов (таблица 51):

**Таблица 78 – Справочник классов улучшенной модели**

22-05-07 18:57:05

г. Краснодар

| N<br>п/п | Код<br>класса | Наименование<br>класса распознавания                       | Степень<br>редукции<br>образа | Абсол.<br>кол-во | % к кол<br>физичес<br>анкет |
|----------|---------------|--|-------------------------------|------------------|-----------------------------|
| 1        | 1             | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000}.....             | 0.00000                       |                  |                             |
| 2        | 16            | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={1}.....      | 0.11539                       | 48368            | 73.800                      |
| 3        | 23            | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={1,2}.....    | 0.31439                       | 1218             | 1.900                       |
| 4        | 22            | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={2}.....      | 0.25730                       | 15409            | 23.500                      |
| 5        | 5             | Сумма страховой выплаты: : {114742.200, 172096.300}.....   | 0.07006                       | 11               |                             |
| 6        | 6             | Сумма страховой выплаты: : {172096.300, 229450.400}.....   | 0.00000                       |                  |                             |
| 7        | 7             | Сумма страховой выплаты: : {229450.400, 286804.500}.....   | 0.07104                       | 1                |                             |
| 8        | 8             | Сумма страховой выплаты: : {286804.500, 344158.600}.....   | 0.00000                       |                  |                             |
| 9        | 2             | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000}.....       | 0.26875                       | 235              | 0.400                       |
| 10       | 13            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={1}.... | 0.08553                       | 236              | 0.400                       |
| 11       | 18            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={1,2}.. | 0.13139                       | 37               | 0.100                       |
| 12       | 19            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={2}.... | 0.07634                       | 32               |                             |
| 13       | 3             | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100}.....        | 0.27906                       | 164              | 0.300                       |
| 14       | 14            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={1}..... | 0.09376                       | 231              | 0.400                       |
| 15       | 17            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={1,2}..  | 0.13006                       | 40               | 0.100                       |
| 16       | 21            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={2}..... | 0.07720                       | 34               | 0.100                       |
| 17       | 9             | Сумма страховой выплаты: : {344158.600, 401512.700}.....   | 0.00000                       |                  |                             |
| 18       | 10            | Сумма страховой выплаты: : {401512.700, 458866.800}.....   | 0.00000                       |                  |                             |
| 19       | 11            | Сумма страховой выплаты: : {458866.800, 516220.900}.....   | 0.00000                       |                  |                             |

Универсальная когнитивная аналитическая система НПП \*Эйдос\*

При этом средняя по всей выборке объемом 65535 страховых случаев вероятность правильного отнесения страхового случая к тем классам, к которым он действительно относится, на 2-й итерации составила **88,953%** (на 1-й итерации она составляла всего 23,692%). При дальнейших итерациях эта величина стабилизировалась, поэтому в этот процесс был остановлен. Достигнутая степень адекватности (достоверности) модели оценивается нами как довольно высокая и достаточная для того, чтобы исследование этой модели считать исследованием самой моделируемой предметной области, и выводы, полученные путем исследования модели считать относящимися к самой предметной области.

9. Контрольное измерение адекватности СИМ было проведено на тестовой выборке, в которую вошли **2160** страховых случаев, представляющие все классы, в т.ч. все с совершенными ДТП и по остальным классам не более 540 случаев. При этом были получены результаты, представленные ниже:

ИЗМЕРЕНИЕ АДЕКВАТНОСТИ (ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ И ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ) СЕМАНТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Всего физических анкет: 2160 (100% для п.15)  
Всего логических анкет: 2700

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 4.828%
5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 0.613%
6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.345%
7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 0.825%
8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 5.385%
9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 46.037%
10. Среднее количество физич-х анкет, действительно относящихся к классу: 397.576 (100% для п.11 и п.12)  
Среднее количество физич-х анкет, действительно не относящихся к классу: 1762.424 (100% для п.13 и п.14)  
Всего физических анкет: 2160.000 (100% для п.15)
11. Среднее количество и % лог-х анкет, правильно отнесенных к классу: 260.427, т.е. 65.504%
12. Среднее количество и % лог-х анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 137.150, т.е. 34.497%
13. Среднее количество и % лог-х анкет, ошибочно отнесенных к классу: 445.653, т.е. 25.286%
14. Среднее количество и % лог-х анкет, правильно не отнесенных к классу: 1316.770, т.е. 74.714%
15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу ( % ): 18.406
16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случ. угадыванием (раз): 11.882

22-05-07 17:34:39

г.Краснодар

| N п/п                     | Код класса | Наименование класса                                       | Достов. идентиф. лог. анк. с учетом сходства звр.крит | Суппарное сходство/различия лог.анк правильно или ошибочно отнесенных или не отнесенных к классу |                    |                   |                     | Достов. лог.анк. действ-но с учко-чества звр.крит | Кол-во лог.анк. относящихся к классу | Количество логических анкет правильно или ошибочно отнесенных к классу |                      |                   |                       | Вероятн. случайного угадывания (Σ) =NLA/NFA | Эффектив по срав. со случ. угадыв. (раз) |
|---------------------------|------------|---|---|--|--------------------|-------------------|---------------------|---|--------------------------------------|--|----------------------|-------------------|-----------------------|---|--|
|                           |            |   |   | Правильн. отнесен.   | Ошибочно не отнес. | Ошибочно отнесен. | Правильн. не отнес. |   |                                      | Правильн. отнесен.   | Ошибочно не отнесен. | Ошибочно отнесен. | Правильн. не отнесен. |   |  |
| 1                         | 2          | 3   | 4   | 5  | 6                  | 7                 | 8                   | 9   | 10                                   | 11   | 12                   | 13                | 14                    | 15  | 16                                       |
| 1                         | 13         | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={1}    | 7.4   | 0.6  | 0.0                | 1.4               | 8.2                 | 38.2  | 236                                  | 222  | 14                   | 653               | 1271                  | 10.926                                      | 8.610                                    |
| 2                         | 14         | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={1}     | 7.3   | 0.6  | 0.0                | 1.3               | 8.1                 | 39.5  | 231                                  | 216  | 15                   | 638               | 1291                  | 10.694                                      | 8.744                                    |
| 3                         | 23         | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={1,2}        | 4.5   | 1.4  | 0.0                | 0.4               | 3.5                 | 69.6  | 540                                  | 515  | 25                   | 303               | 1317                  | 25.000                                      | 3.815                                    |
| 4                         | 16         | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={1}          | 3.0   | 0.9  | 0.1                | 0.9               | 3.1                 | 37.8  | 540                                  | 471  | 69                   | 603               | 1017                  | 25.000                                      | 3.489                                    |
| 5                         | 3          | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100}            | 2.5   | 0.2  | 0.0                | 0.5               | 2.8                 | 56.5  | 164                                  | 139  | 25                   | 445               | 1551                  | 7.593                                       | 11.162                                   |
| 6                         | 2          | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000}           | 2.4   | 0.2  | 0.0                | 0.4               | 2.5                 | 54.8  | 235                                  | 165  | 70                   | 418               | 1507                  | 10.880                                      | 6.453                                    |
| 7                         | 21         | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={2}     | 1.7   | 0.2  | 0.0                | 3.0               | 4.5                 | 16.9  | 34                                   | 34   | 0                    | 897               | 1229                  | 1.574                                       | 63.532                                   |
| 8                         | 17         | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={1,2}   | 1.1   | 0.2  | 0.0                | 3.1               | 4.0                 | 4.4   | 40                                   | 32   | 8                    | 1024              | 1096                  | 1.852                                       | 43.197                                   |
| 9                         | 18         | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={1,2}  | 0.9   | 0.2  | 0.0                | 3.2               | 3.9                 | 4.4   | 37                                   | 30   | 7                    | 1026              | 1097                  | 1.713                                       | 47.333                                   |
| 10                        | 19         | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={2}    | 0.7   | 0.2  | 0.0                | 3.2               | 3.7                 | 6.4   | 32                                   | 32   | 0                    | 1011              | 1117                  | 1.481                                       | 67.522                                   |
| 11                        | 4          | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200}        | -0.7  | 0.1  | 0.0                | 1.6               | 0.8                 | -22.0   | 46                                   | 45   | 1                    | 1317              | 797                   | 2.130                                       | 45.928                                   |
| 12                        | 5          | Сумма страховой выплаты: : {114742.200, 172096.300}       | -3.9  | 0.1  | 0.0                | 6.0               | 1.9                 | -25.8   | 11                                   | 11   | 0                    | 1359              | 790                   | 0.509                                       | 196.464                                  |
| 13                        | 7          | Сумма страховой выплаты: : {229450.400, 286804.500}       | -5.3  | 0.0  | 0.0                | 5.6               | 0.2                 | -24.4   | 1                                    | 1  | 0                    | 1344              | 815                   | 0.046                                       | 2173.933                                 |
| 14                        | 20         | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200} it={2} | -8.7  | 0.1  | 0.0                | 8.9               | 0.2                 | -43.7   | 3                                    | 3  | 0                    | 1552              | 605                   | 0.139                                       | 719.424                                  |
| 15                        | 15         | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200} it={1} | -10.0   | 0.1  | 0.0                | 10.3              | 0.1                 | -71.2   | 9                                    | 9  | 0                    | 1849              | 302                   | 0.417                                       | 239.808                                  |
| 16                        | 12         | Сумма страховой выплаты: : {516220.900, 573575.000}       | -10.8   | 0.0  | 0.0                | 11.0              | 0.2                 | -28.1   | 1                                    | 1  | 0                    | 1384              | 775                   | 0.046                                       | 2173.933                                 |
| Средневзвешенные значения |            |   | 4.8   | 0.6  | 0.3                | 0.8               | 5.4                 | 46.0  | 397.6                                | 260.4  | 137.2                | 445.7             | 1316.8                | 18.406                                      | 11.882                                   |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НП \*ЭИДОС\*

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (ПО КЛАССАМ):

$$C04(k) = C05(k) - C06(k) - C07(k) + C08(k)$$

$$C09(k) = (C11(k) - C12(k) - C13(k) + C14(k)) / (C11(k) + C12(k) + C13(k) + C14(k)) * 100$$

$$C10(k) = C11(k) + C12(k)$$

$$C15(k) = C10(k) / NF12 * 100$$

$$C16(k) = C09(k) / C15(k)$$

где k - класс (соответствует строке)

где NF12 - суммарное количество физических анкет (объектов) в распознаваемой выборке

ФОРМУЛЫ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ВАЛИДНОСТИ (СРЕДНЕВЗВЕШЕННЫЕ ПО ВСЕМ КЛАССАМ):

$$C1 = \sum_{i=1}^{16} C1(i) * C10(i) / NLog$$

где i = { 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 }

где NLog =  $\sum_{k=1}^{16} C10(k)$  - суммарное количество логических анкет в распознаваемой выборке

ПРИМЕЧАНИЕ: учтены только результаты идентификации с подлин сходства не менее: -1



Из анализа этой формы можно сделать следующие выводы:

- хорошо представленные классы можно использовать при прогнозировании, т.к. достоверность идентификации по этим классам достаточно высокая;
- результаты прогнозирования по слабо представленным классам учитывать в принятии решений нецелесообразно;
- применение модели обеспечивает во много раз более высокую достоверность, чем случайное угадывание или не использование модели;
- общая вероятность достоверной идентификации оказалась несколько ниже, чем по всей выборке, по всей видимости из-за того, что в тестовой выборке не было возможности указать все страховые случаи по которым не было ДТП, из-за огромного количества таких случаев.

#### 11.1.4. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области

10. По сути задача 1: "*Многокритериальная типизация* автомобилей клиентов по типам: "Не совершившие ДТП", "Совершившие ДТП" и категориям, отражающим суммы страховых выплат была решена при синтезе модели на 7-м этапе. Результатом этого этапа и решением 1-й задачи является матрица информативностей, *фрагмент* которой приводится на рисунке 88:

|    | A      | B     | C     | D     | E     | F     | G      | H      | I      | J      | K      | L      | M      | N      | O      | P      | Q      | R      |
|----|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|    | KOD_PR | OBJ_2 | OBJ_3 | OBJ_4 | OBJ_5 | OBJ_7 | OBJ_12 | OBJ_13 | OBJ_14 | OBJ_15 | OBJ_16 | OBJ_17 | OBJ_18 | OBJ_19 | OBJ_20 | OBJ_21 | OBJ_22 | OBJ_23 |
| 1  |        |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 2  | 1      | 0,41  | 0,46  | 0,30  | -0,08 | 0,00  | 0,00   | -0,92  | -1,16  | 0,00   | 0,02   | 0,31   | 0,31   | 0,36   | 0,00   | 0,44   | -0,29  | 0,60   |
| 3  | 2      | 0,02  | 0,01  | -0,11 | 0,01  | 0,00  | 0,00   | 0,01   | 0,05   | 0,08   | 0,01   | -0,45  | -0,42  | 0,13   | 0,47   | 0,01   | -0,02  | -0,14  |
| 4  | 3      | -0,23 | -0,47 | 0,13  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,08   | 0,08   | 0,07   | -0,00  | -0,46  | -0,43  | -0,38  | 0,00   | -0,40  | 0,03   | -0,35  |
| 5  | 4      | -0,42 | -0,64 | -0,33 | 0,18  | 0,00  | 0,78   | 0,10   | 0,09   | 0,24   | -0,01  | -0,14  | -0,11  | -0,45  | 0,00   | -0,47  | 0,04   | -0,30  |
| 6  | 5      | -0,31 | -0,27 | -0,26 | 0,00  | 0,00  | 0,00   | -0,15  | -0,26  | 0,32   | -0,03  | 0,18   | 0,06   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,11   | -0,46  |
| 7  | 6      | -0,01 | -0,02 | 0,13  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | -0,04  | 0,05   | 0,00   | 0,01   | -0,07  | -0,04  | 0,12   | 0,00   | 0,18   | -0,04  | -0,20  |
| 8  | 7      | -0,31 | -0,65 | 0,05  | -0,07 | 0,00  | 0,00   | 0,06   | 0,07   | -0,01  | -0,00  | -0,14  | -0,12  | -0,06  | 0,38   | -0,22  | 0,03   | -0,41  |
| 9  | 8      | -0,17 | -0,14 | 0,00  | 0,25  | 0,85  | 0,00   | -0,00  | -0,01  | 0,07   | -0,00  | 0,04   | 0,07   | -0,13  | 0,46   | -0,39  | 0,03   | -0,40  |
| 10 | 9      | -0,23 | -0,10 | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | -0,00  | -0,01  | 0,07   | -0,01  | -0,21  | -0,18  | -0,37  | 0,00   | -0,39  | 0,06   | -0,40  |
| 11 | 10     | 0,07  | 0,05  | 0,11  | 0,17  | 0,00  | 0,00   | -0,03  | 0,00   | 0,00   | 0,01   | -0,04  | -0,01  | -0,06  | 0,00   | -0,08  | -0,02  | -0,20  |
| 12 | 11     | 0,12  | 0,15  | 0,14  | -0,29 | 0,00  | 0,00   | -0,47  | -0,43  | 0,00   | -0,29  | 0,26   | 0,29   | -0,42  | 0,00   | -0,44  | 0,33   | 0,48   |
| 13 | 12     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 14 | 13     | -0,02 | -0,04 | -0,03 | 0,07  | 0,09  | 0,09   | 0,08   | 0,08   | 0,09   | 0,06   | -0,10  | -0,12  | 0,08   | 0,09   | 0,08   | -0,25  | -0,49  |
| 15 | 14     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 16 | 15     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 17 | 16     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 18 | 17     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 19 | 18     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 20 | 19     | -0,12 | -0,24 | 0,00  | 0,73  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,26   | 0,29   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,49   | 0,51   |
| 21 | 20     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 22 | 21     | 0,31  | 0,38  | 0,26  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | -0,08  | 0,31   | 0,34   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,12   | 0,45   |
| 23 | 22     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 24 | 23     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 25 | 24     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,52   | 0,00   |
| 26 | 25     | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 0,25   | 0,26   | 0,00   | -0,02  | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,07   | -0,09  |

Рисунок 88. Фрагмент матрицы информативностей

В этой матрице столбцы соответствуют классам распознавания, строки – градациям факторов, а в клетках на их пересечении приведено *количество информации* в битах, которое содержится в факте обнаружения в страховом случае определенной градации фактора (например, водительского стажа, марки, модели или цвета автомобиля) о том, что этот случай относится к определенному классу. Приведен лишь фрагмент этой матрицы, т.к. в ней **905** строк.

### 11.1.5. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели

11. **Задача 2:** "Разработка методики *прогнозирования* риска совершения ДТП и суммы страховой выплаты на основе информации о клиенте и его автомобиле", решается по сути автоматически при синтезе модели на 7-м этапе АСК-анализа. В системе "Эйдос" есть стандартный режим \_42, обеспечивающий подсчет для каждого страхового случая (представленного в распознаваемой выборке) суммарного количества информации, которое содержится в его признаках о принадлежности данного случая к каждому из классов. Все классы сортируются (ранжируются) в порядке убывания суммарного количества информации, содержащегося в описании страхового случая, о принадлежности к ним. Эта информация представляется в виде экранной формы и файла (рисунок 89):

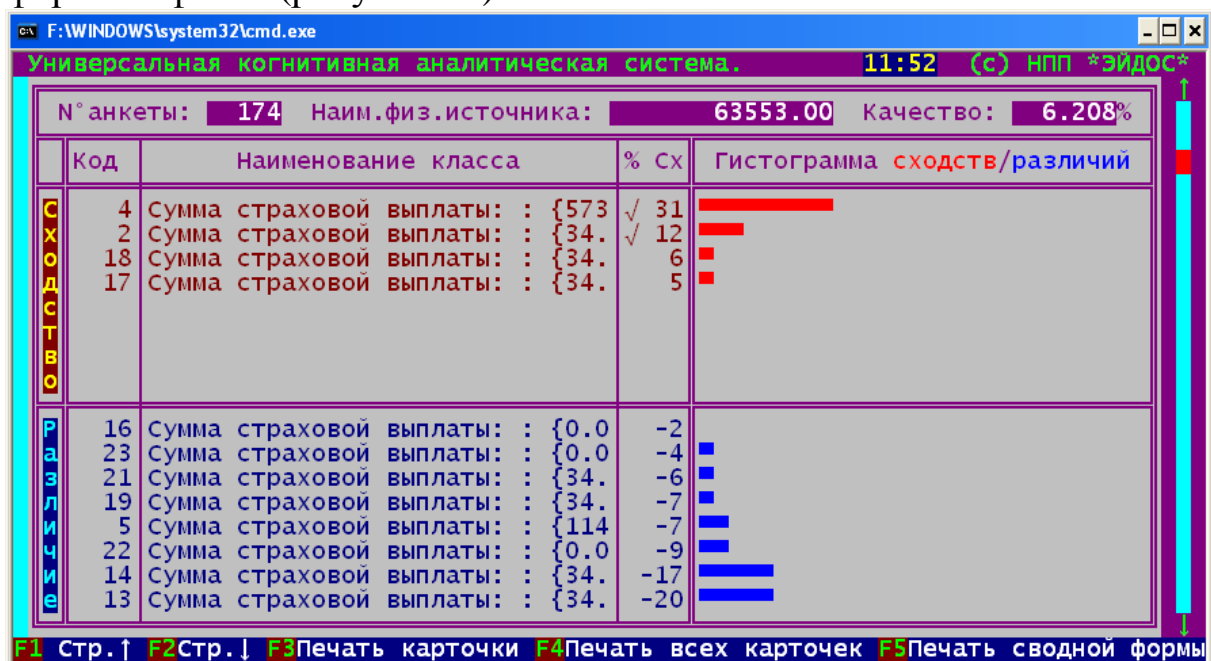


Рисунок 89. Пример экранной формы с результатами прогнозирования для тестового страхового случая с номером 174.

На рисунке 89 птичками "✓" отмечены классы, к которым данный страховой случай действительно относится. Эта же информация приводится и в файле, в котором наименования классов приводятся не в сокращенном варианте:

РЕЗУЛЬТАТ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОГО ИСТОЧНИКА С КЛАССАМИ РАСПОЗНАВАНИЯ  
22-05-07

11:54:17

| Номер анкеты: | 174  | Наим. физ. источника: | 63553.00 | Качество результата распознавания: | 6.208%                       |
|---------------|--|-----------------------|----------|------------------------------------|------------------------------|
| Код           | Наименование класса распознавания                              |                       |          | % Сх                               | Гистограмма сходств/различий |
| 4             | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200}.....        |                       |          | ✓ 31                               |                              |
| 2             | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000}.....           |                       |          | ✓ 12                               |                              |
| 18            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={1,2}.....  |                       |          | 6                                  |                              |
| 17            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={1,2}.....   |                       |          | 5                                  |                              |
| 12            | Сумма страховой выплаты: : {516220.900, 573575.000}.....       |                       |          | -0                                 |                              |
| 7             | Сумма страховой выплаты: : {229450.400, 286804.500}.....       |                       |          | -0                                 |                              |
| 20            | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200} it={2}..... |                       |          | -1                                 |                              |
| 15            | Сумма страховой выплаты: : {57388.100, 114742.200} it={1}..... |                       |          | -1                                 |                              |
| 3             | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100}.....            |                       |          | -1                                 |                              |
| 16            | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={1}.....          |                       |          | -2                                 |                              |
| 23            | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={1,2}.....        |                       |          | -4                                 |                              |
| 21            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={2}.....     |                       |          | -6                                 |                              |
| 19            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={2}.....    |                       |          | -7                                 |                              |
| 5             | Сумма страховой выплаты: : {114742.200, 172096.300}.....       |                       |          | -7                                 |                              |
| 22            | Сумма страховой выплаты: : {0.000, 0.000} it={2}.....          |                       |          | -9                                 |                              |
| 14            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 57388.100} it={1}.....     |                       |          | -17                                |                              |
| 13            | Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.000} it={1}.....    |                       |          | -20                                |                              |

Универсальная когнитивная аналитическая система

НПП \*ЭЙДОС\*

Если в распознаваемой выборке представлено сразу несколько страховых случаев, то может представлять интерес другая форма вывода информации о результатах прогнозирования по ним (рисунок 90):

| Класс: 2 Сумма страховой выплаты: : {34.000, 573575.0} Качество: 2.35% |      |                         |        |                              |
|--|------|-------------------------|--------|------------------------------|
|  | Код  | Информационный источник | % Сход | Гистограмма сходств/различий |
| С<br>х<br>о<br>д<br>с<br>т<br>в<br>о                                   | 2    | 34563.00                | ✓ 15   |                              |
|  | 105  | 71058.14                | ✓ 14   |                              |
|  | 116  | 1942.00                 | ✓ 12   |                              |
|  | 174  | 63553.00                | ✓ 12   |                              |
|  | 1158 | 0.00                    | ✓ 10   |                              |
|  | 77   | 45624.00                | ✓ 10   |                              |
|  | 135  | 10284.72                | ✓ 10   |                              |
|  | 182  | 767.00                  | ✓ 10   |                              |
| Р<br>а<br>з<br>л<br>и<br>ч<br>и<br>е                                   | 557  | 0.00                    | -12    |                              |
|  | 1379 | 0.00                    | -12    |                              |
|  | 1480 | 0.00                    | -12    |                              |
|  | 1504 | 0.00                    | -12    |                              |
|  | 1305 | 0.00                    | -13    |                              |
|  | 1750 | 0.00                    | -13    |                              |
|  | 2864 | 0.00                    | -13    |                              |
|  | 16   | 7547.00                 | -14    |                              |

F1 Стр.↑ F2 Стр.↓ F3 Печать карточки F4 Печать всех карточек F5 Печать сводной формы

Рисунок 90. Пример карточки идентификации страховых случаев с классом: код 2, "Сумма страховой выплаты: 34-573575 рублей"

По сути, этот класс эквивалентен по смыслу классу: "Совершит ДТП".

12. Для решения задачи 3: "Разработка методики *поддержки принятия решений* по выбору контингента клиентов, наиболее предпочтительных и нежелательных для автострахования", необходимо исследовать модель. Это можно сделать используя как возможности системы "Эйдос", так и просто загрузив матрицу информативности в Excel. В результате получаем следующие формы (рисунки 91-93):

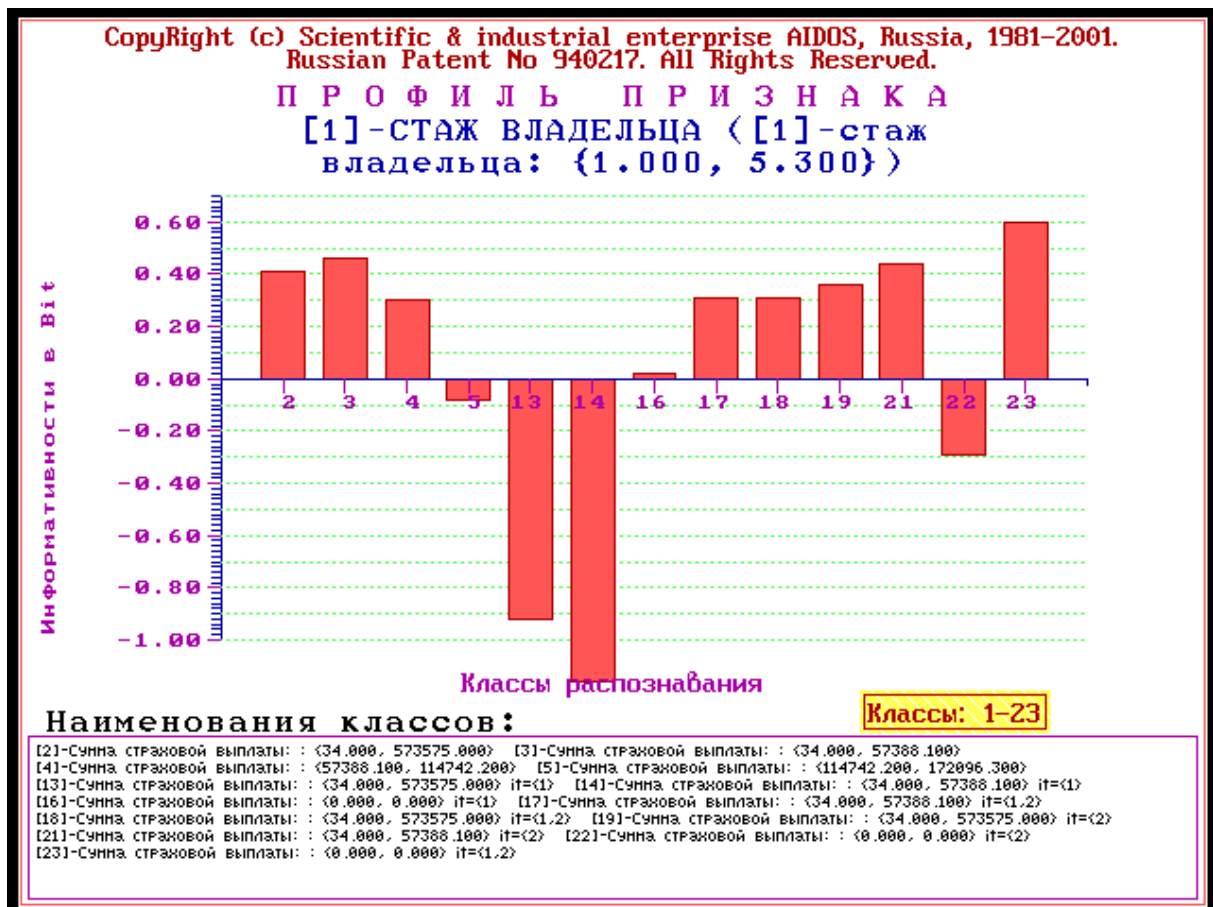


Рисунок 91. Влияние малого стажа на аварийность

Из этой формы видно, каким образом водительский стаж 1-5 лет обуславливает принадлежность страхового случая к классам оптимизированной модели.

Рассмотрим влияние водительского стажа на безаварийность (рисунок 92) и цвета автомобиля на безаварийность (рисунок 93).

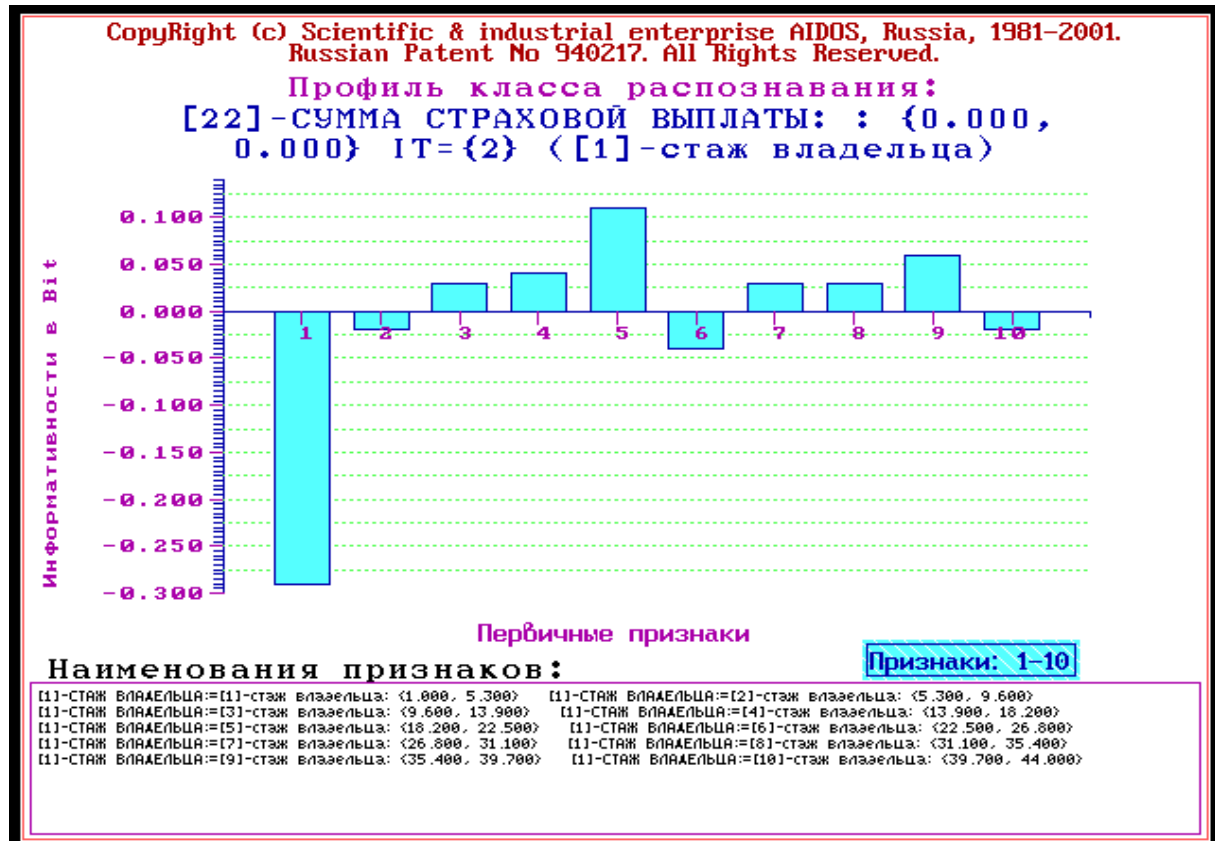


Рисунок 92. Влияние водительского стажа на безаварийность

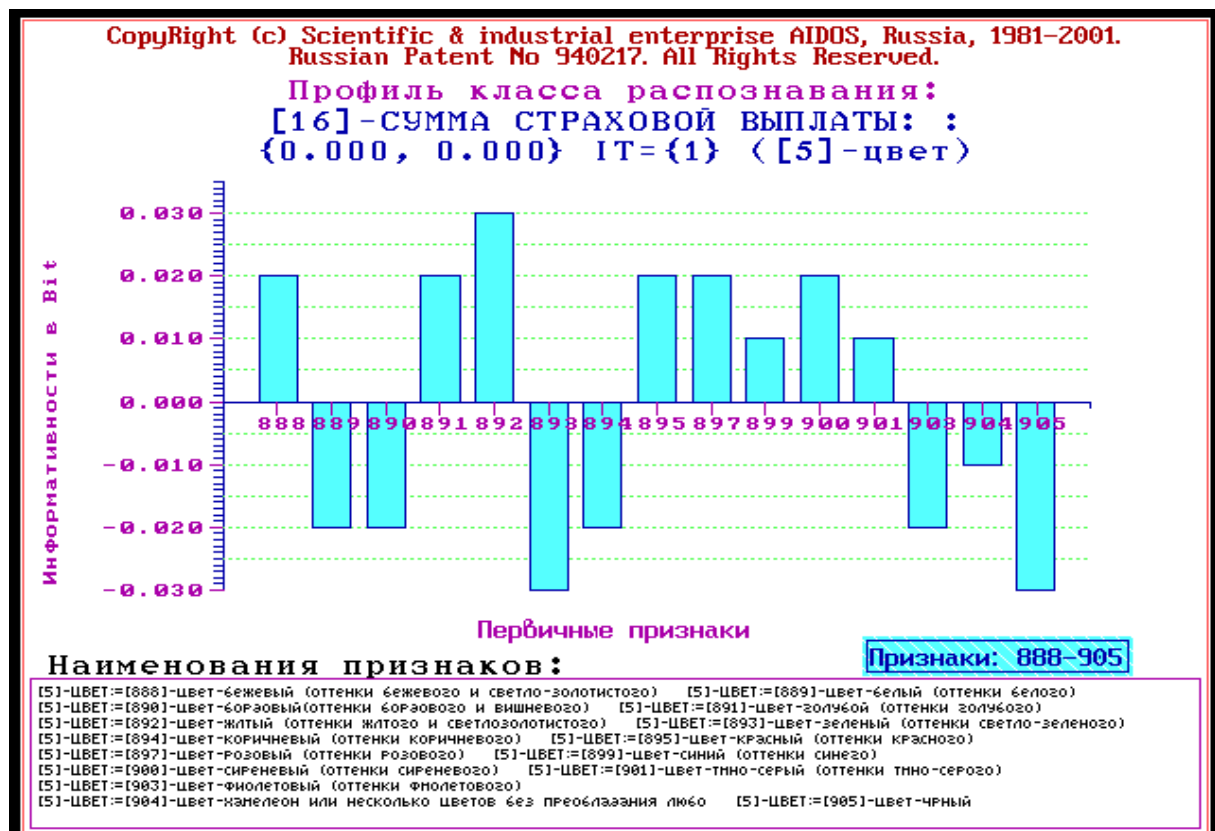


Рисунок 93. Влияние цвета автомобиля на безаварийность

Из рисунка 92 видно, что обывательское представление о том, что чем больше водительский стаж, тем меньше аварийность, не совсем соответствует действительности. Вернее оно соответствует действительности на интервалах: {1, 22.5} лет и {22.5, 39.7} лет. А вот стаж 22.5-26 лет как это ни парадоксально, несет информацию о том, что водитель не относится к безаварийному классу (как и очень малый стаж от 1 до 5 лет, но в меньшей степени). Правда дальнейшее увеличение стажа до 39.7 лет также постепенно приводит к меньшей аварийности, но стаж 39.7 - 44 года опять говорит о склонности к аварийности. Если причины высокой аварийности при очень малом (до 5 лет) и малом (до 9 лет) стаже понятны: это неопытность и лихачество, то причины аварийности опытных водителей с большим (22-26 лет) и очень большим стажем (39-44 года) видимо кроются в состоянии здоровья, связанном с кризисом среднего возраста и с наступлением физиологической старости.

Необходимо отметить, что задача выявления фактически имеющих зависимостей, и задача содержательного объяснения причин существования именно обнаруженных зависимостей, а не каких-либо других, т.е. задача *содержательной интерпретации обнаруженных зависимостей*, – это совершенно разные задачи. Авторы считают, что задача интерпретации должна решаться специалистами в моделируемой предметной области, в данном случае – специалистами в области автострахования.

Получены также функции влияния на аварийность и безаварийность марки и модели автомобиля, но эти формы не приводятся из-за большой размерности (т.е. очень большого количества моделей и марок). Отметим лишь, что из этих форм следует гипотеза о том, чем дороже автомобиль, тем больше (при всех прочих равных условиях) вероятность обращения в страховую компанию при участии в ДТП.

На рисунке 94 приведем форму, показывающую влияние того, произведен ли автомобиль в России или за рубежом на принадлежность к новым категориям.



**Рисунок 94. Влияние российского (ряд 3) и зарубежного (ряд 1) производства автомобиля на принадлежность к классам оптимизированной модели**

13. Основной принцип оценки экономической эффективности разработанной методики (при условии ее применения в деятельности реальной страховой компании) состоит в том, что данная методика позволяет создать научно обоснованный *образ желаемого клиента* (как и образ нежелаемого) и это, в сочетании с методами формирования контингента клиентов, позволяют улучшить состав портфеля договоров автострахования, уменьшив в нем долю убыточных и увеличив долю прибыльных договоров, повысив таким образом рентабельность и прибыль компании.

14. При планировании данного исследования авторы ставили цель лишь оценить возможность применения технологии АСК-анализа для решения задачи андеррайтинга. Данное исследование показало, что это возможно и перспективно. Но для того, чтобы иметь основания сделать этот вывод не было необходимости проводить полномасштабное научное исследование. Поэтому, естественно, что представленный в работе вариант имеет ряд ограничений и недостатков, в преодолении которых и состоит перспектива ее развития.

В частности можно было бы увеличить объем обучающей выборки, взять *значительно большее* количество параметров, характеризующих как автотранспортное средство, так и его владельца, а также **локализовать** задачу для других регионов. Например, можно было бы учитывать является ли автомобиль переднеприводным, заднеприводным или полноприводным, мощность его двигателя, год изготовления, более детально можно было бы учитывать страну-производитель и т.д. Владельца вообще можно было бы исследовать как личность, как это делается в транспортной психологии, например, применив подход, описанный в [7]. Но для достижения целей данной работы этого не требовалось и не делалось.

*Таким образом, на основе исследования разработанного упрощенного варианта подсистемы андеррайтинга можно сделать вывод о возможности полномасштабного решения этой задачи методом системно-когнитивного анализа.*

## **11.2. КАСКО**

### **11.2.1. Разработка инструментария для оценки рисков автострахования КАСКО, как задача контроллинга**

С одной стороны, существуют так называемые "факторы риска", которые несут для страховой компании информацию о том, что данный клиент попадает в определенные "группы риска", например, имеет повышенную вероятность совершения дорожно-транспортного происшествия (ДТП), причем не обязательно он при этом формально будет виновен в его совершении. С другой стороны, согласно действующему законодательству РФ, страховая компания не имеет права отказать клиенту в заключении страхового договора, т.е. в любом случае обязана заключить с ним такой договор. Страховая компания, стараясь создать для себя выгодные условия страхования, имеет право изменять расчетную стоимость страхового договора в зависимости от прогнозируемой величины риска и, соответственно, прогнозируемой суммы страховой выплаты.

Однако информационные технологии, обеспечивающие подобное прогнозирование, доступны далеко не всем страховым компаниям, особенно не столичным (провинциальным). Тем же компаниям, которым они доступны, они часто доступны по неоправданно завышенной (монопольной) цене. Качество же прогнозирования при этом,



как правило, оказывается значительно ниже, чем в столичных регионах. Это обусловлено двумя основными причинами, связанными с тем, что эти технологии созданы столичными разработчиками:

– на основе прецедентов из своих регионов, а в провинции зависимости между факторами риска и принадлежностью страховых случаев к группам риска отличаются, иногда весьма существенно, от имеющих место в столицах;

– они созданы достаточно давно и за это время в столь динамичной предметной области, как рынок автострахования, многое изменилось, в том числе и структурный состав автопарка, и подготовка и возраст водителей, и объективные условия вождения.

Эти две причины говорят о том, что для повышения эффективности использования столичных методик прогнозирования в провинции необходимы *локализация* этих методик к условиям конкретного региона и их *периодическая адаптация* для отслеживания динамики предметной области. Однако ни то, ни другое на практике в настоящее время не делается.

*Поэтому основной проблемой, решаемой автостраховой компанией в провинции при заключении договора страхования КАСКО, является достоверное прогнозирование рисков страхования и сумм страховых выплат с целью определения прибыльной стоимости договора.*

Авторами предлагается *радикальное* решение: не просить столичных разработчиков локализовать и периодически адаптировать их разработки, т.к. стоимость этих работ такова, что вполне может обанкротить практически любую провинциальную страховую компанию, а разработать собственную эксклюзивную технологию, решающую эту проблему, тем более что для успеха этого начинания есть все необходимые предпосылки. В частности, уже созданы технологии применения системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для прогнозирования рисков автострахования ОСАГО (андеррайтинг), прогнозирования рисков кредитования физических лиц (скоринг), а также для прогнозирования в других областях<sup>52</sup>, в частности экономике, психологии и педагогике, социологии, агрономии, причем, как правило, созданы совершенно бесплатно.

Данная работа посвящена описанию технологии и методики синтеза семантической информационной модели, учитывающей влияние различных факторов на суммы страховых выплат автостра-

---

<sup>52</sup> URL: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11> <http://lc.kubagro.ru/aidos/>

хования КАСКО, и использования этой модели для прогнозирования самого факта необходимости выплат и конкретных величин сумм страховых выплат. Для решения поставленной проблемы использована уже хорошо отработанная и положительно зарекомендовавшая себя технология АСК-анализа. Эта технология позволяет также периодически или по мере необходимости решать задачи локализации и адаптации методики прогнозирования.

Была использована база данных прецедентов по Краснодарскому краю, содержащая 7194 страховых случая, из которых 1506 не совершили ДТП, а 5688 совершили и по этим случаям были произведены различные страховые выплаты в сумме от 236 до 1000000 рублей. Эта база данных была получена официально для проведения научного исследования и не включает каких-либо данных, позволяющих идентифицировать личности участников (таблица 79).

**Таблица 79 – Исходная база данных страховых случаев (фрагмент)**

| №  | Summa     | Stag | Marka      | Marka model | Color   | God vipuska |
|----|-----------|------|------------|-------------|---|-------------|
| 1  | 6000      | 39   | ВАЗ        | 1111        | Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого)   | 2003        |
| 2  | 7502,5    | 12   | ВАЗ        | 2106        | Красный (оттенки красного)                            | 1987        |
| 3  | 3830,45   | 39   | ВАЗ        | 21099       | Розовый (оттенки розового)                            | 2000        |
| 4  | 3663,24   | 41   | ВАЗ        | 2101        | Хамелеон или несколько цветов без преобладания любого | 2004        |
| 5  | 7018,04   | 38   | ВАЗ        | 2107        | Голубой (оттенки голубого)                            | 2000        |
| 6  | 19845,62  | 28   | ВАЗ        | 2106        | Бордовый(оттенки бордового и вишневого)               | 2006        |
| 7  | 9953,65   | 8    | ВАЗ        | 2106        | Голубой (оттенки голубого)                            | 1986        |
| 8  | 35778,82  | 13   | ВАЗ        | 2106        | Красный (оттенки красного)                            | 1996        |
| 9  | 6958,73   | 23   | ВАЗ        | 2106        | Тёмно-зеленый (оттенки тёмно-зеленого)                | 2000        |
| 10 | 38215,31  | 29   | Москвич    | 412         | Белый (оттенки белого)                                | 1993        |
| 11 | 269835,46 | 15   | ВАЗ        | 2106        | Белый (оттенки белого)                                | 2000        |
| 12 | 73732     | 30   | ВАЗ        | 2121        | Хамелеон или несколько цветов без преобладания любого | 2005        |
| 13 | 17844,35  | 30   | ГАЗ        | 3302        | Фиолетовый (оттенки фиолетового)                      | 1980        |
| 14 | 14920,39  | 14   | ВАЗ        | 2106        | Красный (оттенки красного)                            | 2002        |
| 15 | 91573     | 23   | ВАЗ        | 2112        | Розовый (оттенки розового)                            | 2006        |
| 16 | 8233      | 30   | ВАЗ        | 2106        | Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)                    | 1999        |
| 17 | 6045,14   | 27   | ГАЗ        | 3302        | Синий (оттенки синего)                                | 2000        |
| 18 | 3784      | 0    | ВАЗ        | 2106        | Бежевый (оттенки бежевого и светло-золотистого)       | 2000        |
| 19 | 28220,91  | 33   | ГАЗ        | 3302        | Тёмно-зеленый (оттенки тёмно-зеленого)                | 2000        |
| 20 | 13569,22  | 39   | ГАЗ        | 3302        | Синий (оттенки синего)                                | 2000        |
| 21 | 7260,34   | 1    | ВАЗ        | 2109        | Бордовый(оттенки бордового и вишневого)               | 2000        |
| 22 | 23140     | 13   | ВАЗ        | 2106        | Сиреневый (оттенки сиреневого)                        | 2000        |
| 23 | 54203,33  | 19   | Ford       | FOCUS       | Бордовый(оттенки бордового и вишневого)               | 2000        |
| 24 | 16645,9   | 16   | ВАЗ        | 2106        | Сиреневый (оттенки сиреневого)                        | 2000        |
| 25 | 65958,15  | 42   | ВАЗ        | 2105        | Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого)   | 2000        |
| 26 | 66615,08  | 18   | ГАЗ        | 3110        | Белый (оттенки белого)                                | 2000        |
| 27 | 24678,41  | 19   | ВАЗ        | 2106        | Фиолетовый (оттенки фиолетового)                      | 2000        |
| 28 | 13620,3   | 26   | Volkswagen | PASSAT      | Белый (оттенки белого)                                | 2000        |
| 29 | 53805,1   | 3    | Ford       | ESCORT      | Голубой (оттенки голубого)                            | 2000        |
| 30 | 15188,87  | 30   | ВАЗ        | 2110        | Красный (оттенки красного)                            | 2000        |
| 31 | 6876,12   | 25   | ВАЗ        | 2106        | Голубой (оттенки голубого)                            | 2000        |
| 32 | 77103,24  | 35   | ВАЗ        | 2107        | Жёлтый (оттенки жёлтого и светлозолотистого)          | 2000        |

## 11.2.2. Когнитивная структуризация и формализация предметной области

В качестве классов для прогнозирования были выбраны следующие (таблица 80).

**Таблица 80 – Справочник классов (фрагмент)**

| Код  | Наименование                           |
|------|--|
| 1    | СОВЕРШИЛ ЛИ ДТП - НЕТ                  |
| 2    | СОВЕРШИЛ ЛИ ДТП - ДА                   |
| 3    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {0.00, 1000.00}         |
| 4    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {1000.00, 2000.00}      |
| 5    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {2000.00, 3000.00}      |
| 6    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {3000.00, 4000.00}      |
| 7    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {4000.00, 5000.00}      |
| 8    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {5000.00, 6000.00}      |
| 9    | СУММА ВЫПЛАТЫ: {6000.00, 7000.00}      |
| 10   | СУММА ВЫПЛАТЫ: {7000.00, 8000.00}      |
| 11   | СУММА ВЫПЛАТЫ: {8000.00, 9000.00}      |
| 12   | СУММА ВЫПЛАТЫ: {9000.00, 10000.00}     |
| ***  | *****                                  |
| 996  | СУММА ВЫПЛАТЫ: {993000.00, 994000.00}  |
| 997  | СУММА ВЫПЛАТЫ: {994000.00, 995000.00}  |
| 998  | СУММА ВЫПЛАТЫ: {995000.00, 996000.00}  |
| 999  | СУММА ВЫПЛАТЫ: {996000.00, 997000.00}  |
| 1000 | СУММА ВЫПЛАТЫ: {997000.00, 998000.00}  |
| 1001 | СУММА ВЫПЛАТЫ: {998000.00, 999000.00}  |
| 1002 | СУММА ВЫПЛАТЫ: {999000.00, 1000000.00} |

В качестве факторов, влияющих на вероятность совершения ДТП и величину ущерба были, выбраны следующие (таблица 81).

**Таблица 81 – Факторы, влияющие на суммы страховых выплат  
и их значения (фрагмент)**

| Код  | Наименование фактора и его значения |
|------|-------------------------------------|
| [ 1] | <b>СТАЖ ВОДИТЕЛЯ</b>                |
| 1    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {0.00, 4.00}         |
| 2    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {4.00, 8.00}         |
| 3    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {8.00, 12.00}        |
| 4    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {12.00, 16.00}       |
| 5    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {16.00, 20.00}       |
| 6    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {20.00, 24.00}       |
| 7    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {24.00, 28.00}       |
| 8    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {28.00, 32.00}       |
| 9    | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {32.00, 36.00}       |
| 10   | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {36.00, 40.00}       |
| 11   | СТАЖ ВОДИТЕЛЯ: {40.00, 44.00}       |
| [ 2] | <b>МАРКА А/М</b>                    |
| 12   | МАРКА А/М-.                         |
| 13   | МАРКА А/М-Alfa-Romeo.               |
| 14   | МАРКА А/М-Asia.                     |
| 15   | МАРКА А/М-Audi.                     |
| ***  | *****                               |

|            |   |
|------------|---|
| [ 3]       | <b>МАРКА-МОДЕЛЬ А/М</b>                                       |
| 83         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М--.   |
| 84         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Alfa-Romeo-156                               |
| 85         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Alfa-Romeo-2106.                             |
| 86         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Asia-2106.                                   |
| 87         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-100                                     |
| 88         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-2106.                                   |
| 89         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-80.                                     |
| 90         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-90.                                     |
| 91         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-A4.                                     |
| 92         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-A6.                                     |
| 93         | МАРКА-МОДЕЛЬ А/М-Audi-A8.                                     |
| ***        | *****   |
| [ 4]       | <b>ЦВЕТ А/М</b>   |
| 482        | ЦВЕТ А/М-не указан  |
| 483        | ЦВЕТ А/М-Бежевый (оттенки бежевого и светло-золотистого).     |
| 484        | ЦВЕТ А/М-Белый (оттенки белого)                               |
| 485        | ЦВЕТ А/М-Бордовый(оттенки бордового и вишневого).             |
| 486        | ЦВЕТ А/М-Голубой (оттенки голубого)                           |
| 487        | ЦВЕТ А/М-Жёлтый (оттенки жёлтого и светлозолотистого)         |
| 488        | ЦВЕТ А/М-Зеленый (оттенки светло-зеленого).                   |
| 489        | ЦВЕТ А/М-Коричневый (оттенки коричневого)                     |
| 490        | ЦВЕТ А/М-Красный (оттенки красного)                           |
| 491        | ЦВЕТ А/М-Оранжевый (оттенки оранжевого)                       |
| 492        | ЦВЕТ А/М-Розовый (оттенки розового)                           |
| <b>Код</b> | <b>Наименование фактора и его значения</b>                    |
| 493        | ЦВЕТ А/М-Светло-серый (оттенки светло-серого и серебристого). |
| 494        | ЦВЕТ А/М-Синий (оттенки синего)                               |
| 495        | ЦВЕТ А/М-Сиреневый (оттенки сиреневого)                       |
| 496        | ЦВЕТ А/М-Тёмно-Серый (оттенки тёмно-серого)                   |
| 497        | ЦВЕТ А/М-Тёмно-зеленый (оттенки тёмно-зеленого)               |
| 498        | ЦВЕТ А/М-Фиолетовый (оттенки фиолетового)                     |
| 499        | ЦВЕТ А/М-Хамелеон или несколько цветов без преобладания любог |
| 500        | ЦВЕТ А/М-Чёрный   |
| [ 5]       | <b>ГОД ВЫПУСКА А/М</b>  |
| 501        | ГОД ВЫПУСКА А/М-0г.в.   |

Страховые случаи, представленные в таблице 79, закодированы с использованием справочников из таблиц 80 и 81, в результате чего получена обучающая выборка, представленная в таблице 82.

**Таблица 82 – Обучающая выборка (база прецедентов), фрагмент**

| Код | Наименование | Коды классов |     |   | Коды значений факторов |    |     |     |     |     |
|-----|--------------|--------------|-----|---|------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
|     |              | 1            | 2   | 3 | 1                      | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   |
| 1   | 1            | 2            | 8   | 9 | 10                     | 65 | 388 | 493 | 542 |     |
| 2   | 2            | 2            | 10  |   | 3                      | 4  | 65  | 394 | 490 | 526 |
| 3   | 3            | 2            | 6   |   | 10                     | 65 | 398 | 492 | 539 |     |
| 4   | 4            | 2            | 6   |   | 11                     | 65 | 389 | 499 | 543 |     |
| 5   | 5            | 2            | 10  |   | 10                     | 65 | 395 | 486 | 539 |     |
| 6   | 6            | 2            | 22  |   | 7                      | 8  | 65  | 394 | 485 | 545 |
| 7   | 7            | 2            | 12  |   | 2                      | 3  | 65  | 394 | 486 | 525 |
| 8   | 8            | 2            | 38  |   | 4                      | 65 | 394 | 490 | 535 |     |
| 9   | 9            | 2            | 9   |   | 6                      | 65 | 394 | 497 | 539 |     |
| 10  | 10           | 2            | 41  |   | 8                      | 77 | 463 | 484 | 532 |     |
| 11  | 11           | 2            | 272 |   | 4                      | 65 | 394 | 484 | 539 |     |
| 12  | 12           | 2            | 76  |   | 8                      | 65 | 406 | 499 | 544 |     |
| 13  | 13           | 2            | 20  |   | 8                      | 67 | 429 | 498 | 519 |     |
| 14  | 14           | 2            | 17  |   | 4                      | 65 | 394 | 490 | 541 |     |
| 15  | 15           | 2            | 94  |   | 6                      | 65 | 401 | 492 | 545 |     |
| 16  | 16           | 2            | 11  |   | 8                      | 65 | 394 | 496 | 538 |     |
| 17  | 17           | 2            | 9   |   | 7                      | 67 | 429 | 494 | 539 |     |
| 18  | 18           | 2            | 6   |   | 1                      | 65 | 394 | 483 | 539 |     |
| 19  | 19           | 2            | 31  |   | 9                      | 67 | 429 | 497 | 539 |     |
| 20  | 20           | 2            | 16  |   | 10                     | 67 | 429 | 494 | 539 |     |

Формирование справочников классов (таблица 80), факторов и их значений (таблица 81) и обучающей выборки (таблица 82) производится из исходной базы данных (таблица 79) *автоматически* с применением стандартного программного интерфейса между системой "Эйдос" и внешней базой данных (рисунок 95):



Рисунок 95. Экранная форма одного из 7 стандартных программных интерфейсов системы "Эйдос" с внешними базами данных

На рисунке 96 приводится экранная форма, объясняющая как пользоваться данным программным интерфейсом (Help):

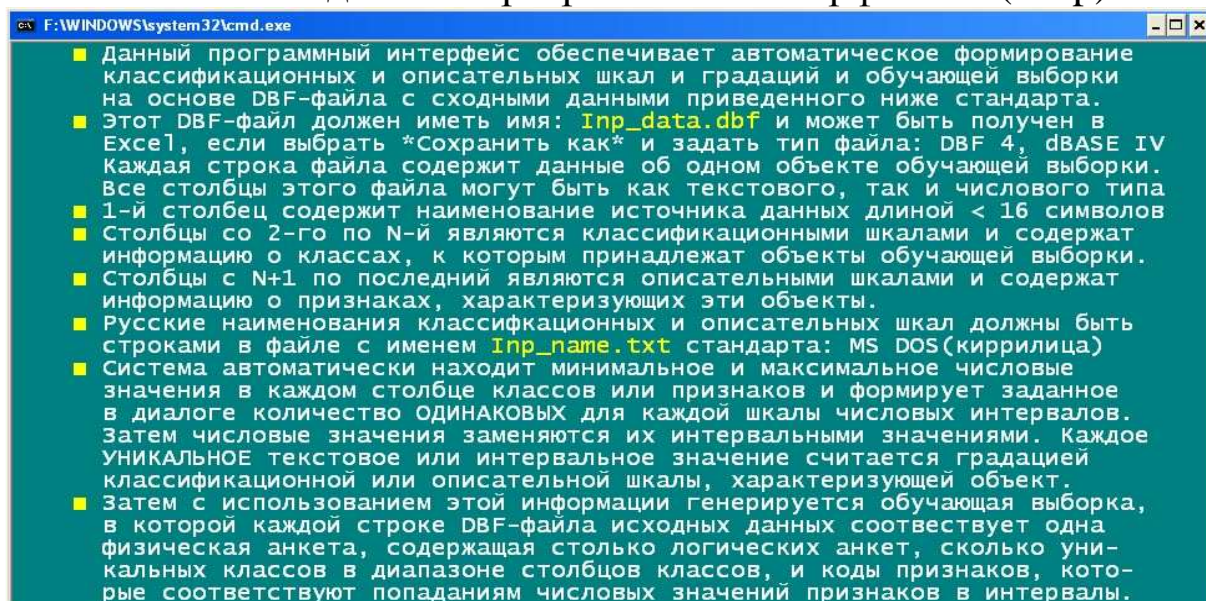


Рисунок 96. Экранная форма HELP данного программного интерфейса системы "Эйдос" с внешними базами данных (последняя DOS-версия 12.5)

### **11.2.3. Синтез, верификация и повышение качества семантической информационной модели предметной области**

После формализации предметной области с помощью приведенного программного интерфейса сразу осуществляется синтез семантической информационной модели (СИМ). В результате этой операции формируется частотное распределение страховых случаев по классам прогнозирования по значениям факторов. Нами это частотное распределение было проанализировано, в результате чего выяснилось, что оно крайне неравномерно: есть классы и значения факторов, встретившиеся в базе прецедентов сотни и даже тысячи раз, а есть встретившиеся менее десяти раз или даже вообще отсутствующие.

Основным принципом выявления зависимостей в эмпирических данных, на котором основан АСК-анализ, является многопараметрическая типизация. При этом действительно существующие зависимости возможно отличить от случайных только при наличии некоторой статистики. Поэтому нами стандартными средствами системы "Эйдос", предназначенными для этой цели, были удалены из справочников все классы и значения факторов, встретившиеся менее 10 раз. При этом размерность справочников понизилась с  $1002 \times 548$ , до  $95 \times 181$ . После этого повторно была создана СИМ, которая затем была исследована на достоверность прогнозирования страховых случаев. В результате были получены следующие результаты (рисунок 97).

Из рисунка 97 видно, что в среднем по всей выборке более 85 % страховых случаев были отнесены моделью к тем классам, к которым они действительно относятся, и при этом почти 68 % не были отнесены системой к классам, к которым они на самом деле и не относятся. Более подробные данные об адекватности модели приведены ниже.

Универсальная когнитивная аналитическая система. 15:01 (с) НПП \*ЭЙДОС\*

Подсистема анализа. Измерение адекватности семантической информационной модели

Всего анкет физических (объектов расп-й выборки): 7194 логических: 14521  
 % верно идентифицированных лог.анк: 85.114% Ошиб.не идент.лог.анк: 14.886%  
 % верно не идентифицированных лог.анк: 67.980% Ошибочн.идент.лог.анк: 32.018%

**SOVERШИЛ ЛИ ДТП-НЕТ** 95/ 1

| Код класса | Наименование класса               | Достов. идентиф. лог.анк. с учетом сходства к классу | Среднее сходство лог.анк. правиль. отнесенных к классу | Среднее сходство лог.анк. ошибочно не отнесенных к классу |
|------------|-----------------------------------|--|--|---|
| 1          | SOVERШИЛ ЛИ ДТП-НЕТ               | 0.831  | 0.326  | 0.211   |
| 2          | SOVERШИЛ ЛИ ДТП-ДА                | 1.787  | 2.317  | 0.270   |
| 3          | СУММА ВЫПЛАТЫ: {0.00, 1000.00}    | 0.576  | 0.366  | 0.170   |
| 4          | СУММА ВЫПЛАТЫ: {1000.00, 2000.00} | 3.191  | 0.035  | 0.001   |
| 5          | СУММА ВЫПЛАТЫ: {2000.00, 3000.00} | 6.185  | 0.030  | 0.029   |
| 6          | СУММА ВЫПЛАТЫ: {3000.00, 4000.00} | 4.036  | 0.060  | 0.048   |

F1Генерация отчета F2Сортировка F3Печать F4Поиск F8Расч.внешней валид. F9Удал.классов

Рисунок 97 – Экранная форма режима измерения адекватности СИМ

**Всего физических анкет: 7194 (100 % для п.15)**

**Всего логических анкет: 14521**

4. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом сходства : 2.729 %

5. Среднее сходство логических анкет, правильно отнесенных к классу : 0.996 %

6. Среднее сходство логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу : 0.162 %

7. Среднее сходство логических анкет, ошибочно отнесенных к классу : 0.615 %

8. Среднее сходство логических анкет, правильно не отнесенных к классу : 2.509%

9. Средняя достоверность идентификации логических анкет с учетом кол-ва : 48.314 %

10. Среднее количество физических анкет, действительно относящихся к классу: 2593.172 (100 % для п.11 и п.12)

Среднее количество физических анкет, действительно не относящихся к классу: 4600.828 (100 % для п.13 и п.14)

Всего физических анкет: 7194.000 (100% для п.15)

11. Среднее количество и % логических анкет, правильно отнесенных к классу: 2207.159, т.е. 85.114 %

12. Среднее количество и % логических анкет, ошибочно не отнесенных к классу: 386.013, т.е. 14.886 %

13. Среднее количество и % логических анкет, ошибочно отнесенных к классу: 1473.071, т.е. 32.018 %

14. Среднее количество и % логических анкет, правильно не отнесенных к классу: 3127.647, т.е. 67.980 %

15. Средневзвешенная вероятность случайного угадывания принадлежности объекта к классу ( % ): 36.046

**16. Средневзвешенная эффективность применения модели по сравнению со случайным угадыванием (раз): 32.251**

Особенно обратим внимание на то, что использование семантической информационной модели для прогнозирования повышает вероятность правильного отнесения страхового случая к классу, по сравнению со случайным угадыванием, более чем в 32 раза. Из статистики известно, что если эта вероятность выше случайной даже всего в 2,5 раза, то это уже позволяет с достоверностью 95 % утверждать, что в модели выявлены реальные зависимости.

Это довольно высокие показатели адекватности модели, которые говорят о том, что:

- ее вполне оправданно применять на практике (в промышленном варианте);

- исследование этой модели можно с высокой степенью достоверности считать исследованием самой предметной области.

#### **11.2.4. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений, а также исследования предметной области на основе семантической информационной модели**

В частности, из созданной модели можно получить информацию о том, какие характеристики автотранспортного средства являются "факторами риска", а какие, наоборот, (рисунки 98 и 99).



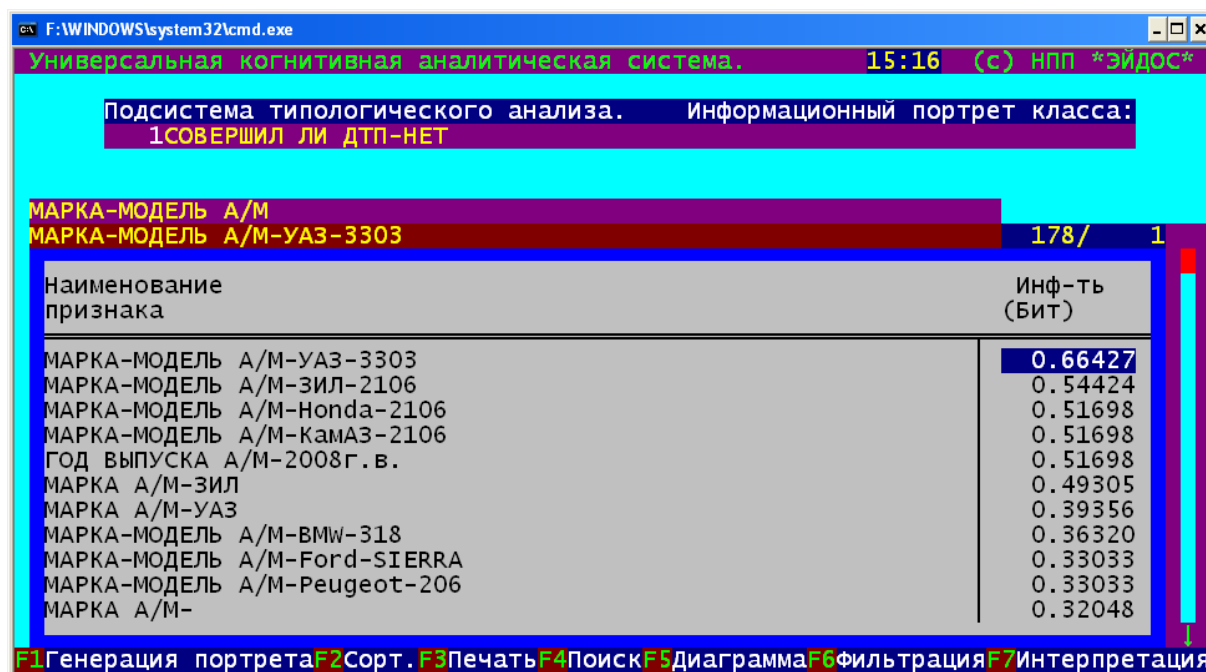


Рисунок 98. Информационный портрет страхового случая "Не совершит ДТП" (без фильтра по видам факторов)

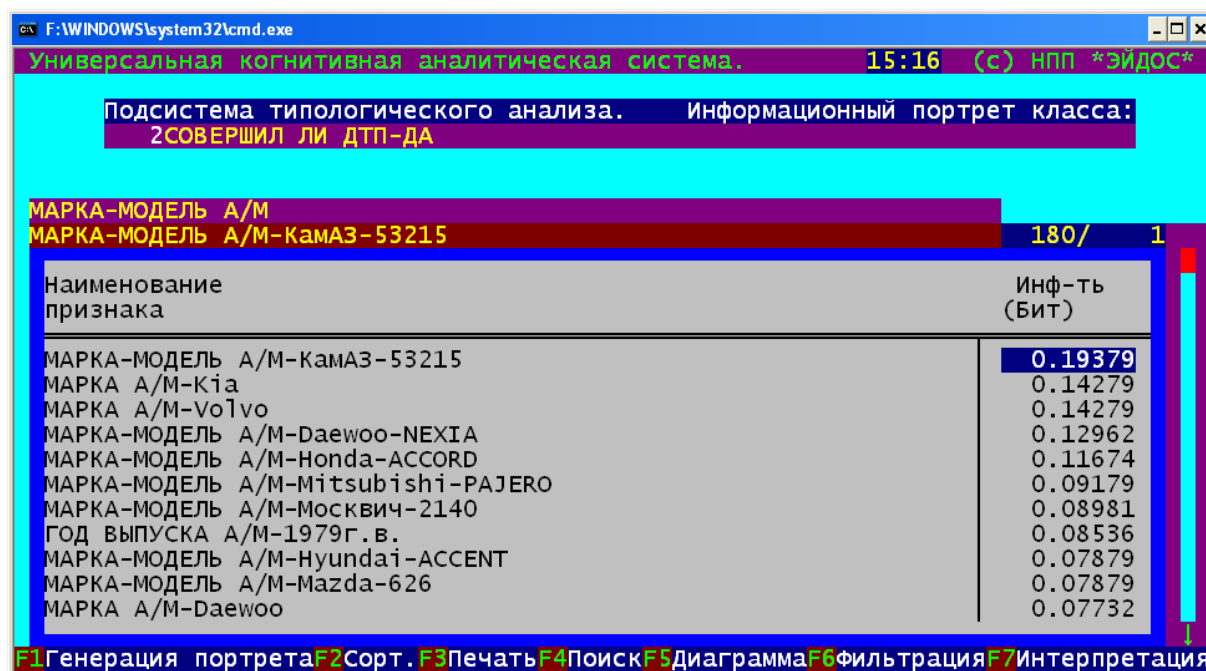


Рисунок 99. Информационный портрет страхового случая "Совершит ДТП" (без фильтра по видам факторов)

В системе "Эйдос" имеются многообразные средства анализа СИМ, однако в данной работе мы их не рассматриваем, т.к. это подробно сделано в других статьях и книгах [3-273]<sup>53</sup>. Приведем лишь (рисунок 100) форму, позволяющую *автоматически* содержательно

<sup>53</sup> URL: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11> <http://lc.kubagro.ru/aidos/>

сравнить информационные портреты двух классов, приведенные на рисунках 98 и 99.

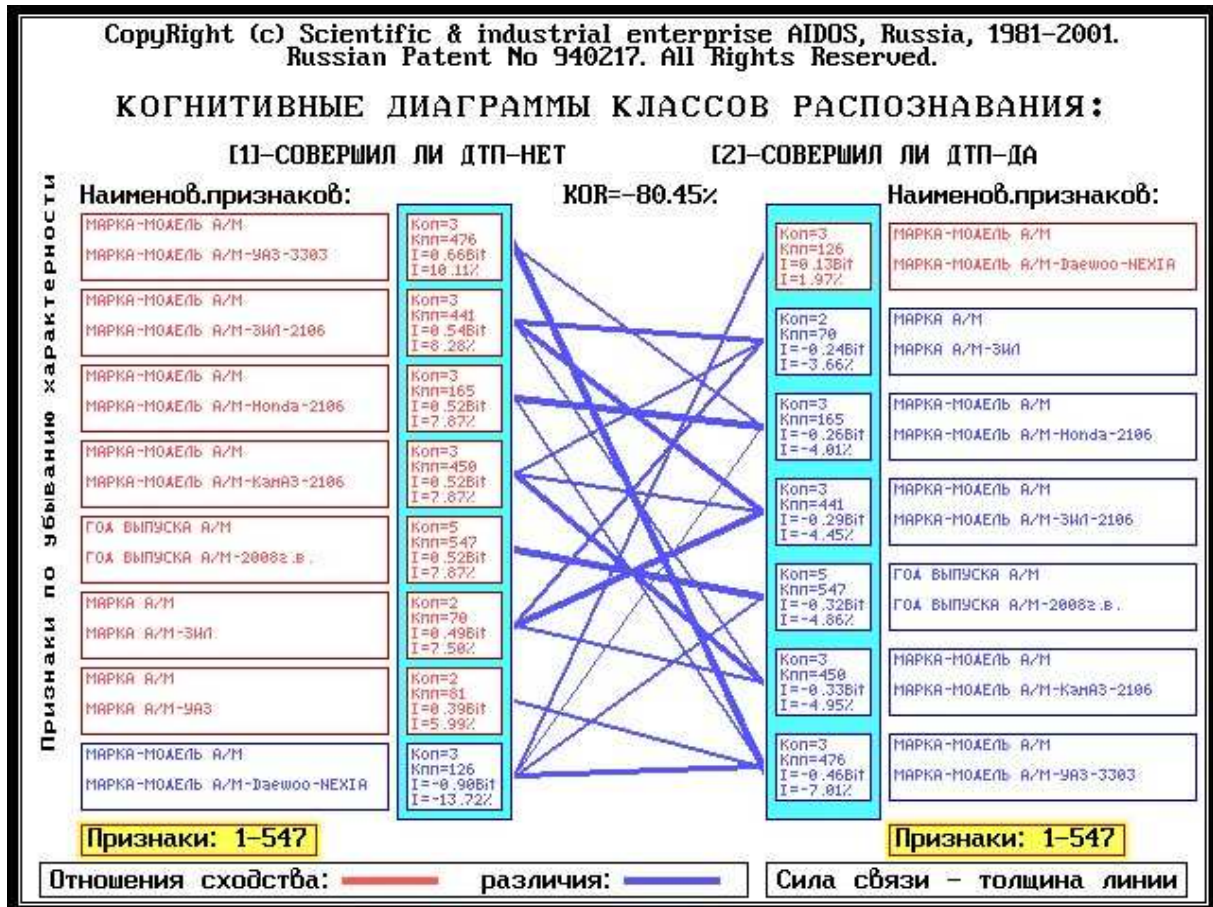


Рисунок 100. Содержательное сравнение двух прогнозируемых классов

**Основной вывод**, который, как мы считаем, можно обоснованно сделать на основании данной работы, состоит в том, что системно-когнитивный анализ и его программный инструментарий – система "Эйдос" являются адекватным средством для синтеза семантической информационной модели, учитывающей влияние различных факторов на суммы страховых выплат автострахования КАСКО и использования этой модели для прогнозирования сумм страховых выплат, и вполне могут быть применены для решения этих задач на практике.

## ГЛАВА 12. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ SWOT- И PEST-АНАЛИЗ СРЕДСТВАМИ АСК-АНАЛИЗА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС-Х++»

*SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего профессионального опыта и компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже около 30 лет, но она малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос». В статье на реальном численном примере подробно описывается возможность проведения количественного автоматизированного SWOT-анализа средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» без использования экспертных оценок непосредственно на основе эмпирических данных. Предложено решение прямой и обратной задач SWOT-анализа. PEST-анализ рассматривается как SWOT-анализ, с более детализированной классификацией внешних факторов. Поэтому выводы, полученные в данной статье на примере SWOT-анализа, можно распространить и на PEST-анализ [249, 251].*

### 12.1. Введение

**SWOT-анализ** – метод стратегического планирования, заключающийся в выявлении факторов внутренней и внешней среды организации и разделении их на четыре категории: **Strengths** (сильные стороны), **Weaknesses** (слабые стороны), **Opportunities** (возможности) и **Threats** (угрозы) [264-272].

Сильные (**S**) и слабые (**W**) стороны являются факторами **внутренней среды** объекта анализа, (то есть тем, на что сам объект способен повлиять); возможности (**O**) и угрозы (**T**) являются факторами **внешней среды** (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом не контролируется объектом) [264-272]. Например, пред-

приятие управляет собственным торговым ассортиментом — это фактор внутренней среды, но законы о торговле не подконтрольны предприятию — это фактор внешней среды.

Объектом SWOT-анализа может быть не только организация, но и другие социально-экономические объекты: отрасли экономики, города, государственно-общественные институты, научная сфера, политические партии, некоммерческие организации (НКО), отдельные специалисты, персоны и т. д. [264-272].

Аббревиатура **SWOT** визуально может быть представлена в виде таблицы:

|                         | <b>Положительное влияние</b>   | <b>Отрицательное влияние</b>  |
|-------------------------|--|---|
| <b>Внутренняя среда</b> | <b>Strengths</b> (свойства проекта или коллектива, дающие преимущества перед другими в отрасли)        | <b>Weaknesses</b> (свойства, ослабляющие проект)                                    |
| <b>Внешняя среда</b>    | <b>Opportunities</b> (внешние вероятные факторы, дающие дополнительные возможности по достижению цели) | <b>Threats</b> (внешние вероятные факторы, которые могут осложнить достижение цели) |

SWOT-анализ предложен в 1963 году в Гарварде на конференции по проблемам бизнес-политики профессором Кеннетом Эндрюсом и является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования, который подробно описан в огромном количестве общедоступных источников, из которых мы указали лишь некоторые [264-272]. Поэтому в более подробном описании SWOT-анализа в данной статье нет никакой необходимости. Однако все это несколько не мешает тому, что SWOT-анализ подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной [264-272].

Для целей данной статьи представляет интерес именно критическая оценка сильных и особенно слабых сторон самого SWOT-анализа, т.е. можно сказать проведение *рефлексивного SWOT-анализа*, в ходе которого он сам должен быть подвергнут SWOT-анализу.

SWOT-анализ эффективен при осуществлении начальной оценки текущей ситуации, однако он не может заменить выработку стратегии или качественный анализ динамики.

### **Сильные стороны SWOT-анализа:**

1. Это универсальный метод, который применим в самых разнообразных сферах экономики и управления. Его можно адаптировать к

объекту исследования любого уровня (продукт, предприятие, регион, страна и пр.).

2. Это гибкий метод со свободным выбором анализируемых элементов в зависимости от поставленных целей (например, можно анализировать город только с точки зрения туризма или только с точки зрения работы транспорта и т.д.).

3. Может использоваться как для оперативной оценки, так и для стратегического планирования на длительный период.

4. Использование метода, как правило, не требует специальных знаний и наличия узкопрофильного образования.

#### **Слабые стороны SWOT-анализа (недостатки):**

1. SWOT-анализ показывает только общие факторы. Конкретные *мероприятия* для достижения поставленных целей надо разрабатывать отдельно.

2. Зачастую при SWOT-анализе происходит лишь *перечисление* факторов без выявления основных и второстепенных, без детального анализа *взаимосвязей* между ними.

3. Анализ даёт в большей степени статичную картинку, чем видение развития в динамике.

4. Результаты SWOT-анализа, как правило, представлены в виде *качественного* описания, в то время как для оценки ситуации часто требуются *количественные* параметры.

5. SWOT-анализ является довольно *субъективным* и чрезвычайно зависит от позиции и знаний того, кто его проводит.

6. Для качественного SWOT-анализа необходимо привлечение больших массивов информации из самых разных сфер, что требует *значительных усилий и затрат*.

Более подробно недостатки SWOT-анализа рассмотрены в хорошо аргументированной работе [264-272]. Но и перечисленного достаточно для того, чтобы сделать общий вывод о необходимости совершенствования SWOT-анализа в направлении, уменьшающем его недостатки.

## **12.2. Формулировка проблемы и идея ее решения**

Каковы же *источники* слабых сторон, недостатков SWOT-анализа? Рассмотрим их в том же порядке, в каком они перечислены выше.

1. SWOT-анализ рассматривает только общие факторы, т.к. *из-за ограниченных возможностей экспертов* нет технической возможно-

сти рассматривать детализированные факторы, которые можно интерпретировать как конкретные *мероприятия* для достижения поставленных целей.

2. Из-за ограниченных возможностей экспертов при SWOT-анализе обычно лишь перечисляются факторы без выявления основных и второстепенных, без детального анализа *взаимосвязей* между ними.

3. SWOT-анализ даёт в большей степени статичную картинку, чем видение развития в динамике, так как SWOT-анализ в динамике предполагает многократное проведение обычного статичного SWOT-анализа, а это невозможно *из-за ограниченных возможностей экспертов*.

4. Результаты SWOT-анализа, как правило, представлены в виде *качественного* описания, которое дают эксперты, в то время как для оценки ситуации часто требуются *количественные* параметры. Но эксперты не могут количественно сравнить факторы по их силе и направлению влияния.

5. SWOT-анализ является довольно *субъективным* и чрезвычайно зависит от позиции и знаний того, кто его проводит и субъективизм SWOT-анализа неизбежно обусловлен субъективизмом экспертов, дающих оценки факторам.

6. Для качественного SWOT-анализа необходимо привлечение больших массивов информации из самых разных сфер, что требует *значительных усилий и затрат*, а значит привлечения большого количества экспертов, что вообще практически невозможно, т.к. это люди в основном, занимающие высокое положение, работающие в условиях постоянного цейтнота и их время стоит очень и очень дорого. Кроме того эксперты в ряде случаев по различным причинам просто не могут сообщить, каким образом они на самом деле принимают решения.

*Обобщая можно сделать обоснованный вывод о том, что слабые стороны, недостатки SWOT-анализа, обусловлены, прежде всего, необходимостью привлечения экспертов для решения различных задач в ходе проведения SWOT-анализа, основной из которых является оценка силы и направления влияния факторов.* Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на

основе своего профессионального опыта и компетенции, или проще говоря и мягко выражаясь «на глазок». Но возможности экспертов имеют свои физические и психические ограничения и часто по различным причинам они не могут или даже не хотят это сделать (например, потому, что истинные мотивы принятия решений не всегда можно обнаружить).

Таким образом, возникает *проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов.*

Решение этой проблемы позволило бы существенно улучшить метод SWOT-анализа, практически преодолев многие его недостатки и при этом сохранив его сильные стороны.

По мнению автора, данная проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных.

**Идея** эта не нова. Различные попытки ее реализации упоминаются и в работе [271]. По мнению автора этой работы смысл этих попыток довольно сложно понять и с ним трудно не согласиться. Работа [272] сама посвящена одному из подходов к автоматизации SWOT-анализа. Начинается эта работа многообещающе, но потом все сводится к описанию еще одного способа обобщения экспертных оценок, основанного на нечеткой логике, тогда как проблема заключается не в сложности обобщения экспертных оценок, а в сложности их получения. Таким образом, работа [272] не решает сформулированную проблему. Упоминается также: «Автоматизированный SWOT-анализ - уникальный программный аналитический сервис, разработанный CIBest - позволяет не только исследовать актуальное состояние любой компании, но и определить наиболее эффективные пути ее развития»<sup>54</sup> о котором кроме приведенной цитаты с указанного сайта практически нет никакой информации.

Между тем технология, обеспечивающая решение поставленной проблемы существует и разработана уже довольно давно: ей уже около 30 лет, но она малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос». А в новой версии этой системы, описанной в работе [140], просто есть режимы, автоматизирующие SWOT-анализ и развивающие

---

<sup>54</sup> <http://edu.jobsmarket.ru/library/management/11590/>

его<sup>55</sup> (это режим 4.4.8). Необходимо также отметить, что система «Эйдос» является программным инструментарием автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [7].

Далее на простом *реальном* численном примере, взятом из работы [13], подробно рассмотрим возможность проведения количественного автоматизированного SWOT-анализа средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-X++» без использования экспертных оценок непосредственно на основе эмпирических данных.

Объект SWOT-анализа описывается в АСК-анализе с помощью номинальных (текстовых) и числовых измерительных шкал, градации которых измеряются в различных единицах измерения. Теоретическое обоснование возможности корректной совместной сопоставимой обработки подобных данных дано в работах автора [7, 201] и других. Основной принцип, на основе которого это становится возможным, состоит в том, что *все показатели описывающие объекты рассматриваются только с точки зрения того, какое количество информации содержится в них о принадлежности объекта к определенным классам*, в данном случае к ценовым категориям.

### **12.3. Этапы АСК-анализа и преобразование данных в информацию, а ее в знания в системе «Эйдос»**

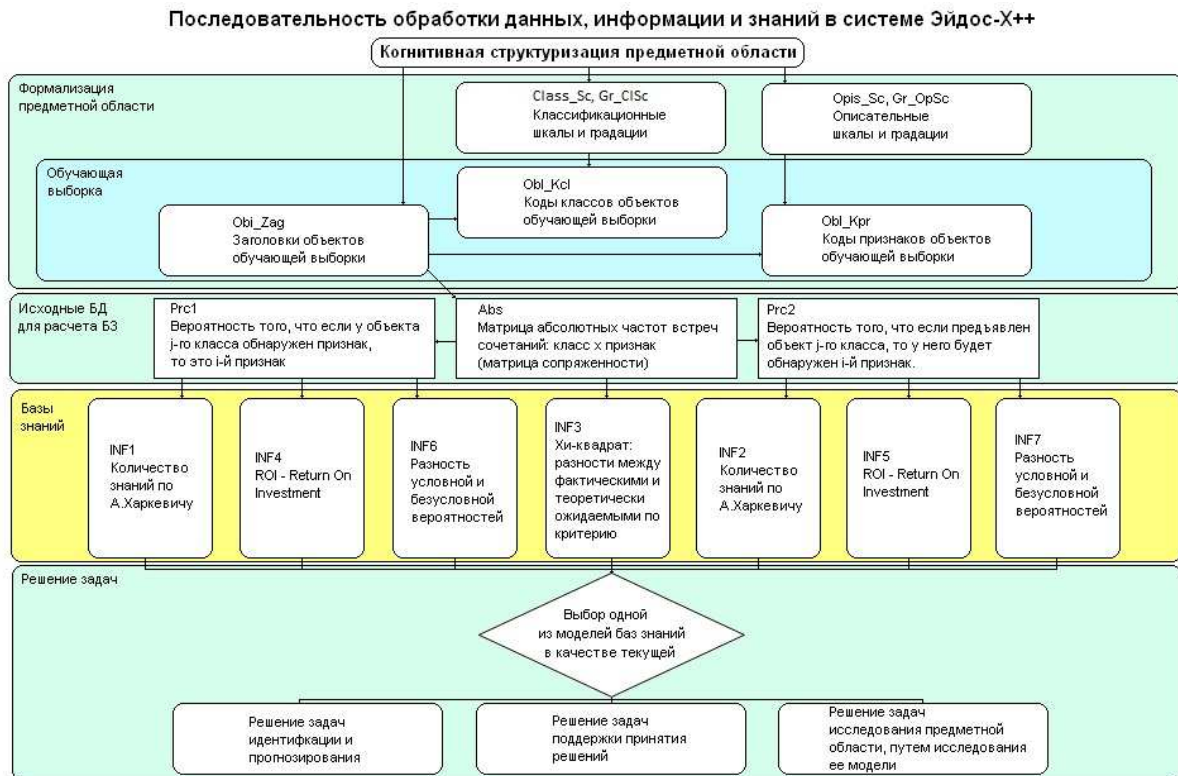
Системно-когнитивный анализ включает следующие этапы [7], которые полностью автоматизированы в системе «Эйдос», за исключением первого (рисунок 101):

1. Когнитивная структуризация предметной области.
2. Формализация предметной области:
  - 2.1. Разработка классификационных и описательных шкал и градаций.
  - 2.2. Разработка обучающей выборки, т.е. описание исходных данных с помощью кодов градаций классификационных и описательных шкал.
3. Синтез и верификация моделей.
4. Выбор наиболее достоверной модели.

<sup>55</sup> [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)



5. Решение задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области с применением наиболее достоверной модели.



**Рисунок 101. Последовательность преобразования данных в информацию, а ее в знания в АСК-анализе и системе «Эйдос»**

Рассмотрим конкретно, как реализуются этапы АСК-анализа в системе «Эйдос» при решении поставленной в работе проблемы.

#### **12.4. Когнитивная структуризация предметной области**

Это единственный не автоматизированный этап АСК-анализа. На этом этапе решается, что мы хотим определить и на основе чего. В данном случае мы хотим:

- построить модель, адекватно отражающую силу и направление влияние агротехнологических факторов на хозяйственные и финансовые результаты выращивания пшеницы;
- используя эту модель *прогнозировать* результаты применения заданной системы факторов;
- используя эту модель *принимать решение* о применении такой системы факторов, которая обусловит желаемый хозяйственно-финансовый результат.

**Хозяйственно-финансовые результаты:**

Урожайность (ц/га)

Качество

Прибыль (тыс.руб./га)

Прибыль (тыс.руб./поле)

Удельная прибыль (тыс.у.е./поле)

Удельная прибыль (у.е./га)

**Агротехнологических факторы:**

Площадь (га)

Сорт озим.пшеницы

Предшест. 1

Предшест. 2

Предшест. 3

Предшест. 4

Предшест. 5

Предшест. 6

Предшест. 7

Предшест. 8

Предшест. 9

Предшест. 10

Обработка почвы(способ и глубина (см))

Посев (способ и норма высева (кг/га))

Основн.внесен.удоб.(кг/га д.в.)

Борьба с вредит.(препарат и доза)

Борьба с сорняками (препарат и доза)

Подкормка при севе

1-я подкормка

2-я подкормка

3-я подкормка

Микро и макро элементы (снижение стресса)

Борьба с болезнями (препарат и доза).

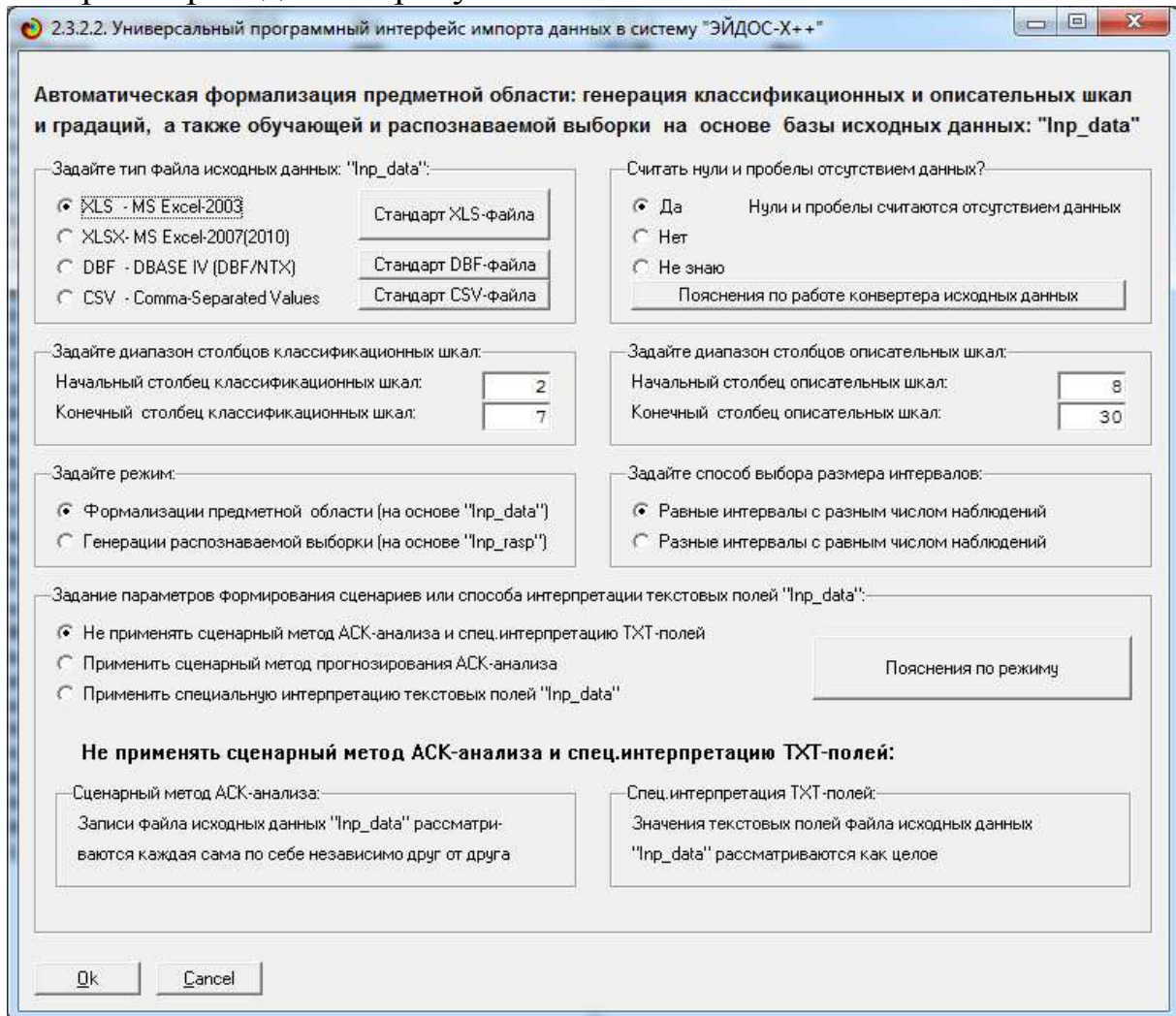
## **12.5. Формализация предметной области**

Формализация предметной области включает:

- разработку классификационных и описательных шкал и градаций;
- разработка обучающей выборки, т.е. описание исходных данных с помощью кодов градаций классификационных и описательных шкал.

Эти функции могут выполняться в системе «Эйдос» вручную или автоматически в режиме 2.3.2.2 «Универсальный программный

интерфейс импорта данных в систему «Эйдос-Х++», экранная форма которого приведена на рисунке 102:



**Рисунок 102.** Экранная форма режима 2.3.2.2 «Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему Эйдос-Х++»

Для запуска этого режима необходимо предварительно записать Excel-файл исходных данных, фрагмент которого представлен в приложении, с именем Inp\_data.xls в папку:

**c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\Inp\_data.xls**

Затем необходимо задать диапазон столбцов с классификационными шкалами и диапазон столбцов с описательными шкалами, как показано на рисунке 102, и с остальными параметрами по умолчанию и нажать ОК.

### **12.5.1. Разработка классификационных и описательных шкал и градаций**

Затем система открывает Excel-файл и определяет количество классификационных и описательных шкал и градаций текстового и числового типов при заданных ранее параметрах. Отображается экранная форма встроенного калькулятора, в которой мы видим результаты этого расчета, общую размерность модели, а также можем задать число градаций в числовых классификационных и описательных шкалах, если они есть (рисунок 103):

2.3.2.2. Задание размерности модели системы "ЭЙДОС-X++"

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [31 x 305]

| Тип шкалы | Количество классификационных шкал | Количество градаций классификационных | Среднее количество градаций на класс. шкалу | Количество описательных шкал | Количество градаций описательных шкал | Среднее количество градаций на опис. шкалу |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------------|---------------------------------------|--|
| Числовые  | 5                                 | 25                                    | 5,00  | 1                            | 5                                     | 5,00                                       |
| Текстовые | 1                                 | 6                                     | 6,00  | 22                           | 300                                   | 13,64                                      |
| ВСЕГО:    | 6                                 | 31                                    | 5,17  | 23                           | 305                                   | 13,26                                      |

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В классификационных шкалах:  В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

Рисунок 103. Калькулятор размерностей моделей

После задания числа градаций в числовых классификационных и описательных шкалах необходимо пересчитать характеристики модели, и если все устраивает, выйти на ее создание.

При задании количества градаций числовых шкал необходимо исходить из определенных соображений, связанных с теоремой Котельникова об отсчетах]. Чем больше мы зададим количество интервалов, тем меньше они будут и тем точнее модель будет давать оценки. Но лишь при том условии, что все интервальные значения будут представлены в эмпирических данных несколькими примерами. Ясно, что чем больше интервалов, тем больше необходимо данных для их заполнения. Получается, что **чем точнее мы хотим получить модель, тем больше нам нужно исходных данных**. А если у нас нет возможности увеличить объем исходных данных, то приходится выбирать такое количество интервалов, чтобы они все они были представлены несколькими примерами при таком их объеме. **Чем меньше исходных данных, тем большего размера необходимо выбирать интервалы, чтобы они были представлены, тем ниже будет точность модели.**

В процессе создания модели режим конвертирует его в dbf-файл, стандартный для баз данных системы «Эйдос». Стадия выполнения этого процесса отображается в форме Progress-bar (рисунок 104).

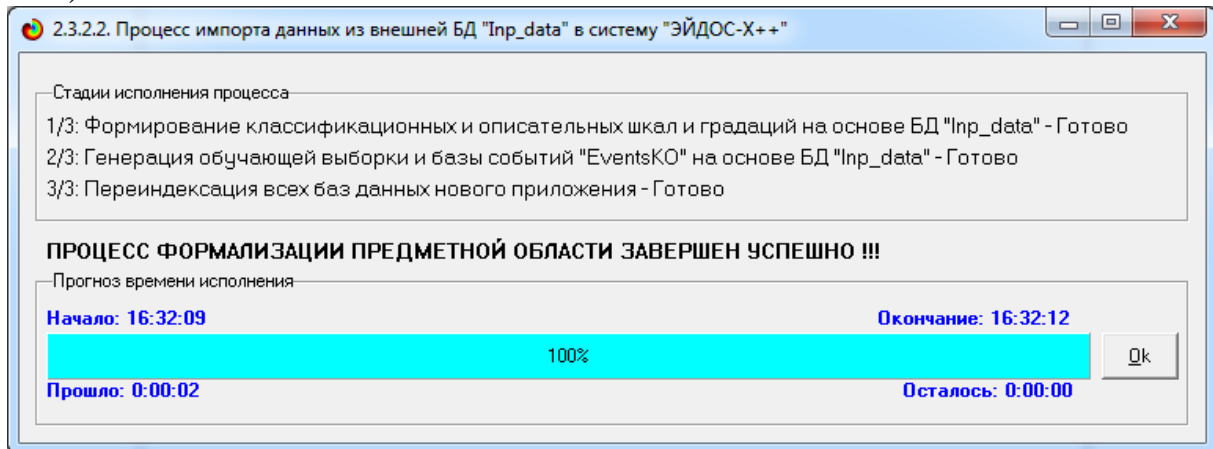


Рисунок 104. Экранная форма стадии процесса формализации предметной области

Классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающая выборка, сформированные в результате выполнения режима, приведены в таблицах 83 и 84.

Таблица 83 – Классификационные шкалы и градации

| Код | Наименование   |
|-----|--|
| 1   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-1/5-{32.1000000, 40.4000000}                 |
| 2   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-2/5-{40.4000000, 48.7000000}                 |
| 3   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-3/5-{48.7000000, 57.0000000}                 |
| 4   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-4/5-{57.0000000, 65.3000000}                 |
| 5   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-5/5-{65.3000000, 73.6000000}                 |
| 6   | КАЧЕСТВО-1 класс   |
| 7   | КАЧЕСТВО-2 класс   |
| 8   | КАЧЕСТВО-3 класс   |
| 9   | КАЧЕСТВО-4 класс   |
| 10  | КАЧЕСТВО-5 класс   |
| 11  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА)-1/5-{1.6000000, 5.3000000}               |
| 12  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА)-2/5-{5.3000000, 9.0000000}               |
| 13  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА)-3/5-{9.0000000, 12.7000000}              |
| 14  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА)-4/5-{12.7000000, 16.4000000}             |
| 15  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ГА)-5/5-{16.4000000, 20.1000000}             |
| 16  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ)-1/5-{126.0000000, 634.5600000}         |
| 17  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ)-2/5-{634.5600000, 1143.1200000}        |
| 18  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ)-3/5-{1143.1200000, 1651.6800000}       |
| 19  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ)-4/5-{1651.6800000, 2160.2400000}       |
| 20  | ПРИБЫЛЬ (ТЫС.РУБ./ПОЛЕ)-5/5-{2160.2400000, 2668.8000000}       |
| 21  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ)-1/5-{4.2190000, 26.5812000}   |
| 22  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ)-2/5-{26.5812000, 48.9434000}  |
| 23  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ)-3/5-{48.9434000, 71.3056000}  |
| 24  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ)-4/5-{71.3056000, 93.6678000}  |
| 25  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (ТЫС.У.Е./ПОЛЕ)-5/5-{93.6678000, 116.0300000} |
| 26  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА)-1/5-{57.4757282, 220.7570531}       |
| 27  | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА)-2/5-{220.7570531, 384.0383781}      |

|    |   |
|----|---|
| 28 | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА)-3/5-{384.0383781, 547.3197030} |
| 29 | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА)-4/5-{547.3197030, 710.6010280} |
| 30 | УДЕЛЬНАЯ ПРИБЫЛЬ (У.Е./ГА)-5/5-{710.6010280, 873.8823529} |

**Таблица 84 – Описательные шкалы и градации  
(факторы и их значения) (фрагмент)**

| Код | Наименование                                |
|-----|---|
| 1   | ПЛОЩАДЬ (ГА)-1/5-{49.0000000, 67.0000000}   |
| 2   | ПЛОЩАДЬ (ГА)-2/5-{67.0000000, 85.0000000}   |
| 3   | ПЛОЩАДЬ (ГА)-3/5-{85.0000000, 103.0000000}  |
| 4   | ПЛОЩАДЬ (ГА)-4/5-{103.0000000, 121.0000000} |
| 5   | ПЛОЩАДЬ (ГА)-5/5-{121.0000000, 139.0000000} |
| 6   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Батько                    |
| 7   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита                      |
| 8   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Восторг                   |
| 9   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Грация                    |
| 10  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дея                       |
| 11  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дон-95                    |
| 12  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-зимородок                 |
| 13  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Княжна                    |
| 14  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Краснодарская-99          |
| 15  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Крошка                    |
| 16  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Купава                    |
| 17  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Лира                      |
| 18  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Москвич                   |
| 19  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Ника-кубани               |
| 20  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Новокубанка               |
| 21  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Офелия                    |
| 22  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Офелия элита              |
| 23  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Победа-50                 |
| 24  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Половчанка                |
| 25  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Селлта                    |
| 26  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Селянка                   |
| 27  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Скифянка                  |
| 28  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Скмфянка                  |
| 29  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Таня                      |
| 30  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Татьяна                   |
| 31  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Уманка                    |
| 32  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Финт                      |
| 33  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Фортуна                   |
| 34  | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Эхо                       |
| 35  | ПРЕДШЕСТ. 1-горох                           |
| 36  | ПРЕДШЕСТ. 1-кук.зерно                       |
| 37  | ПРЕДШЕСТ. 1-кук.силосная                    |
| 38  | ПРЕДШЕСТ. 1-мног.травы                      |
| 39  | ПРЕДШЕСТ. 1-озим.пшеница                    |
| 40  | ПРЕДШЕСТ. 1-подсолнечник                    |
| 41  | ПРЕДШЕСТ. 1-сах.свекла                      |
| 42  | ПРЕДШЕСТ. 1-соя                             |
| 43  | ПРЕДШЕСТ. 2-горох                           |
| 44  | ПРЕДШЕСТ. 2-кук.зерно                       |
| 45  | ПРЕДШЕСТ. 2-кук.зерновая                    |
| 46  | ПРЕДШЕСТ. 2-кук.силосная                    |
| 47  | ПРЕДШЕСТ. 2-мног.травы                      |
| 48  | ПРЕДШЕСТ. 2-озим.пшеница                    |
| 49  | ПРЕДШЕСТ. 2-озим.ячмень                     |
| 50  | ПРЕДШЕСТ. 2-подсолнечник                    |

|    |                          |
|----|--------------------------|
| 51 | ПРЕДШЕСТ. 2-сах.свекла   |
| 52 | ПРЕДШЕСТ. 3-горох        |
| 53 | ПРЕДШЕСТ. 3-кук.зерно    |
| 54 | ПРЕДШЕСТ. 3-кук.зерновая |

### 12.5.2. Разработка обучающей выборки, т.е. описание исходных данных с помощью кодов градаций классификационных и описательных шкал

Затем система кодирует исходные данные, представленные в приложении, с использованием справочников классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 83, 84), в результате чего формируется обучающая выборка или база событий. Экранная форма с фрагментом обучающей выборки приведена на рисунке 105:

2.3.1. Ручной ввод-корректировка обучающей выборки. Текущая модель: "INF1"

| Код объекта | Наименование объекта | Дата | Время |
|-------------|----------------------|------|-------|
| 1           | 1999 П1              | ...  |       |
| 2           | 1999 П10             | ...  |       |
| 3           | 1999 П11             | ...  |       |
| 4           | 1999 П12             | ...  |       |
| 5           | 1999 П18             | ...  |       |
| 6           | 1999 П19             | ...  |       |
| 7           | 1999 П20             | ...  |       |
| 8           | 1999 П6              | ...  |       |
| 9           | 1999 П8              | ...  |       |
| 10          | 2000 П1              | ...  |       |

| Код объекта | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 | Класс 4 |
|-------------|---------|---------|---------|---------|
| 1           | 1       | 10      | 11      | 16      |
| 1           | 21      | 26      | 0       | 0       |

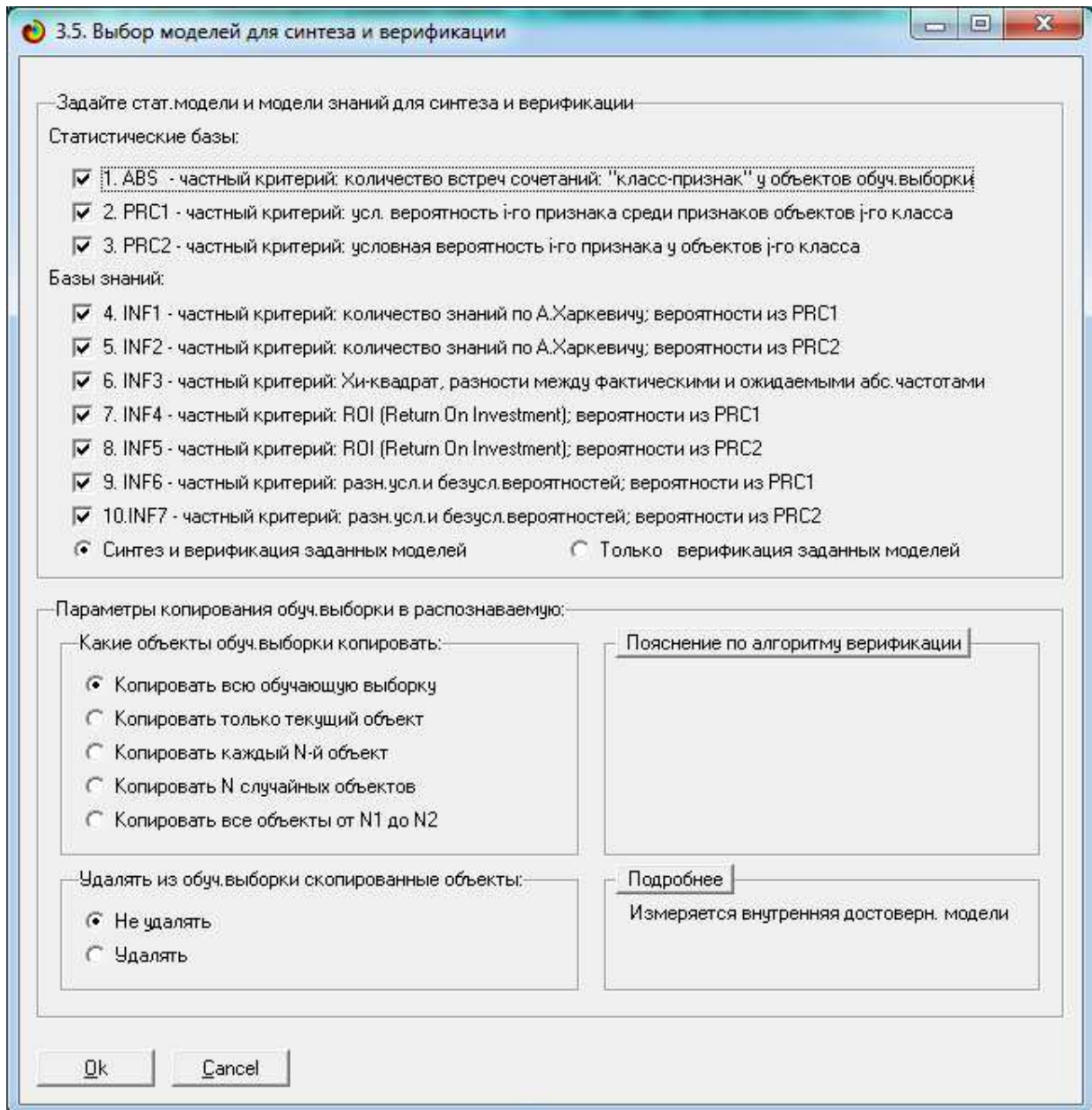
| Код объекта | Признак 1 | Признак 2 | Признак 3 | Признак 4 | Признак 5 | Признак 6 | Признак 7 |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1           | 5         | 24        | 40        | 48        | 55        | 67        | 79        |
| 1           | 86        | 91        | 106       | 117       | 123       | 132       | 140       |
| 1           | 235       | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

Помощь | Скопировать обуч. выб. в расп. | Добавить объект | Добавить классы | Добавить признаки | Удалить объект | Удалить классы | Удалить признаки | Очистить БД

Рисунок 105. Экранная форма стадии с фрагментом обучающей выборки

## 12.6. Синтез и верификация моделей

После того как исходные данные представлены в форме событий становится возможным выявлять в них ними причинно-следственные связи, т.е. выявлять их смысл, в результате чего исходные данные преобразуются в информацию. Эта операция осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 106):



**Рисунок 106.** Экранная форма режима синтеза и верификации моделей

В этом режиме в соответствии с процедурой преобразования данных в информацию, а ее в знания (рисунок 101) сначала рассчитывается матрица абсолютных частот (рисунок 108), затем на основе нее матрицы условных и безусловных процентных распределений (рисунок 109), а потом на основе них, с использованием семи частных критериев знаний (таблица 85), матрицы знаний (таблицы 7 и 8), а затем все модели проверяются на достоверность (рисунок 107):

Затем с использованием выражений из таблицы 3 матрицы условных и безусловных процентных распределений (рисунки 108 и 109) преобразуются в матрицы знаний (рисунок 110).



**Таблица 85 – Частные критерии знаний, используемые в настоящее время в АСК-анализе и системе «Эйдос-Х++»**

| Наименование модели знаний и частный критерий   | Выражение для частного критерия                              |   |
|---|--|---|
|   | через относительные частоты                                  | через абсолютные частоты                              |
| <b>INF1</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу. Относительная частота того, что если у объекта $j$ -го класса обнаружен признак, то это $i$ -й признак          | $I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$             | $I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$ |
| <b>INF2</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу. Относительная частота того, что если предъявлен объект $j$ -го класса, то у него будет обнаружен $i$ -й признак. | $I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$             | $I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$ |
| <b>INF3</b> , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами   | ---  | $I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$                 |
| <b>INF4</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу  | $I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$ | $I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$                |
| <b>INF5</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу   | $I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$ | $I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$                |
| <b>INF6</b> , частный критерий: разность условной и безусловной относительных частот, 1-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу  | $I_{ij} = P_{ij} - P_i$                                      | $I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$         |
| <b>INF7</b> , частный критерий: разность условной и безусловной относительных частот, 2-й вариант расчета относительных частот: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу   | $I_{ij} = P_{ij} - P_i$                                      | $I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$         |

Обозначения:

$i$  – значение прошлого параметра;

$j$  – значение будущего параметра;

$N_{ij}$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра;

$M$  – суммарное число значений всех прошлых параметров;

$W$  – суммарное число значений всех будущих параметров.

$N_i$  – количество встреч  $i$ -м значения прошлого параметра по всей выборке;

$N_j$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра по всей выборке;

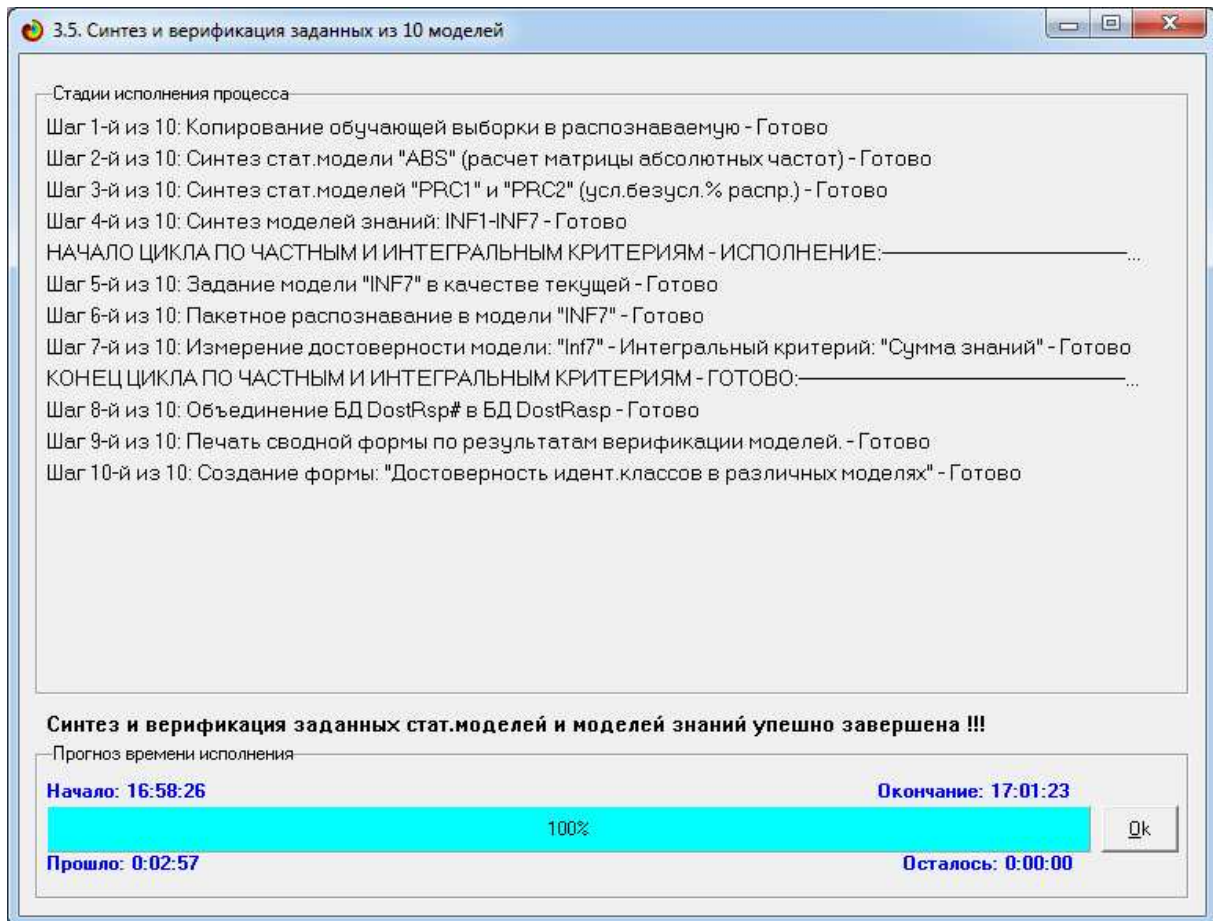
$N$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра по всей выборке.

$I_{ij}$  – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения  $i$ -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее  $j$ -му значению будущего параметра;

$\Psi$  – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 1981), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

$P_i$  – безусловная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

$P_{ij}$  – условная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра при  $j$ -м значении будущего параметра.



**Рисунок 107. Экранная форма отображения стадии синтеза и верификации моделей**

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации        | 1. УРОЖАЙ...<br>40.40000000 | 2. УРОЖАЙ...<br>48.70000000 | 3. УРОЖАЙ...<br>57.00000000 | 4. УРОЖАЙ...<br>65.30000000 | 5. УРОЖАЙ...<br>73.60000000 | 6. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 7. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 8. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС |
|--------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-1/5-(49.00000000, 67.00000000) ...   | 2                           | 2                           | 3                           | 4                           | 3                           |                        | 1                      | 4                      |
| 2            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-2/5-(67.00000000, 85.00000000) ...   | 3                           | 9                           | 9                           | 7                           | 4                           |                        | 3                      | 6                      |
| 3            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-3/5-(85.00000000, 103.00000000) ...  | 2                           |                             | 1                           | 3                           |                             |                        |                        | 2                      |
| 4            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-4/5-(103.00000000, 121.00000000) ... | 6                           | 2                           | 4                           | 6                           | 5                           |                        | 5                      | 3                      |
| 5            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-5/5-(121.00000000, 139.00000000) ... | 4                           | 1                           | 4                           | 3                           | 2                           | 1                      | 2                      | 5                      |
| 6            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Батько ...                      |                             |                             | 1                           | 1                           | 1                           |                        | 1                      | 1                      |
| 7            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вига ...                        |                             |                             |                             |                             | 1                           |                        | 1                      |                        |
| 8            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Восторг ...                     |                             | 1                           |                             |                             |                             |                        |                        | 1                      |
| 9            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Грация ...                      |                             |                             | 1                           |                             |                             |                        |                        |                        |
| 10           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дея ...                         |                             |                             | 2                           |                             |                             |                        |                        | 1                      |
| 11           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дон-95 ...                      | 1                           |                             |                             |                             |                             |                        |                        |                        |
| 12           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-зимородок ...                   |                             |                             |                             | 2                           |                             |                        |                        | 1                      |
| 13           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Княжна ...                      | 1                           | 1                           | 3                           |                             |                             |                        |                        |                        |
| 14           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Краснодарская-99 ...            |                             |                             | 2                           | 3                           | 5                           |                        | 4                      | 4                      |
| 15           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Крошка ...                      | 3                           | 3                           | 2                           | 2                           |                             |                        |                        | 3                      |
| 16           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Кулава ...                      | 1                           |                             |                             |                             |                             |                        |                        |                        |
| 17           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Лира ...                        |                             | 1                           | 1                           | 2                           |                             |                        |                        | 1                      |

Помощь MS Excel MS Word

**Рисунок 108. Экранная форма с отображением фрагмента базы абсолютных частот**

5.5. Модель: "3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса"

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации        | 1. УРОЖАЙ...<br>40.40000000 | 2. УРОЖАЙ...<br>48.70000000 | 3. УРОЖАЙ...<br>57.00000000 | 4. УРОЖАЙ...<br>65.30000000 | 5. УРОЖАЙ...<br>73.60000000 | 6. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 7. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 8. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 9. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС |
|--------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-1/5-(49.00000000, 67.00000000) ...   | 11.765                      | 14.286                      | 14.286                      | 17.391                      | 21.429                      |                        | 9.091                  | 20.000                 |                        |
| 2            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-2/5-(67.00000000, 85.00000000) ...   | 17.647                      | 64.286                      | 42.857                      | 30.435                      | 28.571                      |                        | 27.273                 | 30.000                 |                        |
| 3            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-3/5-(85.00000000, 103.00000000) ...  | 11.765                      |                             | 4.762                       | 13.043                      |                             |                        |                        | 10.000                 |                        |
| 4            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-4/5-(103.00000000, 121.00000000) ... | 35.294                      | 14.286                      | 19.048                      | 26.087                      | 35.714                      |                        | 45.455                 | 15.000                 |                        |
| 5            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-5/5-(121.00000000, 139.00000000) ... | 23.529                      | 7.143                       | 19.048                      | 13.043                      | 14.286                      | 100.000                | 18.182                 | 25.000                 |                        |
| 6            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Батько ...                      |                             |                             | 4.762                       | 4.348                       | 7.143                       |                        | 9.091                  | 5.000                  |                        |
| 7            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита ...                        |                             |                             |                             |                             | 7.143                       |                        | 9.091                  |                        |                        |
| 8            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Восторг ...                     |                             | 7.143                       |                             |                             |                             |                        |                        | 5.000                  |                        |
| 9            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Грация ...                      |                             |                             | 4.762                       |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 10           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дея ...                         |                             |                             | 9.524                       |                             |                             |                        |                        | 5.000                  |                        |
| 11           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дон-95 ...                      | 5.882                       |                             |                             |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 12           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-зимородок ...                   |                             |                             |                             | 8.696                       |                             |                        |                        | 5.000                  |                        |
| 13           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Княжна ...                      | 5.882                       | 7.143                       | 14.286                      |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 14           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Краснодарская-99 ...            |                             |                             | 9.524                       | 13.043                      | 35.714                      |                        | 36.364                 | 20.000                 |                        |
| 15           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Крошка ...                      | 17.647                      | 21.429                      | 9.524                       | 8.696                       |                             |                        |                        | 15.000                 |                        |
| 16           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Кулава ...                      | 5.882                       |                             |                             |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 17           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Лира ...                        |                             | 7.143                       | 4.762                       | 8.696                       |                             |                        |                        | 5.000                  |                        |

Помощь MS Excel MS Word

**Рисунок 109. Экранная форма с отображением фрагмента базы условных и безусловных процентных распределений**

5.5. Модель: "4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1"

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации        | 1. УРОЖАЙ...<br>40.40000000 | 2. УРОЖАЙ...<br>48.70000000 | 3. УРОЖАЙ...<br>57.00000000 | 4. УРОЖАЙ...<br>65.30000000 | 5. УРОЖАЙ...<br>73.60000000 | 6. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 7. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 8. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС | 9. КАЧЕСТВ...<br>КЛАСС |
|--------------|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 1            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-1/5-(49.00000000, 67.00000000) ...   | -0.097                      | 0.000                       | -0.051                      | 0.020                       | 0.103                       |                        | -0.368                 | 0.109                  |                        |
| 2            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-2/5-(67.00000000, 85.00000000) ...   | -0.322                      | 0.362                       | 0.094                       | -0.123                      | -0.185                      |                        | -0.223                 | -0.116                 |                        |
| 3            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-3/5-(85.00000000, 103.00000000) ...  | 0.356                       |                             | -0.186                      | 0.319                       |                             |                        |                        | 0.192                  |                        |
| 4            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-4/5-(103.00000000, 121.00000000) ... | 0.225                       | -0.265                      | -0.163                      | -0.029                      | 0.111                       |                        | 0.227                  | -0.309                 |                        |
| 5            | ПЛОЩАДЬ (ГА)-5/5-(121.00000000, 139.00000000) ... | 0.280                       | -0.364                      | 0.109                       | -0.127                      | -0.107                      | 0.919                  | 0.009                  | 0.235                  |                        |
| 6            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Батько ...                      |                             |                             | 0.185                       | 0.102                       | 0.339                       |                        | 0.455                  | 0.192                  |                        |
| 7            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита ...                        |                             |                             |                             |                             | 0.926                       |                        | 1.042                  |                        |                        |
| 8            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Восторг ...                     |                             | 1.040                       |                             |                             |                             |                        |                        | 0.779                  |                        |
| 9            | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Грация ...                      |                             |                             | 0.772                       |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 10           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дея ...                         |                             |                             | 0.772                       |                             |                             |                        |                        | 0.408                  |                        |
| 11           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Дон-95 ...                      | 0.943                       |                             |                             |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 12           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-зимородок ...                   |                             |                             |                             | 0.689                       |                             |                        |                        | 0.408                  |                        |
| 13           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Княжна ...                      | 0.083                       | 0.180                       | 0.499                       |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 14           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Краснодарская-99 ...            |                             |                             | -0.088                      | 0.046                       | 0.556                       |                        | 0.552                  | 0.289                  |                        |
| 15           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Крошка ...                      | 0.300                       | 0.396                       | -0.088                      | -0.171                      |                             |                        |                        | 0.136                  |                        |
| 16           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Кулава ...                      | 0.943                       |                             |                             |                             |                             |                        |                        |                        |                        |
| 17           | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Лира ...                        |                             | 0.299                       | 0.031                       | 0.319                       |                             |                        |                        | 0.038                  |                        |

Помощь MS Excel MS Word

**Рисунок 110. Экранная форма с отображением фрагмента базы знаний с частным критерием знаний А.Харкевича**

В режиме 3.5. создаются аналогичные модели с применением других частных критериев (таблица 85) преобразования матрицы аб-

солотных частот и матриц условных и безусловных процентных распределений в матрицы знаний, которые здесь не приводятся из-за ограниченного объема статьи.

При появлении новых данных, старении и потери адекватности (актуальности) ранее использованных осуществляется **пересинтез** моделей на новых актуальных данных, что занимает несколько минут. Это обеспечивает эксплуатацию методики в **адаптивном** режиме, что также позволяет исследовать объект моделирования **в динамике**. При необходимости методика без особых затрат может быть **локализована** для других фирм на их данных.

### 12.7. Выбор наиболее достоверной модели в качестве текущей

В простейшем случае измерение достоверности моделей осуществляется путем решения задачи идентификации объектов обучающей выборки с использованием этих моделей. При этом объект считается относящимся к тому классу, о принадлежности к которому в его системе признаков содержится наиболее суммарное количество информации (это соответствует лемме Неймана-Пирсона). Количественно в АСК-анализе и системе «Эйдос» эта степень сходства конкретного объекта с обобщенным образом класса рассчитывается с использованием двух интегральных критериев:

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i,$$

где: М – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния j-го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где } n > 0, \text{ если } i - \text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой нормированное суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l A} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}),$$

где:

$M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_j$  – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$  – среднее по вектору объекта;

$\sigma_j$  – среднее квадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

$\sigma_l$  – среднее квадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\bar{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где } n > 0, \text{ если } i - \text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-X++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n, т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат переменных векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_i}.$$

Свое наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме является корреляцией двух векторов: состояния j-го класса и состояния распознаваемого объекта.

Результаты измерения достоверности всех созданных моделей, и статистических, и когнитивных, представляются в соответствующей экранной форме (рисунок 111):

| Наименование модели и частного критерия                                 | Интегральный критерий             | Вероятность правильной идентифика... | Вероятность правильной не идентиф... | Средняя вероятность правильн...<br>результата | Дата получения результата | Время получения результ... |
|---|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------|----------------------------|
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...        | Корреляция абс. частот с обр...   | 100.000                              | 0.346                                | 50.173  | 29.08.2014                | 16:59:21                   |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...      | Сумма абс. частот по признак...   | 100.000                              | 0.021                                | 50.011  | 29.08.2014                | 16:59:21                   |
| 3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...      | Корреляция усл.отн. частот с о... | 100.000                              | 0.346                                | 50.173  | 29.08.2014                | 16:59:34                   |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...      | Семантический резонанс зна...     | 81.614                               | 95.317                               | 88.465  | 29.08.2014                | 17:00:01                   |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...      | Сумма знаний                      | 96.248                               | 70.262                               | 83.255  | 29.08.2014                | 17:00:01                   |
| 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...        | Семантический резонанс зна...     | 79.550                               | 95.122                               | 87.336  | 29.08.2014                | 17:00:14                   |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...      | Сумма знаний                      | 96.248                               | 70.563                               | 83.405  | 29.08.2014                | 17:00:14                   |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...      | Семантический резонанс зна...     | 95.872                               | 75.361                               | 85.617  | 29.08.2014                | 17:00:28                   |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер... | Семантический резонанс зна...     | 95.872                               | 75.361                               | 85.617  | 29.08.2014                | 17:00:28                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 75.985                               | 98.449                               | 87.217  | 29.08.2014                | 17:00:41                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 99.250                               | 54.754                               | 77.002  | 29.08.2014                | 17:00:41                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 75.047                               | 98.200                               | 86.623  | 29.08.2014                | 17:00:55                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 98.311                               | 58.078                               | 78.195  | 29.08.2014                | 17:00:55                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 91.745                               | 76.848                               | 84.296  | 29.08.2014                | 17:01:09                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 95.872                               | 62.140                               | 79.006  | 29.08.2014                | 17:01:09                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 87.242                               | 77.640                               | 82.441  | 29.08.2014                | 17:01:23                   |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...     | 90.807                               | 63.766                               | 77.286  | 29.08.2014                | 17:01:23                   |

**Рисунок 111. Экранная форма с результатами измерения достоверности моделей путем распознавания обучающей выборки**

Как в АСК-анализе и системе «Эйдос» измеряется достоверность модели? Чтобы ответить на этот вопрос необходимо рассмотреть различные виды верных и неверных прогнозов того, что осуществится и того, что не осуществится.

Рассмотрим, на примере с шестигранным игральным кубиком, различные виды прогнозов: положительный и отрицательный псевдопрогнозы, идеальный и реальный прогнозы.

#### **Положительный псевдопрогноз.**

Предположим, модель дает такой прогноз: выпадет 1, 2, 3, 4, 5 или 6. В этом случае у нее будет 100% достоверность идентификации, т.е. не будет ни одного объекта, не отнесенного к тому классу, к которому он действительно относится, но при этом будет очень большая ошибка ложной идентификации, т.к. огромное количество объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся (и именно за счет этого у модели и будет очень высокая достоверность идентификации). Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.

#### **Отрицательный псевдопрогноз.**

Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что-то из этого естественно выпало. Конечно, модель дает ошибку в прогнозе в том плане, что не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо угадала, что не выпадет. Но ясно, что выпадет что-то одно, а не все, что предсказано, поэтому такого рода предсказания хорошо оправдываются в том, что не произошло и плохо в том, что произошло, т.е. в этом случае у модели будет 100% достоверность не идентификации, но очень низкая достоверность идентификации.

#### **Идеальный прогноз.**

Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.

#### **Реальный прогноз.**

На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой.

Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью.

Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.

*Таким образом, если просуммировать проценты верной идентификации и не идентификации и вычесть проценты ложной идентификации и ложной не идентификации, то это и будет критерий качества модели, учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся.*

В системе «Эйдос» достоверность идентификации «к-й» категории (класса)  $S_k$  равна:

$$S_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (BT_{ik} + T_{ik} - BF_{ik} - F_{ik}) \cdot 100$$

$N$  – количество объектов в распознаваемой выборке;

$BT_{ik}$  – уровень сходства «i-го» объекта с «к-й» категорией, к которой он был правильно отнесен системой;

$T_{ik}$  – уровень сходства «i-го» объекта с «к-й» категорией, к которой он был правильно не отнесен системой;

$BF_{ik}$  – уровень сходства «i-го» объекта с «к-й» категорией, к которой он был ошибочно отнесен системой;

$F_{ik}$  – уровень сходства «i-го» объекта с «к-й» категорией, к которой он был ошибочно не отнесен системой.

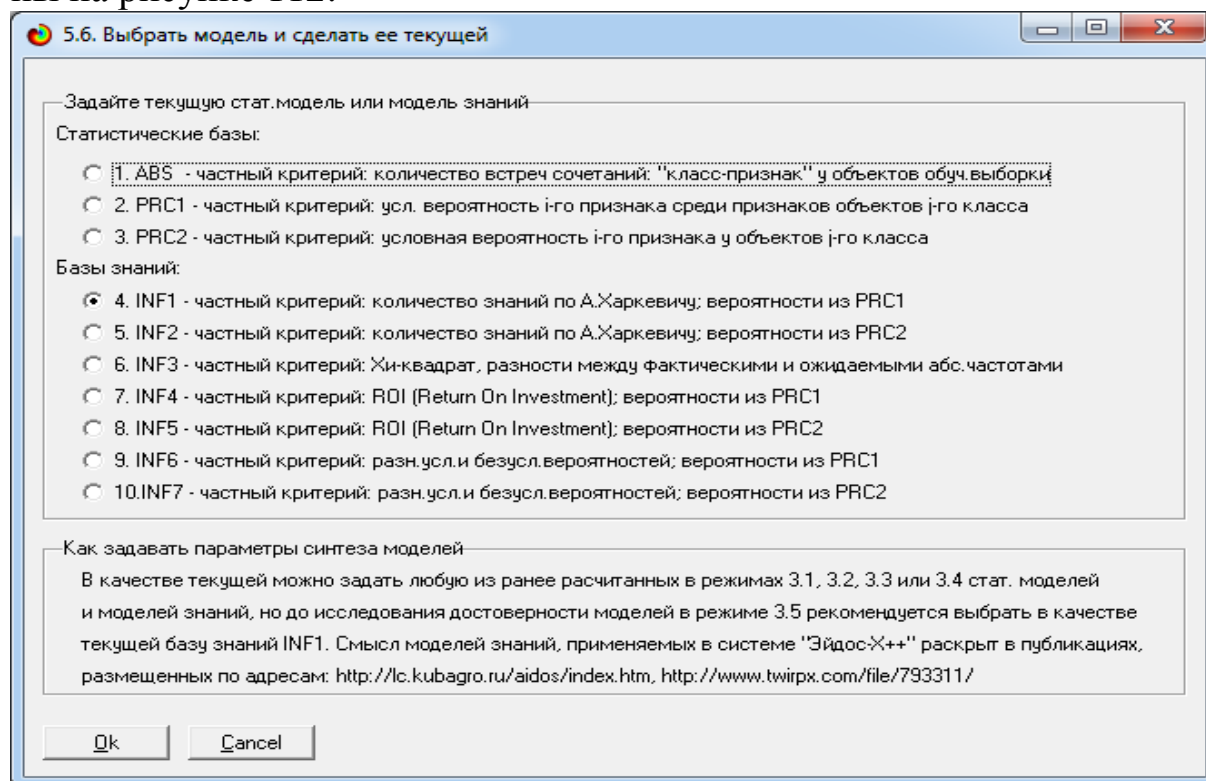
В системе есть выходные формы, в которых для расчета достоверности применяется данное выражение, но здесь мы их не приводим, т.к. это не входит в задачи данной статьи. Это и есть «золотая середина». Надо искать модель, наилучшую по этому критерию, а не такую, которая дает наивысшую достоверность идентификации саму по себе, т.к. в этом случае мы от модели отрицательного псевдопрогноза кинемся в другую крайность и придем к модели положительного



псевдопрогноза. Этот критерий просчитывается в системе Эйдос в ряде выходных форм анализа результатов верификации модели (4.1.3.6 и т.д.).

Отметим, что метрика, используемая для оценки достоверности модели в системе «Эйдос» имеет сходство с так называемой F-мерой<sup>56</sup> и дает те же самые результаты *рейтинга* моделей по их достоверности.

Затем в соответствии с порядком преобразования данных в информацию, а ее в знания в СК-анализе и системе «Эйдос», представленным на рисунке 101, необходимо выбрать текущей моделью наиболее достоверную из них, с тем, чтобы затем решать в ней задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области. В нашем случае наиболее достоверной оказалась модель INF1, основанная на семантической мере информации А.Харкевича<sup>57</sup>. Экранные формы режима присвоения наиболее достоверной или иной модели статуса текущей представлены на рисунке 112:



**Рисунок 112. Экранная форма присвоения наиболее достоверной модели статуса текущей и отображение стадии исполнения**

<sup>56</sup> См., например: <http://bazhenov.me/blog/2012/07/21/classification-performance-evaluation.html>

<sup>57</sup> Необходимо отметить, что в других случаях, т.е. при моделировании различных объектов, наиболее достоверными могут оказаться модели, основанные на других частных критериях знаний, приведенных в таблице 3.

## 12.8. Решение прямой задачи SWOT-анализа

Решение прямой задачи SWOT-анализа состоит в отображении в текстовой и графической форме системы детерминации заданных состояний объекта моделирования, т.е. указания силы и направления влияния значений различных факторов на переход объекта моделирования в заданное состояние. Эта задача решается в режиме 4.4.8 системы «Эйдос-Х++».

При выборе этого режима появляется экранная форма, представленная на рисунке 113.

В этой экранной форме пользователь может выбрать любое будущее состояние объекта моделирования, любую модель и увидеть в количественном выражении какие значения факторов способствуют, какие препятствуют и в какой степени переходу объекта моделирования в данное состояние.

4.4.8. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа в системе "Эйдос"

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

| Код | Наименование класса                            |
|-----|--|
| 1   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-1/5-(32.1000000, 40.4000000) |
| 2   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-2/5-(40.4000000, 48.7000000) |
| 3   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-3/5-(48.7000000, 57.0000000) |
| 4   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-4/5-(57.0000000, 65.3000000) |
| 5   | УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-5/5-(65.3000000, 73.6000000) |

SWOT-анализ класса: 5 "УРОЖАЙНОСТЬ(Ц/ГА)-5/5-(65.3000000, 73.6000000)" в модели: 4 "INF1"

**Способствующие факторы и сила их влияния**

| Код | Наименование фактора и его интервального значения   | Сила влияния |
|-----|---|--------------|
| 248 | ПОДКОРМКА ПРИ СЕВЕ-Аммофос-0...                     | 0.926        |
| 7   | СОРТ ОЗИМ.ПШЕНИЦЫ-Вита...                           | 0.926        |
| 46  | ПРЕДШЕСТ. 2-кук.силовная...                         | 0.926        |
| 102 | ПРЕДШЕСТ. 8-кук.зерно...                            | 0.926        |
| 145 | ПОСЕВ(СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА(КГ/ГА))-рядовой 20...   | 0.926        |
| 146 | ПОСЕВ(СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА(КГ/ГА))-рядовой 21...   | 0.926        |
| 149 | ПОСЕВ(СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА(КГ/ГА))-рядовой 21...   | 0.926        |
| 152 | ПОСЕВ(СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА(КГ/ГА))-рядовой 22...   | 0.926        |
| 155 | ПОСЕВ(СПОСОБ И НОРМА ВЫСЕВА(КГ/ГА))-рядовой 23...   | 0.926        |
| 194 | ОСНОВН. ВНЕСЕН. УДОБ.(КГ/ГА Д.В.)-Аммофос-2ц/га,... | 0.926        |
| 202 | ОСНОВН. ВНЕСЕН. УДОБ.(КГ/ГА Д.В.)-Диаммофоска-2...  | 0.926        |
| 204 | ОСНОВН. ВНЕСЕН. УДОБ.(КГ/ГА Д.В.)-Диаммофоска-2...  | 0.926        |

**Препятствующие факторы и сила их влияния**

| Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния |
|-----|---|--------------|
| 131 | ОБРАБОТКА ПОЧВЫ(СПОСОБ И ГЛУБИНА(СМ))-дискован... | -0.647       |
| 37  | ПРЕДШЕСТ. 1-кук.силовная...                       | -0.555       |
| 117 | ПРЕДШЕСТ. 9-озим.ячень...                         | -0.444       |
| 76  | ПРЕДШЕСТ. 5-озим.пшеница...                       | -0.441       |
| 118 | ПРЕДШЕСТ. 9-подсолнечник...                       | -0.402       |
| 49  | ПРЕДШЕСТ. 2-озим.ячень...                         | -0.402       |
| 96  | ПРЕДШЕСТ. 7-озим.пшеница...                       | -0.352       |
| 68  | ПРЕДШЕСТ. 4-озим.ячень...                         | -0.295       |
| 107 | ПРЕДШЕСТ. 8-озим.ячень...                         | -0.248       |
| 57  | ПРЕДШЕСТ. 3-озим.пшеница...                       | -0.217       |
| 2   | ПЛОЩАДЬ (ГА)-2/5-(67.0000000, 85.0000000)         | -0.185       |
| 85  | ПРЕДШЕСТ. 6-много.травы...                        | -0.185       |

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Pct    Pr2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7    Нейрон    SWOT-диаграмма    Интегральная когнитивная карта

Рисунок 113. Экранная форма выбора вывода результатов решения прямой задачи SWOT-анализа в текстовом виде

Графическое представление соответствующей SWOT-диаграммы приведено на рисунке 114.

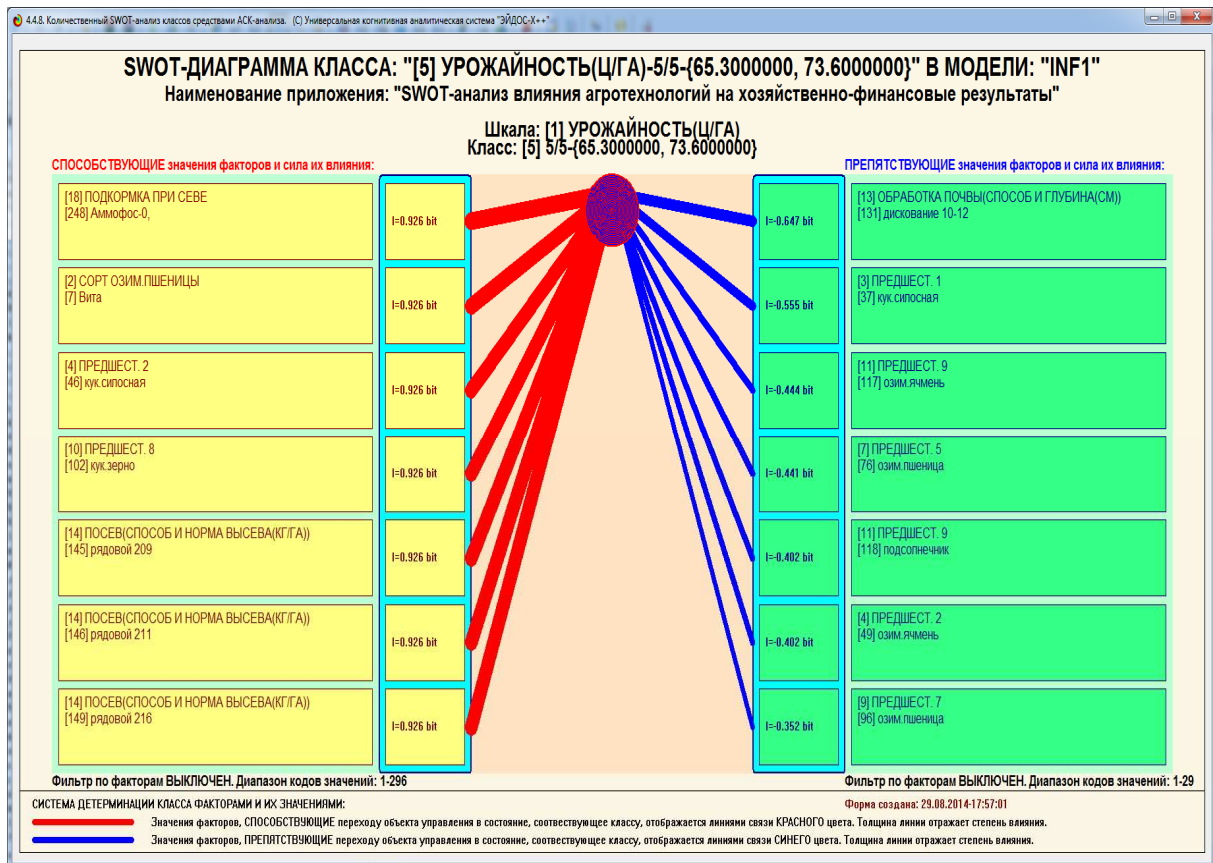


Рисунок 114. SWOT-диаграмма, формируемая в режиме 4.4.8 системы «Эйдос-X++»

## 12.9. Решение обратной задачи SWOT-анализа

Если при прямой задаче SWOT-анализа мы видим, как значения факторов влияют на достижение выбранного состояния объекта моделирования, то при решении обратной задачи мы наоборот, видим, как заданное значение фактора влияет на достижение различных состояний объекта моделирования, достижению которых данное значение фактора способствует, каких препятствует и в какой степени.

Обратная задача SWOT-анализа решается в режиме 4.4.9 системы «Эйдос-X++», в результате формируются инвертированная SWOT-матрица и инвертированная SWOT-диаграмма (см. рисунки 115 и 116).

На экранной форме, приведенной на рисунке 115, пользователь может выбрать любое значение фактора и увидеть, как оно влияет на достижение объектом моделирования различных будущих состояний: достижению каких он способствует, каких препятствует и в какой степени.

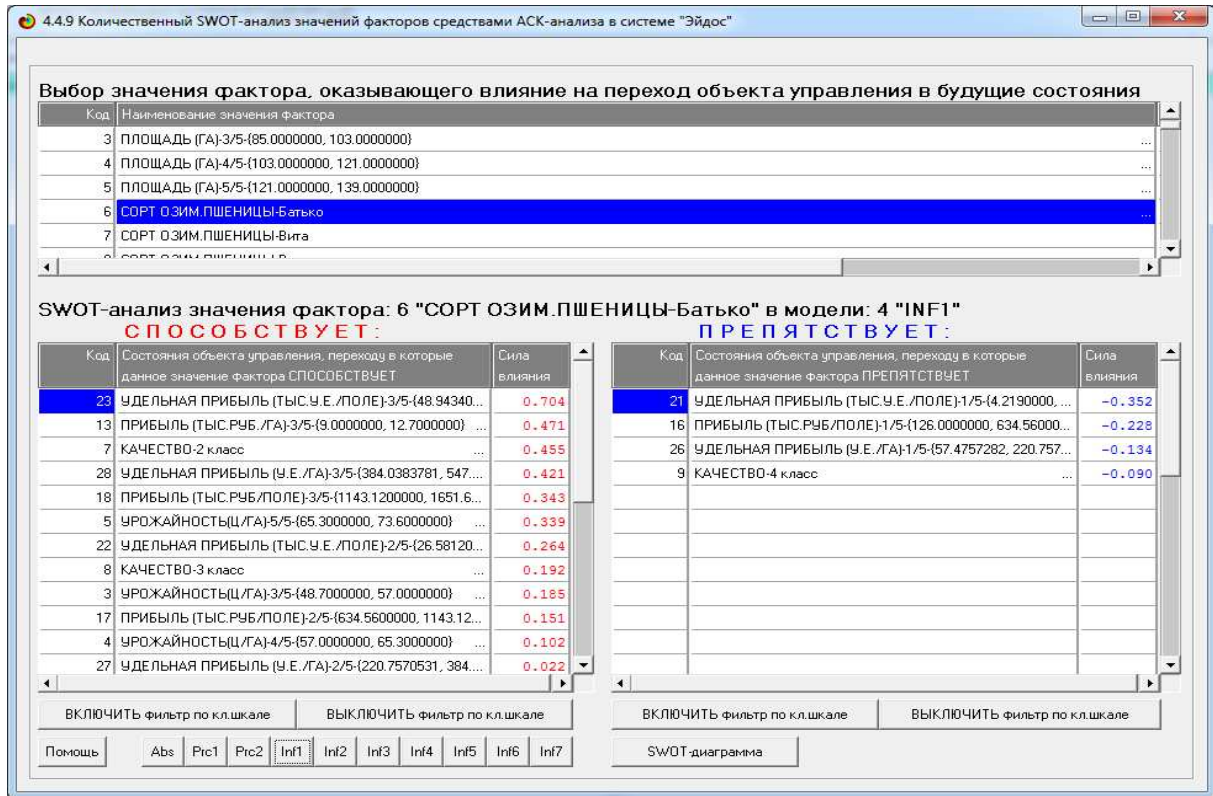


Рисунок 115. Экранная форма выбора вывода результатов решения обратной задачи SWOT-анализа в текстовом виде

Графическое представление соответствующей SWOT-диаграммы приведено на рисунке 116:

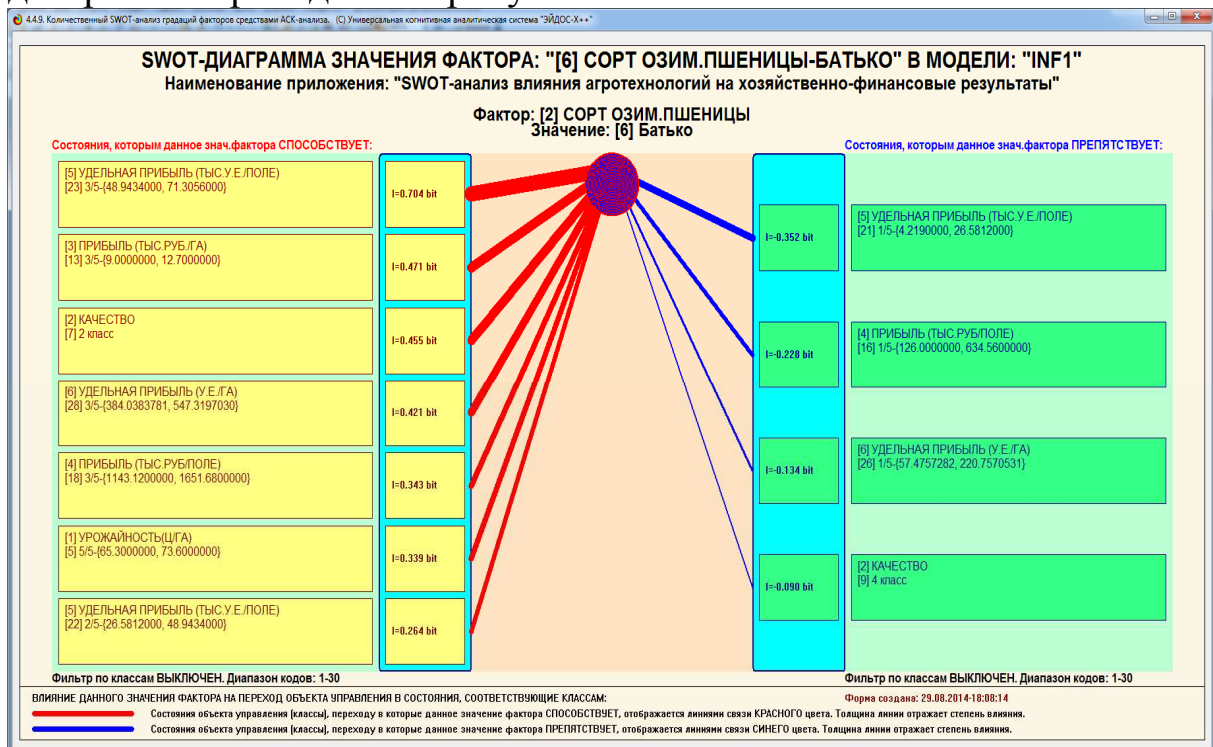


Рисунок 116. SWOT-диаграмма, формируемая в режиме 4.4.9 системы «Эйдос-Х++»

## 12.10. Преодоление недостатков SWOT-анализа в автоматизированном количественном SWOT- анализе средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++»

1. Классический SWOT-анализ рассматривает только общие факторы, т.к. *из-за ограниченных возможностей экспертов* нет технической возможности рассматривать детализированные факторы, которые можно интерпретировать как конкретные *мероприятия* для достижения поставленных целей. Автоматизированный количественный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и системы «Эйдос-Х++» обеспечивает построение моделей огромных размерностей. В системе «Эйдос-Х++» были проведены удачные численные эксперименты по созданию моделей размерностью 10000 классов (состояний моделируемого объекта) и 10000 значений факторов. Это вполне обеспечивает такой уровень детализации факторов, который можно рассматривать как вполне конкретные мероприятия по достижению поставленной цели.

2. *Из-за ограниченных возможностей экспертов* при SWOT-анализе обычно лишь *перечисляются* факторы без выявления основных и второстепенных, без детального анализа *взаимосвязей* между ними. Автоматизированный количественный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и системы «Эйдос-Х++» обеспечивает классификацию факторов как основных и второстепенных по силе влияния на объект моделирования.

Рассмотрим, какую **ценность** имеют различные признаки (градации описательных шкал) и сами описательные шкалы для решения задач идентификации, прогнозирования и принятия решений.

Прежде всего, о том, что в АСК-анализе и системе «Эйдос» понимается под ценностью признака и шкалы. Обратимся к рисунку 110, в котором представлена в численной форме матрица информативности. Обратим внимание на количество информации, которое содержится в различных признаках о принадлежности и непринадлежности обладающих этими признаками объектов к различным классам. Мы видим, что это количество информации отличается по знаку и

модулю. Положительное количество информации говорит о принадлежности объекта с признаком к классу, а отрицательное – о не принадлежности. Величина модуля отражает количество этой информации. С этой точки зрения все признаки можно условно разделить на три большие группы по их ценности:

– которые *в среднем* несут очень большое количество информации о принадлежности и непринадлежности к классам;

– которые *в среднем* несут некоторое количество информации о принадлежности и непринадлежности к классам;

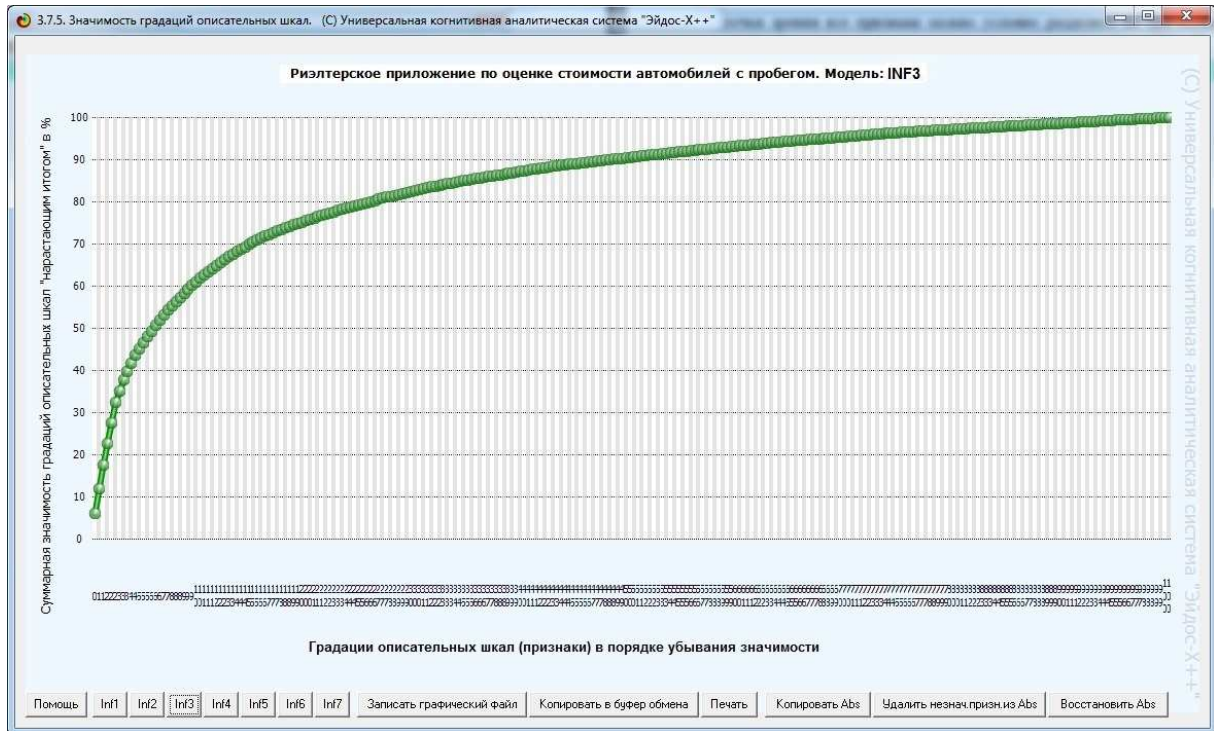
– которые *в среднем* практически не содержат информации о принадлежности и непринадлежности к классам.

Как же отразить эту ценность количественно? По мнению автора для этого достаточно использовать любую меру вариабельности информативности, например средний модуль отклонения от среднего или среднеквадратичное отклонение от среднего. В АСК-анализе и системе «Эйдос» принят второй вариант, т.е. для количественного измерения ценности признаков используется формула:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$$

Таким образом, *ценность признака – это вариабельность его информативности*. Вместо термина «ценность» могут быть использованы его синонимы: «дифференцирующая способность», «значимость», «интегральная оценка информативности» или просто «интегральная информативность». Все эти термины применялись и применяются в АСК-анализе.

В матрице информативности для каждого признака содержится его ценность. Все признаки могут быть ранжированы в порядке убывания их ценности. Если просуммировать нарастающим итогом ценность признаков, то получим логистическую кривую, отражающую выполнение закона Парето для ценности признаков (рисунок 117):



**Рисунок 117. Пример кривой ценности признаков нарастающим итогом (кривая Парето) в модели INF3 (хи-квадрат)**

В данном случае **закон Парето** может быть сформулирован следующим образом: небольшая доля признаков содержит основной объем информации о предметной области, которая есть в ее модели, а большинство признаков суммарно содержат небольшую долю этой информации.

Эти малоценные признаки без ущерба для достоверности модели могут быть удалены из нее. Это операция в АСК-анализе и системе «Эйдос» называется «Ортонормирование семантического пространства», т.к. в результате ее выполнения удаляются коррелирующие признаки и остаются практически независимые друг от друга, т.е. ортонормированные.

Что касается исследования взаимосвязей между факторами, то в АСК-анализе и системе «Эйдос» для этого есть свои инструменты: это кластерно-конструктивный анализ значений факторов и классов. Кроме того могут быть получены и исследованы сочетания значений факторов и сочетания классов. Так что связанные с этим слабые места SWOT-анализа также преодолеваются (рисунки 118, 119).

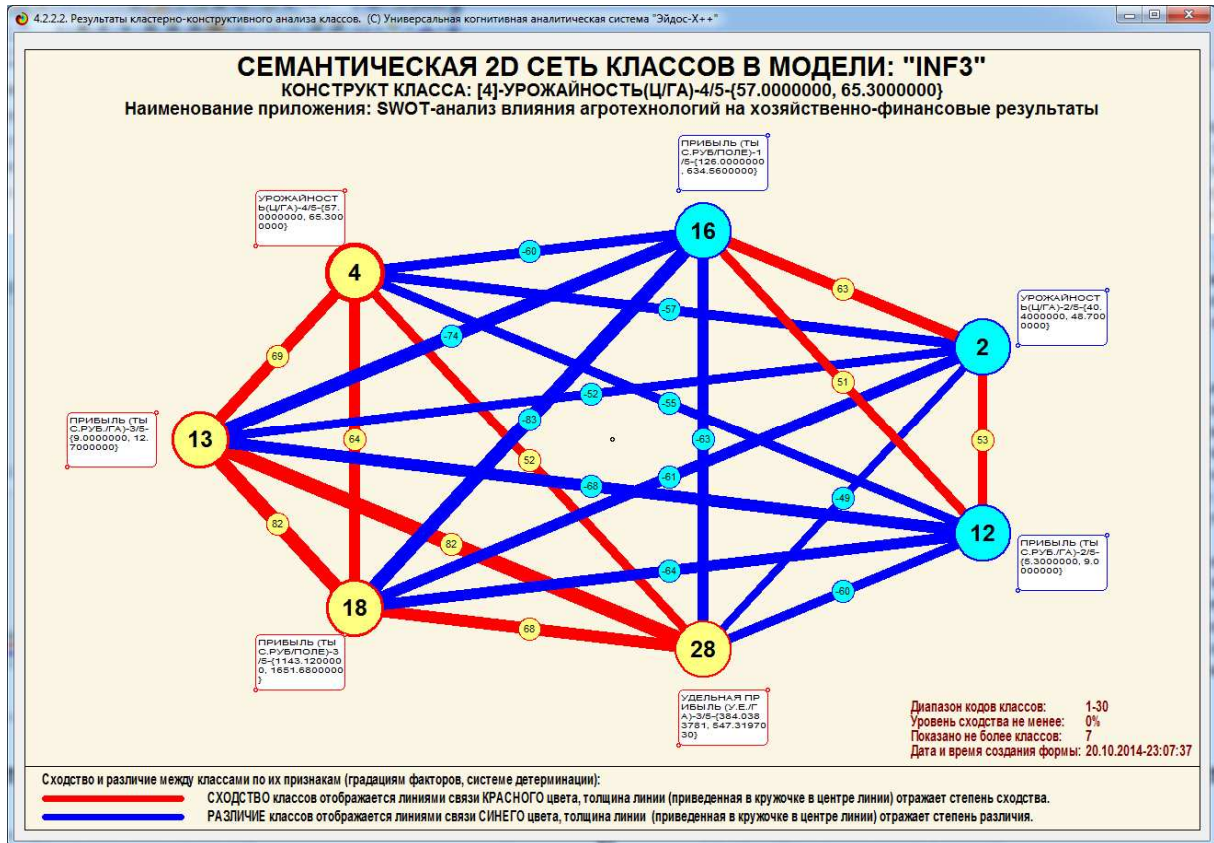


Рисунок 118. Пример семантической сети классов, отражающей их сходство-различие по системе детерминации

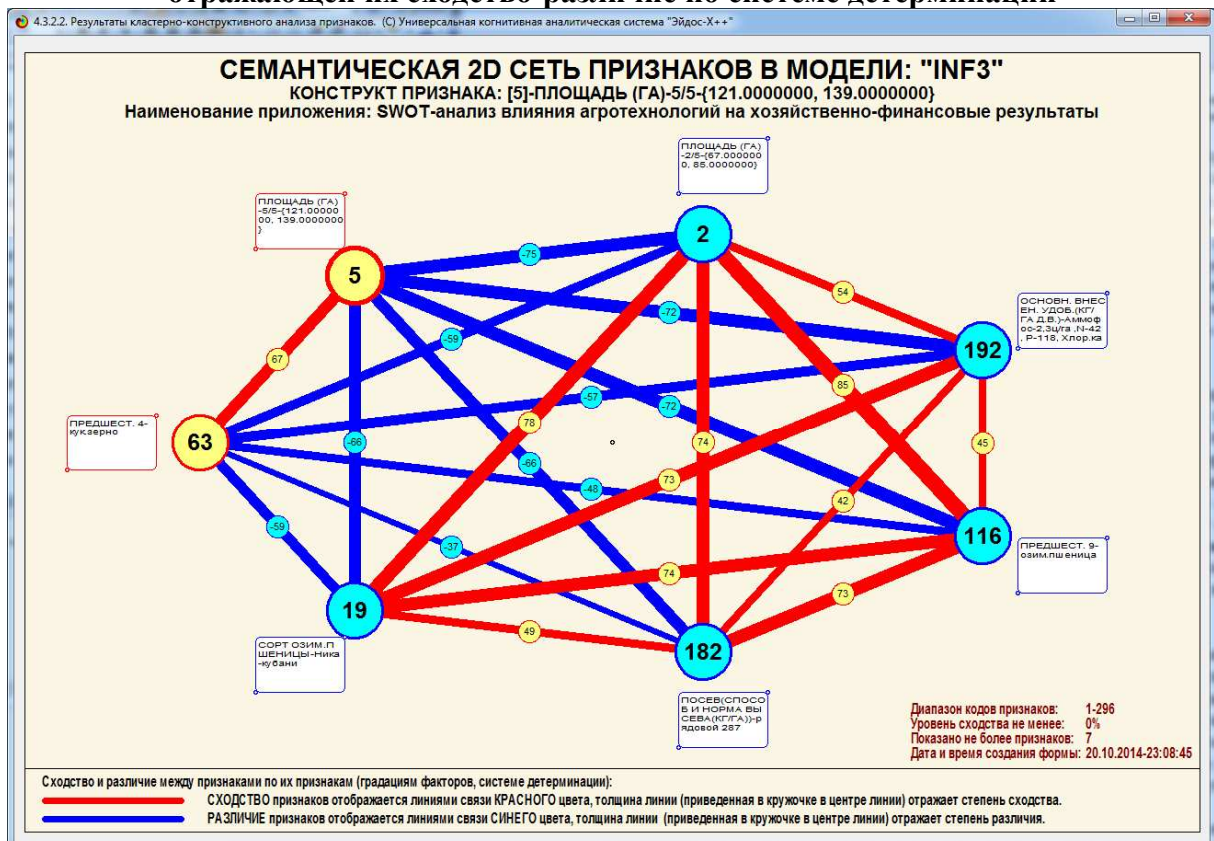


Рисунок 119. Пример семантической сети значений факторов (признаков), отражающей их сходство-различие по влиянию на моделируемый объект



3. SWOT-анализ даёт в большей степени статичную картинку, чем видение развития в динамике, так как SWOT-анализ в динамике предполагает многократное проведение обычного статичного SWOT-анализа, а это невозможно *из-за ограниченных возможностей экспертов*. Автоматизированный количественный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и системы «Эйдос-Х++» обеспечивает кардинальное сокращение затрат времени на синтез новой модели. Например, модель, рассматриваемая в качестве примера в данной статье, создавалась несколько минут. Это обеспечивает возможность многократного проведения статичного SWOT-анализа с малой периодичностью, что позволяет увидеть картину в динамике.

4. Результаты SWOT-анализа, как правило, представлены в виде *качественного* описания, в то время как для оценки ситуации часто требуются *количественные* параметры. Но эксперты не могут количественно сравнить факторы по их силе и направлению влияния. Автоматизированный количественный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и системы «Эйдос-Х++» обеспечивает построение *количественных моделей моделируемого объекта, отражающих в сопоставимой форме силу и направление причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных единицах измерения*. Это и продемонстрировано на реальном численном примере в данной статье.

5. SWOT-анализ является довольно *субъективным* и чрезвычайно зависит от позиции и знаний того, кто его проводит и субъективизм SWOT-анализа неизбежно обусловлен субъективизмом экспертов, дающих оценки факторам. Автоматизированный количественный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и системы «Эйдос-Х++» обеспечивает построение моделей моделируемого объекта и его системы детерминации непосредственно на основе эмпирических данных без привлечения экспертов.

6. Для качественного SWOT-анализа необходимо привлечение больших массивов информации из самых разных сфер, что требует *значительных усилий и затрат*, а значит привлечения большого количества экспертов, что вообще практически невозможно, т.к. это люди в основном, занимающие высокое положение, работающие в условиях постоянного цейтнота и их время стоит очень и очень дорого.

Автоматизированный количественный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и системы «Эйдос-Х++» обеспечивает построение моделей непосредственно на основе *неполных зашумленных эмпирических данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных единицах измерения без привлечения экспертов*. Это резко сокращает затраты труда и времени на создание и исследование моделей, делает их создание и использование гораздо более доступным.

### **12.11. Выводы и результаты**

Обобщая можно сделать обоснованный вывод о том, что АСК-анализ и система «Эйдос» обеспечивают решение *проблемы проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов*, что существенно улучшает метод SWOT-анализа, обеспечивая преодоление многих его недостатков при сохранении достоинств, в частности *автоматизирует построение количественных SWOT-матриц и диаграмм*.

В статье на реальном численном примере на основе непосредственно эмпирических данных выращивания пшеницы созданы и верифицированы статистические модели и модели знаний, отражающие силу и направление влияния различных агротехнологических факторов на хозяйственно-финансовые результаты.

При этом измерительные шкалы номинального типа метризованы до числового типа. Все шкалы, измеряемые в разных единицах измерения, преобразованы в общие единицы количества информации, что обеспечивает совместную сопоставимую обработку результатов измерений, полученных в этих шкалах.

Такими образом, *системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» являются инструментом для построения без программирования измерительных методик, обеспечивающих измерение силы и направления влияния внутренних и внешних факторов различной природы на объект моделирования, причем эти методики могут применяться в адаптивном режиме, что обеспечивает исследование объекта моделирования не только в статике, но и в динамике*.

Созданные модели знаний позволяют получить решение прямой и обратной задач SWOT-анализа, т.е. исследовать систему детерминации будущих состояний объекта моделирования, а также определить, как влияет на поведение объекта моделирования любое заданное значение любого фактора, отраженного в модели.

## 12.12. PEST-анализ как детализированный SWOT-анализ

PEST-анализ можно рассматривать как развитие SWOT-анализа путем детализации классификации *внешних* факторов на природные, технологические, организационные, социально-экономические и политические. Следовательно, в АСК-анализе и системе «Эйдос» и сейчас есть все необходимые и достаточные инструменты для выполнения PEST-анализа. Для этого лишь необходимо соответствующим образом сконструировать описательные шкалы и градации. Поэтому существует возможность применения предложенной технологии решения прямой и обратной задач SWOT-анализа и для выполнения PEST-анализа средствами АСК-анализа и системы «Эйдос».

## 12.13. АСК-анализ и реинжиниринг бизнес-процессов

Отметим, что развития SWOT-анализа путем детализации классификации *внутренних* факторов, аналогично PEST-анализу, предложено не было. Поэтому предлагается сделать это и классифицировать внутренние факторы предприятия на психологические, технологические, организационные, социально-экономические, финансовые и другие. Отметим, что в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» и сейчас есть все необходимые и достаточные инструменты для проведения такого анализа, что и *предлагается* при необходимости пользоваться.

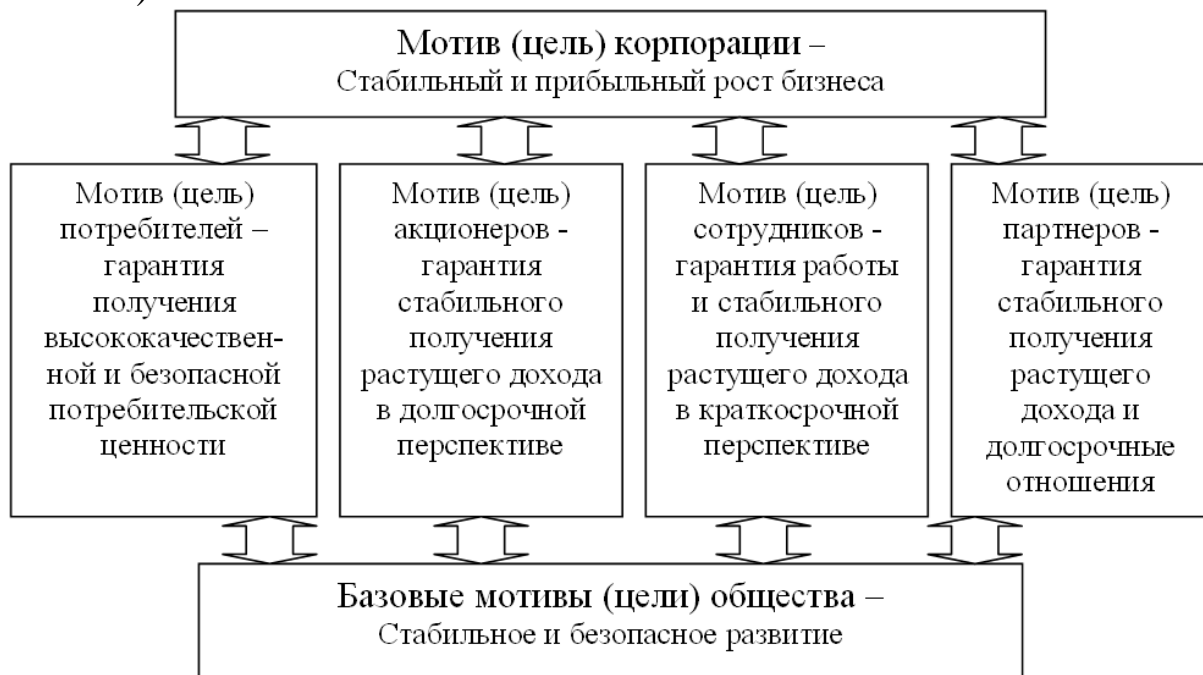
*Бизнес-процессы можно рассматривать как внутренние факторы, влияющие на хозяйственные, финансовые и социально-экономические результаты деятельности фирмы и достижение ее целей в этих сферах.* Конечно, с другой стороны бизнес-процессы являются инфраструктурой поддержки реализации управляющих воздействий, влияющих на достижение целей фирмы, а с другой стороны они являются этой инфраструктурой в действии.

Таким образом, возникает вопрос о результатах деятельности и целях фирмы.

Хозяйственные результаты деятельности фирмы – это количество и качество произведенной продукции (услуг), например урожайность пшеницы в центнерах на гектар и содержание клейковины (стекловидность), в соответствии с которыми пшеница классифицируется как сильная, ценная и рядовая.

Финансовые результаты деятельности фирмы – это, прежде всего прибыль, рентабельность, изменение капитализации (стоимости фирмы).

Вопрос и социально-экономических результатах деятельности и целях фирмы требует специального пояснения. По этому вопросу в современной науке не сложилось общепринятой точки зрения и в различных научных направлениях этот вопрос решается по-разному. Например, в неоклассической теории считается, что целью корпорации является максимизация дохода, прибыли; в бихевиористской теории – получение удовлетворительной прибыли и дохода; институциональной теории – минимизация транзакционных издержек; теории корпорации Дж. Гэлбрейта – гарантированный уровень прибыли и максимальный темп роста; в предпринимательской же теории полагают, что цель корпорации зависит от личных целей предпринимателя [223]. При этом цели корпорации, а также различных связанных с ней социальных групп людей и государства совпадают лишь частично (рисунок 120):



**Рисунок 120.** Цели корпорации, а также связанных с ней социальных групп и государства по С.Ю. Полонскому [223].

Таким образом, наиболее распространенная точка зрения, состоящая в том, что цель корпорации заключается исключительно в получении максимальной прибыли, является неоправданно упрощенной. Более того, максимизация прибыли может быть и нежелательной, например, если это достигается за счет ущерба целям работников и государства. В любом случае ясно, что для достижения этих целей

необходимо *управлять* корпорацией как в целом, так и на различных уровнях ее иерархической структурной организации.

АСК-анализ и его программный инструментарий интеллектуальная система «Эйдос» позволяют строить системно-когнитивные модели, отражающие силу и направление влияния на хозяйственные и финансово-экономические результаты деятельности фирмы различных групп внутренних факторов, а именно:

- психологических факторов, т.е. свойств личности персонала и менеджмента фирмы [3-273];
- технологических факторов (АСУ ТП – автоматизированные системы управления технологическим процессами) [3-273];
- организационные (АСОУ – автоматизированные системы организационного управления) [3-273];
- социально-экономических факторов [3-273];
- финансовых факторов (ФСА – функционально-стоимостной анализ и метод Директ-костинг, т.е. анализ влияния затрат на результаты деятельности) [3-273].

На основе этих моделей АСК-анализ и система «Эйдос» позволяют выработать научно-обоснованные рекомендации по реинжинирингу бизнес-процессов, т.е. по выбору такой их системы, которая обуславливает переход объекта моделирования и управления в заранее заданные целевые состояния.

*Таким образом, автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) с его программным инструментарием: интеллектуальной системой «Эйдос», не только имеет более общий характер, чем SWOT- и PEST-анализ, а также функционально-стоимостной анализ (ФСА) и метод Директ-костинг, т.е. включает их возможности, но также и позволяет выработать научно-обоснованные рекомендации по реинжинирингу бизнес-процессов.*

## **12.14. Некоторые ограничения и перспективы**

Но это не означает, что данная технология лишена ограничений и недостатков. Конечно, они есть, и автор их видит и работает над их преодолением. Это касается и развития теоретического обоснования АСК-анализа, и совершенствования его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос-Х++». В настоящее время идет процесс наполнения ее функциональными возможностями, которые были у DOS-версии системы «Эйдос». Все же система «Эйдос»

развивалась около 30 лет, тогда как системе «Эйдос-Х++» к моменту написания статьи исполнилось лишь 3 года [140].

К созданной и описанной в данной статье технологии стоит относиться как к примеру, демонстрирующему *принципиальную* возможность решения прямой и обратной задач SWOT-анализа в АСК-анализе и системе «Эйдос». Не стоит все же забывать, что все приведенные в статье модели и формы созданы на компьютере за 10 минут и сложность создания и применения данного приложения соответствует сложности лабораторной работы, в качестве которой оно и изучается в течение одной пары на дисциплинах «Интеллектуальные системы» и «Представлению знаний в интеллектуальных системах» [11].

На сайте проф.Е.В.Луценко по адресу: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) всегда можно скачать систему «Эйдос-Х++» (самую новую на текущий момент версию) или обновление системы до текущей версии. Это наиболее полная на данный момент незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы (не требующая инсталляции) с исходными текстами, находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 50 Мб). Обновление имеет объем около 3 Мб.

### 12.15. Приложение (фрагмент исходных данных)

| Год, № поля | урожайность (ц/га) | Качество | Прибыль (тыс.руб./га) | Прибыль (тыс.руб/поле) | Дельная прибыль (тыс.у.е./поле) | Удельная прибыль (у.е./га) | Площадь (га) | Сорт озим.пшеницы | предшест. 1  | предшест. 2  | предшест. 3  | предшест. 4  | предшест. 5  |
|-------------|--------------------|----------|-----------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1999 П1     | 38,0               | 5 класс  | 2,400                 | 304,800                | 14,514                          | 114                        | 127          | Половчанка        | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 1999 П10    | 40,8               | 4 класс  | 4,100                 | 282,900                | 13,470                          | 195                        | 69           | Ника-кубани       | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерновая | озим.пшеница | подсолнечник |
| 1999 П11    | 38,8               | 5 класс  | 3,900                 | 214,500                | 10,210                          | 186                        | 55           | Офелия элита      | сах.свекла   | озим.пшеница | озим.ячмень  | кук.силосная | озим.пшеница |
| 1999 П12    | 42,1               | 4 класс  | 4,200                 | 289,800                | 13,800                          | 200                        | 69           | Скифянка          | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | подсолнечник |
| 1999 П18    | 35,1               | 5 класс  | 3,570                 | 367,710                | 17,510                          | 170                        | 103          | офелия элита      | кук.зерно    | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная |
| 1999 П19    | 39,5               | 4 класс  | 3,940                 | 445,220                | 21,200                          | 188                        | 113          | Новокубанка       | кук.силосная | озим.пшеница | яров.ячмень  | озим.пшеница | подсолнечник |
| 1999 П20    | 34,7               | 4 класс  | 3,600                 | 259,200                | 12,342                          | 171                        | 72           | Новокубанка       | кук.силосная | озим.пшеница | горох        | озим.пшеница | подсолнечник |
| 1999 П6     | 43,1               | 4 класс  | 4,100                 | 348,500                | 16,590                          | 195                        | 85           | Офелия элита      | мног.травы   | кук.зерновая | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 1999 П8     | 32,4               | 4 класс  | 4,200                 | 445,200                | 21,200                          | 200                        | 106          | Скмфянка          | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        | озим.ячмень  | озим.пшеница |
| 2000 П1     | 36,7               | 5 класс  | 3,500                 | 444,500                | 12,347                          | 97                         | 127          | Эхо               | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница |
| 2000 П10    | 32,2               | 5 класс  | 3,100                 | 213,900                | 5,940                           | 86                         | 69           | Офелия            | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерновая | озим.пшеница |
| 2000 П14    | 45,7               | 4 класс  | 5,900                 | 424,800                | 11,800                          | 164                        | 72           | Крошка            | горох        | озим.ячмень  | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница |
| 2000 П15    | 32,2               | 5 класс  | 3,100                 | 151,900                | 4,219                           | 86                         | 49           | Крошка            | горох        | озим.ячмень  | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 2000 П2     | 34,5               | 4 класс  | 3,900                 | 495,300                | 13,750                          | 108                        | 127          | Половчанка        | сах.свекла   | озим.ячмень  | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 2000 П5     | 32,1               | 5 класс  | 3,480                 | 389,760                | 10,820                          | 97                         | 112          | Крошка            | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        | озим.пшеница | озим.ячмень  |
| 2000 П6     | 35,3               | 5 класс  | 3,500                 | 297,500                | 8,260                           | 97                         | 85           | Офелия            | озим.пшеница | мног.травы   | кук.зерновая | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2000 П9     | 34,7               | 4 класс  | 3,500                 | 406,000                | 11,270                          | 97                         | 116          | Купава            | подсолнечник | озим.пшеница | озим.ячмень  | сах.свекла   | озим.пшеница |
| 2001 П11    | 48,8               | 4 класс  | 7,300                 | 401,500                | 13,987                          | 254                        | 55           | Княжна            | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | озим.ячмень  |
| 2001 П12    | 44,5               | 4 класс  | 7,010                 | 483,690                | 16,850                          | 244                        | 69           | Крошка            | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2001 П17    | 60,0               | 3 класс  | 7,800                 | 468,000                | 16,300                          | 272                        | 60           | Крошка            | горох        | озим.ячмень  | кук.силосная | кук.зерновая | озим.пшеница |
| 2001 П18    | 36,0               | 5 класс  | 5,030                 | 518,090                | 18,050                          | 175                        | 103          | половчанка        | кук.силосная | озим.пшеница | кук.зерно    | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2001 П19    | 40,0               | 4 класс  | 4,780                 | 540,140                | 18,820                          | 167                        | 113          | Крошка            | кук.силосная | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | яров.ячмень  |
| 2001 П20    | 44,0               | 3 класс  | 5,200                 | 374,400                | 13,045                          | 181                        | 72           | Эхо               | горох        | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | горох        |
| 2001 П7     | 44,4               | 4 класс  | 4,960                 | 386,880                | 13,480                          | 173                        | 78           | Офелия            | кук.зерно    | озим.ячмень  | озим.пшеница | кук.силосная | озим.ячмень  |
| 2001 П8     | 45,2               | 4 класс  | 5,280                 | 559,680                | 19,500                          | 184                        | 106          | Половчанка        | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        |
| 2002 П1     | 55,4               | 3 класс  | 7,200                 | 914,400                | 29,028                          | 229                        | 127          | Офелия            | кук.силосная | озим.пшеница | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 2002 П10    | 47,2               | 5 класс  | 5,960                 | 411,240                | 13,055                          | 189                        | 69           | Княжна            | подсолнечник | озим.пшеница | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница |
| 2002 П14    | 56,2               | 4 класс  | 6,960                 | 501,120                | 15,908                          | 221                        | 72           | Княжна            | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        | озим.ячмень  | озим.пшеница |
| 2002 П15    | 53,8               | 4 класс  | 6,840                 | 335,160                | 10,640                          | 217                        | 49           | Уманка            | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        | озим.ячмень  | озим.пшеница |

|          |      |         |        |          |         |     |     |                  |              |              |              |              |              |
|----------|------|---------|--------|----------|---------|-----|-----|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 2002 П16 | 54,7 | 4 класс | 6,950  | 479,550  | 15,220  | 221 | 69  | уманка           | подсолнечник | озим.ячень   | яров.ячень   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2002 П2  | 52,5 | 3 класс | 7,060  | 896,620  | 28,460  | 224 | 127 | Крошка           | горох        | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.ячень   | озим.пшеница |
| 2002 П4  | 60,2 | 3 класс | 7,700  | 1070,300 | 33,970  | 244 | 139 | Крошка           | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   | кук.зерно    | озим.пшеница |
| 2002 П6  | 55,3 | 4 класс | 6,960  | 591,600  | 18,780  | 221 | 85  | Княжна           | кук.силосная | озим.пшеница | озим.пшеница | мног.травы   | кук.зерновая |
| 2002 П8  | 58,4 | 4 класс | 6,600  | 699,600  | 22,200  | 209 | 106 | Половчанка       | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница |
| 2002 П9  | 47,3 | 3 класс | 6,580  | 763,280  | 24,230  | 209 | 116 | Уманка           | кук.силосная | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | озим.ячень   |
| 2003 П11 | 55,2 | 4 класс | 7,600  | 418,000  | 13,350  | 243 | 55  | Дея              | кук.силосная | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2003 П12 | 51,0 | 4 класс | 7,300  | 503,700  | 16,090  | 233 | 69  | Уманка           | кук.силосная | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2003 П17 | 48,5 | 4 класс | 7,980  | 478,800  | 15,290  | 255 | 60  | Лира             | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        | озим.ячень   | кук.силосная |
| 2003 П18 | 53,8 | 3 класс | 8,000  | 824,000  | 26,320  | 256 | 103 | дея              | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | кук.зерно    |
| 2003 П19 | 54,2 | 4 класс | 8,230  | 929,990  | 29,710  | 263 | 113 | Лира             | кук.силосная | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2003 П2  | 36,0 | 5 класс | 4,800  | 609,600  | 19,470  | 153 | 127 | Княжна           | озим.пшеница | горох        | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.ячень   |
| 2003 П20 | 46,9 | 4 класс | 7,060  | 508,320  | 16,240  | 226 | 72  | Крошка           | кук.силосная | озим.пшеница | озим.пшеница | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2003 П3  | 49,0 | 4 класс | 5,900  | 637,200  | 20,360  | 189 | 108 | Крошка           | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2004 П1  | 54,3 | 3 класс | 5,600  | 711,200  | 24,954  | 196 | 127 | Победа-50        | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | озим.пшеница |
| 2004 П13 | 52,0 | 4 класс | 5,300  | 397,500  | 13,940  | 186 | 75  | Финт             | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2004 П16 | 50,8 | 4 класс | 5,600  | 386,400  | 13,550  | 196 | 69  | финт             | сах.свекла   | озим.пшеница | подсолнечник | озим.ячень   | яров.ячень   |
| 2004 П4  | 44,0 | 4 класс | 7,200  | 1000,800 | 35,110  | 253 | 139 | Селлта           | сах.свекла   | озим.пшеница | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2004 П5  | 40,0 | 5 класс | 5,600  | 627,200  | 22,000  | 196 | 112 | Дон-95           | кук.силосная | кук.зерно    | озим.ячень   | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2004 П6  | 50,0 | 3 класс | 7,800  | 663,000  | 23,280  | 274 | 85  | Селянка          | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | озим.пшеница |
| 2004 П8  | 58,0 | 4 класс | 6,400  | 678,400  | 23,800  | 225 | 106 | Лира             | кук.зерно    | озим.пшеница | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 2005 П10 | 70,0 | 5 класс | 2,000  | 138,000  | 5,000   | 72  | 69  | Победа-50        | сах.свекла   | кук.зерно    | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 2005 П11 | 68,2 | 5 класс | 2,500  | 137,500  | 4,940   | 90  | 55  | Победа-50        | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2005 П12 | 64,8 | 5 класс | 2,700  | 186,300  | 6,700   | 97  | 69  | Селянка          | кук.силосная | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2005 П17 | 60,5 | 5 класс | 2,100  | 126,000  | 4,530   | 76  | 60  | Победа-50        | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        |
| 2005 П18 | 59,6 | 4 класс | 1,600  | 164,800  | 5,920   | 57  | 103 | зимородок        | кук.зерно    | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2005 П19 | 65,8 | 4 класс | 1,900  | 214,700  | 7,700   | 68  | 113 | Батько           | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2005 П3  | 62,8 | 5 класс | 1,680  | 181,440  | 6,526   | 60  | 108 | Татьяна          | подсолнечник | озим.пшеница | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2005 П7  | 61,2 | 5 класс | 2,640  | 205,920  | 7,400   | 95  | 78  | Селянка          | кук.зерно    | озим.ячень   | подсолнечник | озим.пшеница | кук.зерно    |
| 2006 П13 | 61,2 | 3 класс | 10,600 | 795,000  | 28,800  | 384 | 75  | Батько           | сах.свекла   | озим.пшеница | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2006 П14 | 58,8 | 3 класс | 10,000 | 720,000  | 26,080  | 362 | 72  | Зимородок        | соя          | озим.ячень   | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2006 П15 | 68,8 | 3 класс | 11,200 | 548,800  | 19,884  | 406 | 49  | Краснодарская-99 | мног.травы   | озим.ячень   | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2006 П4  | 67,8 | 3 класс | 10,800 | 1501,200 | 54,390  | 391 | 139 | Таня             | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | мног.травы   |
| 2006 П5  | 65,9 | 3 класс | 10,600 | 1187,200 | 43,010  | 384 | 112 | Краснодарская-99 | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная | кук.зерно    | озим.ячень   |
| 2006 П6  | 70,2 | 3 класс | 11,200 | 952,000  | 34,490  | 406 | 85  | Краснодарская-99 | горох        | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2007 П1  | 54,6 | 2 класс | 10,900 | 1384,300 | 53,240  | 419 | 127 | Батько           | сах.свекла   | озим.ячень   | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница |
| 2007 П11 | 57,3 | 2 класс | 12,300 | 676,500  | 26,019  | 473 | 55  | Таня             | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2007 П17 | 43,6 | 3 класс | 10,100 | 606,000  | 23,300  | 388 | 60  | Восторг          | мног.травы   | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2007 П18 | 57,2 | 3 класс | 11,800 | 1215,400 | 46,746  | 454 | 103 | Таня             | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерно    | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2007 П19 | 58,4 | 3 класс | 12,100 | 1367,300 | 52,600  | 465 | 113 | Краснодарская-99 | соя          | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2007 П2  | 57,4 | 2 класс | 11,800 | 1498,600 | 57,640  | 454 | 127 | Таня             | подсолнечник | озим.ячень   | кук.силосная | озим.пшеница | озим.пшеница |
| 2007 П3  | 57,7 | 2 класс | 12,300 | 1328,400 | 51,090  | 473 | 108 | Краснодарская-99 | соя          | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | мног.травы   |
| 2007 П7  | 56,6 | 2 класс | 11,300 | 881,400  | 33,900  | 435 | 78  | Москвич          | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерно    | озим.ячень   | подсолнечник |
| 2008 П12 | 67,8 | 2 класс | 18,500 | 1276,500 | 55,500  | 804 | 69  | Вита             | подсолнечник | кук.силосная | озим.пшеница | кук.силосная | озим.пшеница |
| 2008 П14 | 63,3 | 3 класс | 18,600 | 1339,200 | 58,220  | 809 | 72  | Лира             | сах.свекла   | озим.пшеница | соя          | озим.ячень   | подсолнечник |
| 2008 П15 | 70,1 | 3 класс | 19,200 | 940,800  | 40,940  | 835 | 49  | Таня             | сах.свекла   | озим.пшеница | мног.травы   | озим.ячень   | подсолнечник |
| 2008 П4  | 72,8 | 1 класс | 19,200 | 2668,800 | 116,030 | 835 | 139 | Таня             | соя          | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2008 П5  | 70,9 | 2 класс | 19,000 | 2128,000 | 92,520  | 826 | 112 | Краснодарская-99 | сах.свекла   | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница | кук.силосная |
| 2008 П6  | 73,6 | 2 класс | 20,100 | 1708,500 | 74,280  | 874 | 85  | Краснодарская-99 | сах.свекла   | озим.пшеница | горох        | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2008 П8  | 68,7 | 2 класс | 18,900 | 2003,400 | 87,100  | 822 | 106 | Москвич          | подсолнечник | кук.зерно    | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерно    |
| 2008 П9  | 69,3 | 2 класс | 19,000 | 2204,000 | 95,820  | 826 | 116 | Таня             | кук.силосная | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   | мног.травы   |
| 2009 П1  | 58,7 |         | 11,800 | 1498,600 | 44,220  | 348 | 127 | Татьяна          | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.ячень   | озим.пшеница |
| 2009 П10 | 58,8 | 5 класс | 12,100 | 834,900  | 24,620  | 357 | 69  | Селянка          | подсолнечник | кук.зерно    | сах.свекла   | озим.пшеница | сах.свекла   |
| 2009 П17 | 60,1 | 4 класс | 12,400 | 744,000  | 21,940  | 366 | 60  | Фортуна          | кук.силосная | озим.пшеница | мног.травы   | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2009 П18 | 59,1 | 4 класс | 11,800 | 1215,400 | 35,858  | 348 | 103 | Таня             | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерно    |
| 2009 П19 | 54,9 | 4 класс | 12,300 | 1389,900 | 41,000  | 363 | 113 | Краснодарская-99 | сах.свекла   | озим.пшеница | соя          | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2009 П20 | 56,8 | 4 класс | 13,800 | 993,600  | 29,300  | 407 | 72  | Грация           | сах.свекла   | озим.ячень   | кук.силосная | кук.зерно    | подсолнечник |
| 2009 П3  | 56,5 | 2 класс | 10,900 | 1177,200 | 34,720  | 321 | 108 | Краснодарская-99 | кук.силосная | озим.пшеница | соя          | озим.пшеница | подсолнечник |
| 2009 П5  | 59,3 | 4 класс | 11,900 | 1332,800 | 39,310  | 351 | 112 | Краснодарская-99 | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | подсолнечник | озим.пшеница |
| 2009 П7  | 58,3 | 4 класс | 10,900 | 850,200  | 25,070  | 321 | 78  | Таня             | подсолнечник | озим.пшеница | сах.свекла   | озим.пшеница | кук.зерно    |

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подведем итоги. Первая часть монографии посвящена математическим аспектам контроллинга методов управления организациями, предприятиями, территориями. Начинаем с выделения контроллинга методов как важной составной части современного контроллинга (глава 1). Общий взгляд на математические и инструментальные методы контроллинга дан в главе 2. Он основан на анализе разработанной нами новой парадигмы математических методов экономики и подготовленной в соответствии с ней массива научной и учебной литературы. Основное внимание сосредоточено на высоких статистических технологиях. Выделены пять основных точек роста статистических методов: непараметрическая статистика, устойчивые (робастные) статистические процедуры, компьютерно-статистические технологии, статистика интервальных данных, наконец, статистика объектов нечисловой природы как центральная часть прикладной статистики.

Конкретные области математических и инструментальных методов контроллинга рассмотрены в главе 3 в соответствии с пятью основными точками роста статистических методов. Анализируем современное состояние непараметрической статистики. Основные понятия и базовые положения подхода к изучению устойчивости выводов в математических моделях социально-экономических явлений и процессов даем на основе общей схемы устойчивости. Рассматриваем устойчивость по отношению к неопределенностям исходных данных, к изменениям объема и распределений данных, к допустимым преобразованиям шкал измерения, к временным характеристикам (моменту начала реализации проекта, горизонту планирования), к изменению коэффициентов дисконтирования с течением времени и др. Эффективными инструментами контроллинга являются информационно-коммуникационные технологии - методы статистических испытаний (Монте-Карло), датчики псевдослучайных чисел, имитационное моделирование, методы размножения выборок (бутстреп-методы), автоматизированный системно-когнитивный анализ. Проанализирована роль компьютерной статистики в контроллинге. Поставлена проблема создания современных статистических пакетов – инструменты исследователя и контроллера. Разобраны основы статистики интервальных данных. Рассказываем о развитии статистики нечисловых данных, ее основных идеях и направлениях.



Экономико-математической поддержке контроллинга посвящена глава 4. Начинаем с эконометрической поддержки контроллинга. Обсуждаем проблемы внедрения математических и инструментальных методов контроллинга. Применение статистических методов рассмотрено как вид инженерной деятельности. Перспективна новая система внедрения перспективных математических и инструментальных методов контроллинга «Шесть сигм». Обсуждаются состояние и перспективы экспертных технологий - важной составной части теории принятия решений и инструментария контроллинга.

Во второй части монографии решены сформулированные выше задачи контроллинга, заключающиеся в разработке инструментария для менеджмента различных направлений деятельности, были успешно решены для рассмотренных здесь задач управления фирмой. Описываются возможности применения Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) в качестве перспективного инструмента контроллинга и менеджмента в российской корпорации экономики знаний. Приведены развернутые численные примеры применения АСК-анализа для решения задач контроллинга на различных иерархических уровнях обработки информации и знаний в фирме: в АСУ качеством подготовки специалистов, для управления информационной безопасностью самообучающейся организации, бенчмаркинга в торговой фирме (определения номенклатуры и объемов реализуемых товаров), управления технологическими знаниями в производственной фирме и выбора технологии, управления персоналом фирмы путем решения обобщенной задачи о назначениях, прогнозирования рисков автострахования КАСКО и ОСАГО, автоматизации SWOT- и PEST-анализа.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Применение системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» позволяет создать полнофункциональную двухуровневую систему управлению качеством подготовки специалистов, на первом уровне которой осуществляется управление учащимися с целью сделать их специалистами, а на втором – управление учебным процессом с целью повышения его эффективности.

2. Применение системно-когнитивного анализа для выявления знаний о последствиях ошибок в конфигурировании системы безопасности по отчету Microsoft Baseline Security Analyzer (MBSA) и использования этих знаний для прогнозирования последствий дало желаемые результаты.

3. Применение системно-когнитивного анализа бизнес-процессов реальной торговой фирмы позволило создать методики прогнозирования и поддержки принятия решений по такому выбору номенклатуры и объемов реализуемой продукции, которые обеспечивают получение максимальной прибыли и рентабельности.

4. Применение системно-когнитивного анализа и его инструментария – системы «Эйдос» позволило создать интеллектуальную консалтинговую систему, обеспечивающую как выявление технологических знаний, так и поддержку принятия решений по эффективному применению этих знаний с целью достижения заданных показателей хозяйственно-экономической эффективности;

5. Системно-когнитивный анализ и его инструментарий – система «Эйдос» являются адекватным средством для решения для решения ранее не встречавшегося в литературе обобщения задачи о назначениях персонала фирмы, учитывающего не только различную потенциальную полезность сотрудников на разных должностях, различные затраты на оплату труда сотрудников и фонды заработной платы должностей, но и обеспечивающего автоматическое определение степени этой полезности сотрудников на разных должностях на основе их признаков путем решения задачи распознавания.

Авторы предлагают ввести в перечень специальностей научных работников специальность: 08.00.15 – «Математические и инструментальные методы контроллинга», разработать паспорт специальности, включающий три раздела: экономический, технический и математический, и начать подготовку аспирантов и защиту кандидатских и докторских диссертаций по этой специальности с присвоением степеней по экономическим, техническим и физико-математическим наукам в зависимости от того, в какой предметной области больше пунктов выносимых на защиту и пунктов научной новизны: в экономической, технической (инструментальные методы, т.е. программное обеспечение) или математической (математическое моделирование).

Авторы надеются, что монография будет интересной и полезной для студентов, аспирантов, преподавателей и научных работников, интересующихся современными интеллектуальными информационными технологиями и перспективами их применения в менеджменте и контроллинге, а также в учебном процессе.

## ЛИТЕРАТУРА

### Литература к 1-й части

1. Контроллинг / А.М. Карминский, С.Г. Фалько, А.А. Жевага, Н.Ю. Иванова; под ред. А.М. Карминского, С.Г. Фалько. – 3-е изд., дораб. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2013. – 336 с.
2. Контроллинг: 10 лет (Интервью подготовлено Ивановой Н.Ю.) // Контроллинг. 2013. №4 (50). С.88-95.
3. Фалько С.Г., Иванова Н.Ю. Управление нововведениями на высокотехнологических предприятиях. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 256 с.
4. Орлов А.И. Новая область контроллинга – контроллинг организационно-экономических методов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 50 – 72. – IDA [article ID]: 0991405004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/04.pdf>
5. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2006. - 672 с.
6. Неуймин Я.Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. - Л.: Наука, 1984. - 190 с.
7. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979. - 296 с.
8. Ленин В.И. Философские тетради. – Полное Собрание Сочинений. – Т.29. – С.163-164.
9. Проектирование интегрированных производственно-корпоративных структур: эффективность, организация, управление / С.Н. Анисимов, А.А. Колобов, И.Н. Омельченко, А.И. Орлов, А.М. Иванилова, С.В. Краснов; Под ред. А.А. Колобова, А.И. Орлова. Научное издание. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 728 с.
10. Фалько С.Г. Наука об организации производства: история, современность, перспективы. – М.: О-во «Знание» РСФСР, 1990. – 56 с.
11. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент). / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А. Одинцова и др.: Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. – М.: Высшая школа, 2003. - 470 с.
12. Файоль А. Общее и промышленное управление. – Л.-М.: Центральный институт труда, 1924. Переиздание: Контроллинг. 1992. Вып. 2. 151 с.
13. Файоль А., Эмерсон Г., Тейлор Ф., Форд Г. Управление – это наука и искусство. – М.: Республика, 1992. – 349 с.
14. Фалько С.Г. Эволюция концепций управления предприятиями промышленности. – М.: ЦЭМИ РАН, 2007. – 50 с.
15. Орлов А.И. Оптимальные методы в экономике и управлении. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. – 41 с.
16. Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2004 (изд. 3-е, испр. и дополн.). – 576 с.
17. Орлов А.И., Орлова Л.А. Социально-экологические аспекты управления в современной экономике // Проблема человеческого капитала: теория и современная практика: Материалы Вторых Друкеровских чтений. – М.: Доброе слово, 2007. – С.176 - 191.

18. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителей и специалистов.- М.: Финансы и статистика, 2008. – 272 с.
19. Орлов А.И., Орлова Л.А. Интервальная оценка инфляции по независимой информации // Российское предпринимательство. - 2004. - № 10. - С.44-49.
20. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование процессов управления промышленными предприятиями в условиях рисков инфляции // Стратегическое планирование и развитие предприятий. Секция 4 / Материалы Девятого всероссийского симпозиума. - М.: ЦЭМИ РАН, 2008. – С.124–126.
21. Орлов А.И. Эконометрическая поддержка контроллинга // Контроллинг. - 2002. - №1. - С.42-53.
22. Орлов А.И., Гуськова Е.А. Информационные системы управления предприятием в решении задач контроллинга // Контроллинг. – 2003. - № 1(5). - С.52-59.
23. Орлов А.И., Орлова Л.А. Применение эконометрических методов при решении задач контроллинга // Контроллинг. – 2003. - №4(8). – С.50-54.
24. Орлов А.И., Орлова Л.А. Эконометрика в обучении контроллеров // Контроллинг. - 2004. - № (11). - С.68-73.
25. Фалько С.Г., Орлов А.И. «Шесть сигм» как подход к совершенствованию бизнеса // Контроллинг. – 2004. – №4(12). – С.42-46.
26. Ермоленко В.В., Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Конфигурирование капиталов корпорации как задача стратегического контроллинга // Материалы II Международного конгресса по контроллингу: выпуск №2 / Под науч. ред. С.Г. Фалько. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2012. – С.56-64.
27. Луценко Е.В., Ермоленко В.В., Коржаков В.Е. Метод системно-когнитивного анализа в оперативном контроллинге корпорации // Материалы II Международного конгресса по контроллингу: выпуск №2 / Под науч. ред. С.Г. Фалько. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2012. – С.64-68.
28. Орлов А.И. Контроллинг организационно-экономических методов // Контроллинг. – 2008. – №4 (28). – С.12-18.
29. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. АСК-анализ как адекватный инструмент контроллинга и менеджмента для средней и малой фирмы // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(63). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/02.pdf>
30. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Автоматизированный системно-когнитивный анализ как перспективный инструмент контроллинга и менеджмента в российской корпорации экономики знаний // В сб. Актуальные проблемы управления корпорацией и человеческим капиталом в экономике знаний: сб. науч. тр. / под ред. С.Г. Фалько. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2011. – С.141-161.
31. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Ермоленко В.В., Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм. Монография (научное издание). Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В. Луценко.– Майкоп: АГУ. 2011. – 392 с.
32. Луценко Е.В. Орлов А.И. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>
33. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

34. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2011. – 436 с.
35. Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2009. – 320 с.
36. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.1. Нечисловая статистика. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 541 с.
37. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Дело, 2003. – 520 с.
38. Большой Энциклопедический Словарь. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1997. – 1600 с.
39. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник для вузов. - М.: Экзамен, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.). - 576 с.
40. Новая философская энциклопедия. В 4-х томах. Под редакцией В. С. Стёпина. – М. : Мысль, 2009.
41. Вторые Чарновские чтения. Сборник трудов. Материалы II международной научной конференции по организации производства. Москва, 7 – 8 декабря 2012 г. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2013. –201 с.
42. Хрусталёв Е.Ю., Хрусталёв О.Е. Когнитивное моделирование развития наукоемкой промышленности (на примере оборонно-промышленного комплекса) // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 10 (313). – С. 2 – 10.
43. Хрусталёв Е.Ю., Хрусталёв О.Е. Модельное обоснование инновационного развития наукоемкого сектора российской экономики // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 9 (312). – С. 2 – 13.
44. Михненко П.А. Методология математического моделирования организационных изменений // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 26 (329). – С. 40 – 48.
45. Карпычев В.Ю. Информационные технологии в экономических исследованиях // Экономический анализ: теория и практика. –2013. –№20 (323). – С. 2 – 11.
46. Роцин А.В., Тихонов И.П., Проничкин С.В. Методический подход к оценке эффективности результатов научно-технических программ // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 21 (324). – С. 10 – 18.
47. Демидов Я.П. Теория и практика современного рейтингования: критические заметки// Экономический анализ: теория и практика. – 2013. –№ 8 (311). – С. 14 – 19.
48. Орлов А.И. Создана единая статистическая ассоциация // Вестник Академии наук СССР. – 1991. – №7. – С. 152 – 153.
49. Бернштейн С.Н. Современное состояние теории вероятностей и ее приложений // Труды Всероссийского съезда математиков в Москве 27 апреля – 4 мая 1927 г. – М.-Л.: ГИЗ, 1928. – С. 50 – 63.
50. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
51. Орлов А.И. Высокие статистические технологии // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2003. – Т.69. – №11. – С. 55 – 60.
52. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.2. Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
53. Орлов А.И. О развитии методологии статистических методов // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных

трудов. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 2001. – С. 118 – 131.

54. Орлов А.И. Теория принятия решений. – М.: Экзамен, 2006. – 576 с.

55. Орлов А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. М.: – ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2005. – 496 с.

56. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. – М.: Экзамен, 2008. – 621 с.

57. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.3. Статистические методы анализа данных. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 624 с.

58. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 475 с.

59. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. – М.: КноРус, 2011. – 568 с.

60. Орлов А.И. Вероятность и прикладная статистика: основные факты: справочник. – М.: КноРус, 2010. – 192 с.

61. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. – М.: Академия, 2003. – 384 с.

62. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Итоги двадцати лет научных исследований и преподавания. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 2012. – 344 с.

63. Орлов А.И. Основные черты новой парадигмы математической статистики // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С.188-214. – IDA [article ID]: 0901306013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/13.pdf>

64. Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. Часть I. – М.-Л.: Объединенное научно-техническое издательство НКТП СССР. Главная редакция технико-теоретической литературы, 1937. – 432 с.

65. Орлов А.И. Некоторые вероятностные вопросы теории классификации // Прикладная статистика. Ученые записки по статистике, т.45. - М.: Наука, 1983. С. 166 –179.

66. Орлов А.И. Проблема множественных проверок статистических гипотез // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т.62. № 5. С. 51 – 54.

67. Орлов А.И. Точки роста статистических методов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 136 – 162. – IDA [article ID]: 1031409011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/11.pdf>

68. Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия / Гл. ред. Ю.В. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 910 с.

69. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1965 (1-е изд.), 1968 (2-е изд.), 1983 (3-е изд.). – 474 с.

70. Орлов А.И. О применении статистических методов в медико-биологических исследованиях // Вестник Академии медицинских наук СССР. 1987. № 2. С. 88 – 94.
71. Орлов А.И. О проверке однородности двух независимых выборок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. № 1. С. 55 – 60.
72. Орлов А.И. Какие гипотезы можно проверять с помощью двухвыборочного критерия Вилкоксона? // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. Т.65. №1. С. 51 – 55.
73. Орлов А.И. Двухвыборочный критерий Вилкоксона – анализ двух мифов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 91 – 111. – IDA [article ID]: 1041410006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10>
74. Орлов А.И. Распространенная ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1985. Т.51. № 1. С. 60 – 62.
75. Орлов А.И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, Омега-квадрат и ошибки при их применении / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 647 – 675. – IDA [article ID]: 0971403047. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/47.pdf>
76. Орлов А.И. Первый Всемирный конгресс Общества математической статистики и теории вероятностей им. Бернулли // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1987. Т.53. № 3. С. 90 – 91.
77. Орлов А.И. Всемирный Конгресс Общества им. Бернулли // Стандарты и качество. 1987. № 5. С. 105 – 106.
78. Орлов А.И. Первый Всемирный конгресс Общества математической статистики и теории вероятностей им. Бернулли // Надежность и контроль качества. 1987. № 6. С. 54 – 59.
79. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Теория распределений. – М.: Наука, 1966. – 588 с.
80. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 896 с.
81. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
82. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 273 – 309. – IDA [article ID]: 0931309019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/19.pdf>
83. Орлов А.И. Основные идеи статистики интервальных данных / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №10(094). С. 867 – 892. – IDA [article ID]: 0941310060. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/60.pdf>

84. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях / А.М. Карминский, Н.И. Оленев, А.Г. Примак, С.Г. Фалько. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 256 с.

85. Орлов А.И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. – М.: Знание, 1980. – 64 с.

86. Ермоленко В.В., Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм Монография (научное издание). Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В. Луценко.– Майкоп: АГУ. 2011. – 392 с.

87. Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях / Под ред. В.Г. Андреевкова, А.И. Орлова, Ю.Н. Толстой. - М.: Наука, 1985. - 222 с.

88. Орлов А.И. Сценарии социально-экономического развития России до 2007 г. // Обозреватель-Observer. 1999. № 10 (117). С.47-50.

89. Орлов А.И. Сценарии социально-экономического развития России на период до 2007 г. и в XXI в. // Экономика XXI века. 2000. № 8. С.3-22.

90. Орлов А.И. Сценарии социально-экономического развития России в XXI в. // Обозреватель-Observer. 2000. № 10-11. С. 82-82.

91. Орлов А.И. Грядущая смута 2012 года // Вестник Академии Прогнозирования (Исследований Будущего). № 12. 2004. - Труды Академии прогнозирования. Выпуск № 9. 2004. - С.42 - 45.

92. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Экономико-математическое моделирование малого бизнеса (обзор подходов) // Экономика и математические методы. 2001. Т.37. № 2. С.128-136.

93. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Методология экономико-математического моделирования в маркетинге малого бизнеса // Научные труды Рижского института мировой экономики. Вып.1. - Рига, 1997, с.24-26.

94. Вологжанина С.А., Орлов А.И. Об одном подходе к оценке рисков для малых предприятий (на примере выполнения инновационных проектов в ВУЗах) // Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе. Сборник научных статей. - М.: Изд-во ООО «ЭЛИКС +», 2001. С.40-53.

95. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Обучение и научные исследования в области малого бизнеса. - Подготовка специалистов в области малого бизнеса в высшей школе. Сборник научных статей. - М.: Изд-во ООО «ЭЛИКС +», 2001. С.54-61.

96. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Шаров В.Д. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14. № 4(2). С. 380 – 385.

97. Орлов А.И. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) / А.И. Орлов, В.Д. Шаров // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 184 – 203. – IDA [article ID]: 0951401008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/08.pdf>

98. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Математические методы оценки эффективности управленческих решений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №11. С. 67 – 72.

99. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Экспертные технологии и их применение при оценивании вероятностей редких событий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. № 3. С. 63 – 69.



100. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Методика дуальных шкал при экспертном оценивании параметров дерева промежуточных событий развития авиационного происшествия с учетом барьеров предотвращения и парирования // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2014. № 204 (6). С.32 – 38.

101. Орлов А.И., Шаров В.Д. Метод выявления отклонений в системе контроллинга (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 26 (263). С.54 – 64.

102. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2013. № 43 (232). С.37 – 46.

103. Волков В.А. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов / В.А. Волков, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 181 – 202. – IDA [article ID]: 0971403013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/13.pdf>

104. Волков В.А., Орлов А.И. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости проектов по созданию ракетно-космической техники // Экономический анализ: теория и практика. 2014. № 11 (362). С. 41 – 47.

105. Орлов А.И. О подходах к разработке организационно-экономического обеспечения решения задач управления в аэрокосмической отрасли / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 73 – 100. – IDA [article ID]: 0991405005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/05.pdf>

106. Требования и оценка реализуемости проектов создания изделий ракетно-космической техники / В.А. Волков, Г.О. Баев, А.И. Орлов, С.Г. Фалько // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 124 – 136. – IDA [article ID]: 0991405008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/08.pdf>

107. Лындина М.И. Методы прогнозирования для ракетно-космической промышленности / М.И. Лындина, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 196 – 221. – IDA [article ID]: 1031409013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/13.pdf>

108. Орлов А.И. Научная школа кафедры «Экономика и организация производства» в области эконометрики // Четвёртые Чарновские Чтения. Сборник трудов. Материалы IV международной научной конференции по организации производства. Москва, 5-6 декабря 2014 г. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2014. – С.347 - 357.

109. The teaching of statistics / Studies in mathematics education. Vol.7. - Paris, UNESCO, 1989. - 258 pp.

110. Орлов А.И. Основные этапы становления статистических методов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 1209 – 1233. – IDA [article ID]: 0971403086. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/86.pdf>

111. Орлов А.И. Вероятностно-статистические методы в работах А.Н. Колмогорова / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 158 – 180. – IDA [article ID]: 0981404011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/11.pdf>

112. Орлов А.И. Вероятностно-статистические методы в работах Б.В. Гнеденко / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 31 – 52. – IDA [article ID]: 1001406002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/02.pdf>

113. Орлов А.И. Непараметрическая и прикладная статистика в нашей стране / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 197 – 226. – IDA [article ID]: 1011407012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/12.pdf>

114. Орлов А.И. Новая парадигма прикладной статистики // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Том 78. №1, часть I. С.87-93

115. Орлов А.И. Новая парадигма анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 105 – 125. – IDA [article ID]: 0981404008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/08.pdf>

116. Орлов А.И. Новая парадигма математических методов экономики // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 36 (339). – С.25–30.

117. Орлов А.И. О критериях Колмогорова и Смирнова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1995. Т.61. № 7. С.59-61.

118. Орлов А.И. Оценки плотности распределения вероятностей в пространствах произвольной природы / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 33 – 49. – IDA [article ID]: 0991405003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/03.pdf>

119. Орлов А.И. Восстановление зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 189 – 218. – IDA [article ID]: 0911307013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/13.pdf>

120. Орлов А.И. Математические методы теории классификации / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 423 – 459. – IDA [article ID]: 0951401023. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/23.pdf>

121. Орлов А.И. Часто ли распределение результатов наблюдений является нормальным? // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1991 Т.57. № 7 С.64-66.

122. Смоляк С.А., Титаренко Б.П. Устойчивые методы оценивания: Статистическая обработка неоднородных совокупностей. – М.: Статистика, 1980. – 208 с.

123. Орлов А.И. Устойчивые математические методы и модели // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т.76. № 3. С.59-67.

124. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 1 – 30. – IDA [article ID]: 1001406001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/01.pdf>

125. Ибрагимов И.А., Хасьминский Р.З. Асимптотическая теория оценивания. – М.: Наука, 1979. – 528 с.

126. Кульбак С. Теория информации и статистика. – М.: Наука, 1967. – 408 с.

127. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.

128. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>

129. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>

130. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» и их применение для построения интеллектуальных измерительных систем // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №5. С.64-74.

131. Эфрон Б. Нетрадиционные методы многомерного статистического анализа. – М.: Финансы и статистика, 1988. – 263 с.

132. Орлов А.И. О реальных возможностях бутстрепа как статистического метода // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1987. Т.53. № 10. С.82-85.

133. ГОСТ 11.011-83. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров гамма-распределения. – М.: Изд-во стандартов. 1984. – 53 с.

134. Орлов А.И. Прогностическая сила – наилучший показатель качества алгоритма диагностики / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный жур-

нал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 15 – 32. – IDA [article ID]: 0991405002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/02.pdf>

135. Орлов А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1652 – 1683. – IDA [article ID]: 0931309114. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/114.pdf>

136. Суппес П., Зинес Дж. Основы теории измерений // Психологические измерения. – М.: Мир, 1967. – С. 9 – 110.

137. Пфанцагль И. Теория измерений. – М.: Мир, 1976. – 166 с.

138. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976. – 168 с.

139. Дэвид Г. Метод парных сравнений. – М.: Статистика, 1978. – 144 с.

140. Матерон Ж. Случайные множества и интегральная геометрия. – М.: Мир, 1978. – 318 с.

141. Терехина А.Ю. Анализ данных методами многомерного шкалирования. – М.: Наука, 1986. – 168 с.

142. Перекрест В.Т. Нелинейный типологический анализ социально-экономической информации: Математические и вычислительные методы. – Л.: Наука, 1983. – 176 с.

143. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование: Некоторые приложения. – М.: Советское радио, 1972. – 192 с.

144. Тюрин Ю.Н., Литвак Б.Г., Орлов А.И., Сатаров Г.А., Шмерлинг Д.С. Анализ нечисловой информации. – М.: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1981. – 80 с.

145. Литвак Б.Г. Экспертная информация: Методы получения и анализа. – М.: Радио и связь, 1982. – 184 с.

146. Орлов А.И. Статистика объектов нечисловой природы и экспертные оценки // Экспертные оценки. Вопросы кибернетики. Вып.58. – М.: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика», 1979. С.17-33.

147. Орлов А.И. Асимптотическое поведение статистик интегрального типа // Доклады АН СССР. 1974. Т.219. № 4. С.808 – 811.

148. Орлов А.И. Асимптотическое поведение статистик интегрального типа // Вероятностные процессы и их приложения. Межвузовский сборник. – М.: МИЭМ, 1989. – С.118 – 123.

149. Орлов А.И. Предельная теория непараметрических статистик / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 226 – 244. – IDA [article ID]: 1001406011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/11.pdf>

150. Горский В.Г. Современные статистические методы обработки и планирования экспериментов в химической технологии // Инженерно-химическая наука для передовых технологий. Международная школа повышения квалификации Труды третьей сессии. 26-30 мая 1997, Казань, Россия / Под ред. В.А. Махлина. – М.: Научно-исследовательский физико-химический институт им. Карпова, 1997. – С. 261 – 293.

151. Орлов А.И. Современное состояние контроллинга рисков / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 32 – 64. – IDA [article ID]: 0981404003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/03.pdf>
152. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и её применений // Вестник статистики. 1990. № 1. С.65 – 71.
153. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика. 1990. – 295 с.
154. Орлов А.И. Современная прикладная статистика // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1998. Т.64. №3. С. 52-60.
155. Горский В.Г., Орлов А.И. Математические методы исследования: итоги и перспективы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2002. Т.68. №1. С.108-112.
156. Орлов А.И. Неустойчивость параметрических методов отбраковки резко выделяющихся наблюдений. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1992. Т.58. №7. С.40-42.
157. Орлов А.И. Некоторые нерешенные вопросы в области математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2002. Т.68. №3. С.52-56.
158. Митрохин И.Н., Орлов А.И. Обнаружение разладки с помощью контрольных карт // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т.73. №5. С.74-78.
159. Орлов А.И. Всегда ли нужен контроль качества продукции у поставщика? / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 969 – 982. – IDA [article ID]: 0961402070. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/70.pdf>
160. Орлов А.И. Асимптотические методы статистического контроля / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 1 – 31. – IDA [article ID]: 1021408001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/01.pdf>
161. Орлов А.И. Методы проверки однородности связанных выборок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2004. Т.70. №7. С.57-61.
162. Гнеденко Б.В. Очерк по истории теории вероятностей. – М.:УРСС, 2001. – 88 с.
163. Орлов А.И. Тридцать лет статистики объектов нечисловой природы (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2009. Т.75. №5. С.55-64.
164. Цейтлин Н.А. Среднемедианный показатель положения выборки экспертных оценок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т.76. №7. С. 69-72.
165. Орлов А.И. Непараметрическое точечное и интервальное оценивание характеристик распределения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2004. Т.70. №5. С.65-70.
166. Орлов А.И. Метод моментов проверки согласия с параметрическим семейством распределений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1989. №10. С.90-93.

167. Орлов А.И. О критериях согласия с параметрическим семейством // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1997. Т.63. №5. С. 49-50.
168. Селезнев В.Д., Денисов К.С. Исследование свойств критериев согласия функции распределения данных с гауссовой методом Монте-Карло для малых выборок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2005. Т.71. С. 68 – 73.
169. Муравьева В.С., Орлов А.И. Непараметрическое оценивание точки пересечения регрессионных прямых // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. №1. С. 63-68.
170. Муравьева В.С. Точка встречи: асимптотическое распределение уровня качества и временного лага // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. №3. С. 70-73.
171. Орлов А.И. Непараметрический метод наименьших квадратов с периодической составляющей // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №1. С.65-75.
172. Кузнецов Л.А., Журавлева М.Г. Построение карт контроля качества с помощью непараметрического критерия Вилкоксона – Манна – Уитни // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2009. Т.75. №1. С. 70-75.
173. Орлов А.И. Состоятельные критерии проверки абсолютной однородности независимых выборок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т.78. №11. С.66-70.
174. Камень Ю.Э., Камень Я.Э., Орлов А.И. Реальные и номинальные уровни значимости в задачах проверки статистических гипотез // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1986. Т.52. №12. С.55-57.
175. Орлов А.И. Математические методы исследования и диагностика материалов (Обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. №3. С.53-64.
176. Орлов А.И. О развитии математических методов теории классификации (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2009. Т.75. №7. С. 51-63.
177. Штремель М.А., Кудря А.В., Иващенко А.В. Непараметрический дискриминантный анализ в задачах управления качеством // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. С. 53-62.
178. Котлярова Н.В., Орлов В.И., Сергеева Н.А., Федосов В.В. О непараметрических моделях в задачах диагностики электрорадиоизделий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. № 7. С.73 - 77.
179. Толчеев В.О. Модифицированный и обобщенный метод ближайшего соседа для классификации библиографических текстовых документов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2009. Т.75. №7. С. 63-70.
180. Орлов А.И., Толчеев В.О. Об использовании непараметрических статистических критериев для оценки точности методов классификации (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2011. Т.77. №3. С.58-66.
181. Бородкин А.А., Толчеев В.О. Комплексная процедура редукции для увеличения быстродействия непараметрических методов классификации текстовых документов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2011. Т.77. С. 64-69.
182. Бородкин А.А., Толчеев В.О. Разработка и исследование методов взвешивания ближайших соседей (на примере классификации библиографических текстовых документов) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.75. №7. С. 70-74.

183. Новиков Д.А. Современные проблемы теории управления организационными системами // Человеческий фактор в управлении / Под ред. Н.А. Абрамовой, К.С. Гинсберга, Д.А. Новикова. – М.: КомКнига, 2006. – С.391 – 407.
184. Колобов А.А., Омельченко И.Н., Орлов А.И. Менеджмент высоких технологий. Интегрированные производственно-корпоративные структуры: организация, экономика, управление, проектирование, эффективность, устойчивость. – М.: Экзамен, 2008. – 621 с.
185. Арнольд В.И. «Жесткие» и «мягкие» математические модели. – М.: МЦНМО, 2008. – 32 с.
186. Молодцов Д.А. Устойчивость принципов оптимальности. – М.: Наука, 1987. - 280 с.
187. Молодцов Д.А. Теория мягких множеств. - М.: Едиториал УРСС, 2004. - 360 с.
188. Орлов А.И. Оценивание для сгруппированных данных // Статистические методы оценивания и проверки гипотез: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2012. – Вып. 24. – С. 83-95
189. Орлов А.И. Статистическое оценивание для сгруппированных данных // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 1097 – 1117. – IDA [article ID]: 0981404080. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/80.pdf>.
190. Орлов А.И. Теория нечетких множеств – часть теории вероятностей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 589 – 617. – IDA [article ID]: 0921308039. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/39.pdf>.
191. Гнеденко Б.В., Колмогоров А.Н. Предельные распределения для сумм независимых случайных величин. – М.-Л.: ГИТТЛ, 1949. – 264 с.
192. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 248 с.
193. Муравьева В.С., Орлов А.И. Организационно-экономические проблемы прогнозирования на промышленном предприятии // Управление большими системами. Вып. 17. - М.: ИПУ РАН, 2007. - С.143 - 158.
194. Устойчивые статистические методы оценки данных. - М.: Машиностроение. 1984. – 230 с.
195. Хьюбер П. Робастность в статистике. - М.: Мир. 1984. – 304 с.
196. Хампель Ф., Рончетти Э., Рауссеу П., Штаэль В. Робастность в статистике. Подход на основе функций влияния. – М.: Мир, 1989. 512 с.
197. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление. – М.: Наука, 2002. – 303 с.
198. Орлов А.И. Математические методы исследования и теория измерений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. № 1. С.67-70.
199. Носовский Г.В., Фоменко А.Т. Царь славян. – М.: АСТ-АСТРЕЛЬ, 2007. – 716 с.
200. Орлов А.И. Связь между средними величинами и допустимыми преобразованиями шкалы // Математические заметки. 1981. Т. 30. №4. С. 561-568.

201. Орлов А. И. Графы при моделировании процессов управления промышленными предприятиями / Управление большими системами. Специальный выпуск 30.1 «Сетевые модели в управлении». М.: ИПУ РАН, 2010. С.62-75.
202. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2000. №3. С.179 - 187.
203. Orlov A. Sur la stabilite' dans les modeles economiques discrets et les modeles de gestion des stocks. – Журнал «Publications Econometriques». 1977. Vol.X. F. 2. Pp.63-81.
204. Орлов А.И. Существование асимптотически оптимальных планов в дискретных задачах динамического программирования // Многомерный статистический анализ (математическое обеспечение). - М.: Изд-во ЦЭМИ АН СССР, 1979. С.201-213.
205. Орлов А.И. Горизонтная устойчивость двухуровневой модели управления запасами // Многомерный статистический анализ (математическое обеспечение). - М.: Изд-во ЦЭМИ АН СССР, 1979. С.187-199.
206. Алешин Д.Н. Экономическое обоснование эффективности инвестиционных проектов на предприятиях на основе применения эконометрического метода интервальной оценки: Автореф. дисс. ... канд. эконом. наук. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2001. – 16 с.
207. Гуськова Е.А. Разработка организационно-экономических методов повышения эффективности деятельности промышленного предприятия на основе эконометрического подхода: Автореф. дисс. ... канд. эконом. наук. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 16 с.
208. Орлов А.И. Философские основания устойчивого математического моделирования процессов управления промышленными предприятиями // Философия математики: актуальные проблемы: Тезисы Второй международной научной конференции; 28-30 мая 2009 г. – М.: МАКС Пресс, 2009. – С.284-287.
209. Орлов А.И. Теоретические инструменты статистических методов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 253 – 274. – IDA [article ID]: 1011407014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/14.pdf>
210. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. – М.: Наука, 1987. - 304 с.
211. Ермаков С.М. Метод Монте-Карло и смежные вопросы. – М.: Наука, 1975. – 471 с.
212. Ермаков С.М., Михайлов Г.А. Статистическое моделирование. – М.: Наука, 1982. – 296 с.
213. Иванова И.М. Случайные числа и их применения. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 111 с.
214. Ермаков С.М. О датчиках случайных чисел // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1993. Т.59. № 7. С. 48 – 50.
215. Орлов А.И. Комментарий к статье С.М. Ермакова «О датчиках случайных чисел» // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1993. Т.59. № 7. С. 51 – 52.
216. Орлов А.И. Об оценивании регрессионного полинома // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1994. Т.60. № 5. С. 43 – 47.



217. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Наука, 1981. – 488 с.
218. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем / Под ред. В.В. Шульца, В.В. Кульбы; Центр исследования проблем безопасности РАН, Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. В двух книгах. Кн. 1. – М.: Наука, 2012. – 304 с.
219. Модели и методы анализа и синтеза сценариев развития социально-экономических систем / Под ред. В.В. Шульца, В.В. Кульбы; Центр исследования проблем безопасности РАН, Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. В двух книгах. Кн. 2. – М.: Наука, 2012. – 358 с.
220. Нейлор Т. Машинные имитационные эксперименты с моделями экономических систем. – М.: Мир, 1975. – 500 с.
221. Фалько С.Г. Контроллинг для руководителей и специалистов. – М.: Финансы и статистика, 2008. – 272 с.
222. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
223. Орлов А.И. Статистические пакеты – инструменты исследователя // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. № 5. С. 76 – 78.
224. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1997. Т.63. № 3. С. 55 – 62.
225. Орлов А.И. Внедрение современных статистических методов с помощью персональных компьютеров // Качество и надежность изделий. № 5 (21). – М.: Знание, 1992. – С. 51 – 78.
226. Жалис Э.А., Статулявичюс В.В., Хохлов В.И. Две выставки // Теория вероятностей и ее применения. 1990. Т.35. № 1. С. 189 – 196.
227. Орлов А.И. Математическое обеспечение сертификации: сравнительный анализ диалоговых систем по статистическому контролю // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т.62. № 7. С. 46 – 49.
228. Смирнова О.С. Программное обеспечение для статистического анализа // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. № 5. С. 68 – 75.
229. Орлов А.И. О создании Статистической федерации СССР и Московской статистической федерации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1990. Т.56. № 5. С.100 – 101.
230. Орлов А.И. О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1992. Т.58. № 1. С. 67 – 74.
231. Налимов В.В. О преподавании математики экспериментаторам // О преподавании математической статистики экспериментаторам. Препринт Межфакультетской лаборатории статистических методов № 17. – М.: Изд-во Московского университета им. М.В. Ломоносова, 1971. – С.5 – 39.
232. Панде П., Холп Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством / Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 158 с.
233. Орлов А.И. «Шесть сигм» - новая система внедрения математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. № 5. С. 50 – 53.
234. Дискуссия по анализу интервальных данных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1990. Т. 56. №.7. С. 75–95.

235. Сборник трудов Международной конференции по интервальным и стохастическим методам в науке и технике (ИНТЕРВАЛ-92). Т. 1, 2. – М.: МЭИ, 1992. – 216 с., 152 с.

236. Орлов А.И. Статистическое оценивание для сгруппированных данных / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 1097 – 1117. – IDA [article ID]: 0981404080. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/80.pdf>

237. Orlov A.I. Interval statistics // Interval Computations, 1992, №.1(3). P. 44–52.

238. Орлов А.И. Основные идеи интервальной математической статистики // Наука и технология в России. – 1994. №.4(6). С. 8–9.

239. Шокин Ю.И. Интервальный анализ. – Новосибирск: Наука, 1981. – 112 с.

240. Орлов А.И. О развитии реалистической статистики. – В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1990. С.89–99.

241. Орлов А.И. Некоторые алгоритмы реалистической статистики. – В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1991. С.77–86.

242. Орлов А.И. О влиянии погрешностей наблюдений на свойства статистических процедур (на примере гамма-распределения). – В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1988. С. 45–55.

243. Орлов А.И. Интервальная статистика: метод максимального правдоподобия и метод моментов. – В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1995. С.114–124.

244. Орлов А.И. Интервальный статистический анализ. – В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: Пермский государственный университет, 1993. С.149–158.

245. Биттар А.Б. Метод наименьших квадратов для интервальных данных. Дипломная работа. – М.: МЭИ, 1994. – 38 с.

246. Пузикова Д.А. Об интервальных методах статистической классификации // Наука и технология в России. 1995. № 2(8). С. 12–13.

247. Орлов А.И. Пути развития статистических методов: непараметрика, робастность, бутстреп и реалистическая статистика // Надежность и контроль качества, 1991. № 8. С. 3–8.

248. Вошинин А.П. Метод оптимизации объектов по интервальным моделям целевой функции. – М.: МЭИ, 1987. –109 с.

249. Вошинин А.П., Сотиров Г.Р. Оптимизация в условиях неопределенности. – М.: МЭИ; София: Техника, 1989. – 224 с.

250. Вошинин А.П., Акматбеков Р.А. Оптимизация по регрессионным моделям и планирование эксперимента. – Бишкек: Илим, 1991. – 164 с.

251. Вошинин А.П. Метод анализа данных с интервальными ошибками в задачах проверки гипотез и оценивания параметров неявных и линейно параметризованных функций // Заводская лаборатория, 2000. Т. 66, № 3. С. 51–65.

252. Вошинин А.П. Интервальный анализ данных: развитие и перспективы // Заводская лаборатория, 2002. Т. 68, № 1. С. 118–126.

253. Дывак Н.П. Разработка методов оптимального планирования эксперимента и анализа интервальных данных. Автореф. дисс. канд. технич. наук. – М.: МЭИ, 1992. – 20 с.
254. Симов С.Ж. Разработка и исследование интервальных моделей при анализе данных и проектировании экспертных систем. Автореф. дисс. канд. технич. наук. – М.: МЭИ, 1992. – 20 с.
255. Гнеденко Б.В., Хинчин А.Я. Элементарное введение в теорию вероятностей. – М.: Наука, 1970.
256. Боровков А.А. Математическая статистика. – М.: Наука, 1984. – 472 с.
257. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Saarbrücken (Germany), Lambert Academic Publishing, 2011. 436 с.
258. Вошинин А.П., Бронз П.В. Построение аналитических моделей по данным вычислительного эксперимента в задачах анализа чувствительности и оценки экономических рисков // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т.73. №1. С.101-109.
259. Вошинин А.П., Скибицкий Н.В. Интервальный подход к выражению неопределенности измерений и калибровке цифровых измерительных систем // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2007. Т.73. №11. С.66-71.
260. Орлов А.И. Об оценивании параметров гамма-распределения. – Журнал «Обзорные прикладной и промышленной математики», 1997. Т. 4. Вып. 3. С. 471–482.
261. Гуськова Е.А., Орлов А.И. Интервальная линейная парная регрессия // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2005. Т. 71. №3. С. 57–63.
262. Новиков Д.А., Орлов А.И. Математические методы анализа интервальных данных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №7. С. 5 – 6.
263. Орлов А.И., Луценко Е.В. О развитии системной нечеткой интервальной математики // Философия математики: актуальные проблемы. Математика и реальность. Тезисы Третьей всероссийской научной конференции; 27-28 сентября 2013 г. / Редкол.: Бажанов В.А. и др. – Москва, Центр стратегической конъюнктуры, 2013. – С.190–193.
264. Тюрин Ю.Н., Литвак Б.Г., Орлов А.И., Сатаров Г.А., Шмерлинг Д.С. Анализ нечисловой информации (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1980. Т.46. №10. С. 931-935. – Переиздание – в сб.: Современные проблемы кибернетики: прикладная статистика. – М.: Знание, 1981. С.41-52.
265. Крамер Г. Математические методы статистики. - М.: Мир, 1975. - 648 с.
266. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. Изд. 3-е, стереотипное. – М.: Наука, 1969. – 512 с.
267. Каган А.М., Линник Ю.В., Рао С.Р. Характеризационные задачи математической статистики. - М.: Наука, 1972. - 656 с.
268. Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). - М.: Знание, 1981. – 64 с.
269. Первое Всесоюзное совещание по статистическому и дискретному анализу нечисловой информации, экспертным оценкам и дискретной оптимизации. / Тезисы докладов. - М. - Алма-Ата: ВИНТИ, 1981.
270. Вторая Всесоюзная конференция по анализу нечисловой информации. / Тезисы докладов. - М.: Таллин: ВИНТИ, 1984.

271. Лбов Г.С. Методы обработки разнотипных экспериментальных данных. - Новосибирск; Наука. 1981.
272. Маамяги А.В. Некоторые задачи статистического анализа классификаций. - Таллинн; АН ЭССР. 1982.
273. Миркин Б.Г. Анализ качественных признаков и структур. - М.: Статистика. 1980.
274. Перекрест В.Т. Нелинейный типологический анализ социально-экономической информации: Математические и вычислительные методы. - Л.: Наука, 1983.
275. Терехина А.Ю. Анализ данных методами многомерного шкалирования. - М.- Наука, 1986.
276. Хованов Н.В. Математические основы теории шкал измерения качества. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. - 185 с.
277. Анализ нечисловых данных в системных исследованиях / Сборник трудов. - Вып.10. - М.: ВНИИСИ, 1982.
278. Методы анализа данных, оценивания и выбора / Сборник трудов. - Вып.11. - М.: ВНИИСИ. 1984.
279. Методы анализа данных, оценивания и выбора в системных исследованиях. / Сборник трудов. Вып.14. - М.: ВНИИСИ. 1986.
280. Орлов А.И. Разработка и исследование статистических методов моделирования и анализа объектов нечисловой природы. Дисс. в форме научного доклада докт. техн. наук. - М.: МЭИ, 1992.
281. Пярна К.А. Оптимальное разбиение метрического вероятностного пространства: Автореф. дисс. канд. физ.-мат. наук. Вильнюс, 1987.
282. Рыданова Г.В. Некоторые вопросы статистического анализа случайных бинарных векторов: Автореф. дисс. канд. физ.-мат. наук. - М.: МГУ, 1988.
283. Сатаров Г.А. Многомерное шкалирование при анализе дихотомических данных о социально-экономических системах. Автореферат... канд. техн. наук. - М.: ВНИИСИ, 1985.
284. Трофимов В.А. Модели и методы качественного факторного анализа матриц связи. Автореферат... канд. техн. наук. - Новосибирск, Ин-т математики СО АН СССР, 1982.
285. Шер А.П. Исследование тестовых методов диагностики и разработка на их основе алгоритмов обработки океанологической информации для задач рыбопромышленного прогнозирования: Автореф. дисс. канд. техн. наук. - Владивосток, 1984.
286. Шмерлинг Д.С. Разработка и исследование ранговых методов анализа информации для задач упорядочения элементов сложных систем /Автореф. дисс. канд. физ.-мат. наук - М.:ВНИИСИ, 1982.
287. Орлов А.И. Статистика объектов нечисловой природы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1990. Т.56. №3. С.76 - 83.
288. Орлов А.И. Объекты нечисловой природы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1995. Т.61. №3, с.43 - 52.
289. Орлов А.И. Вероятностные модели конкретных видов объектов нечисловой природы // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1995. Т.61. №5, с.43 - 51.
290. Толстова Ю.Н. Краткая история развития репрезентативной теории измерений // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. Т.65. №3. С. 49 - 56.

291. Орлов А.И. Репрезентативная теория измерений и ее применения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. Т.65. №3. С. 57 - 62.
292. Барский Б.В., Соколов М.В. Средние величины, инвариантные относительно допустимых преобразований шкалы измерения / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. №1. С.59 – 66.
293. Орлов А.И. Случайные множества: законы больших чисел, проверка статистических гипотез // Теория вероятностей и ее применения. 1978. Т. XXIII. №2. С. 462-464.
294. Орлов А. И. О средних величинах // Управление большими системами. Выпуск 46. М.: ИПУ РАН, 2013. С.88-117.
295. Орлов А.И. Средние величины и законы больших чисел в пространствах произвольной природы / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(89). – С. 554 – 584. IDA [article ID]: 0891304038. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/38.pdf>
296. Орлов А.И. Асимптотика решений экстремальных статистических задач // Анализ нечисловых данных в системных исследованиях. Сборник трудов. Вып.10. - М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт системных исследований, 1982. С. 4-12.
297. Орлов А.И. Методы поиска наиболее информативных множеств признаков в регрессионном анализе / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1995. Т.61. №1. С.56 - 58.
298. Орлов А.И. Асимптотическое поведение решений экстремальных статистических задач // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т.62. №10. С.45 -46.
299. Орлов А.И., Жихарев В.Н. Законы больших чисел и состоятельность статистических оценок в пространствах произвольной природы. – В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. – Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1998. С.65-84.
300. Тырсин А.Н. Робастное построение линейных регрессионных моделей по экспериментальным данным // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2005. Т.71. №11. С.53 – 58.
301. Орлов А.И. Непараметрические оценки плотности в топологических пространствах // Прикладная статистика. Ученые записки по статистике, т.45. - М.: Наука, 1983. С. 12 - 40.
302. Орлов А.И. Ядерные оценки плотности в пространствах произвольной природы // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. - Пермь: Пермский госуниверситет, 1996. С. 68 - 75.
303. Орлов А.И. Оценки плотности распределения вероятностей в пространствах произвольной природы / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 33 – 49. – IDA [article ID]: 0991405003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/03.pdf>
304. Богданов Ю.И. Информация Фишера и непараметрическая аппроксимация плотности распределения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1998. Т.64. №7. С.56 – 61.

305. Богданов Ю.И. Метод максимального правдоподобия и корневая оценка плотности распределения // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2004. Т.70. №3. С.51 – 59.
306. Орлов А.И. Оценки плотности в пространствах произвольной природы // Статистические методы оценивания и проверки гипотез: межвуз. сб. науч. тр. / Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2013. – Вып. 25. – С.21-33.
307. Абусев Р.А. Групповая классификация. Решающие правила и их характеристики. - Пермь: Изд-во Пермского университета, 1992.
308. Апрашева Н.Н. Новый подход к обнаружению кластеров. - М.: Вычислительный центр РАН, 1993.
309. Группировки и корреляции в экономико-статистических исследованиях. (Серия "Ученые записки по статистике", т.43.) - М.: Наука, 1982.
310. Миркин Б.Г. Группировки в социально-экономических исследованиях: Методы построения и анализа. - М.: Финансы и статистика. 1985.
311. Абусев Р.А. О групповом подходе в статистической классификации и контроле качества // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. №3. С.65 – 68.
312. Штремель М.А., Кудря А.В., Иващенко А.В. Непараметрический дискриминантный анализ в задачах управления качеством // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. №5. С.53-62
313. Борисова И.А., Загоруйко Н.Г., Кутненко О.А. Критерии информативности и пригодности подмножества признаков, основанные на функции сходства // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. №1. С. 68 – 71.
314. Орлов А.И. Некоторые неклассические постановки в регрессионном анализе и теории классификации // Программно-алгоритмическое обеспечение анализа данных в медико-биологических исследованиях. М.: Наука, 1987. С. 27 - 40.
315. Орлов А.И. Устойчивость кластера – критерий его естественности // Математические методы изучения геологических явлений [Сб. ст.] Моск. об-во испытателей природы, Межсекц. семинар по применению математики в геологии; [Гл. ред. А. Л. Яншин]. - М.: Наука/МОИП, 1990. – С. 54-60.
316. Орлов А.И. Классификация объектов нечисловой природы на основе непараметрических оценок плотности // Проблемы компьютерного анализа данных и моделирования: Сборник научных статей. - Минск: Изд-во Белорусского государственного университета, 1991. С.141-148.
317. Орлов А.И. Заметки по теории классификации // Социология: методология, методы, математические модели. 1991. №2. С. 28 - 50.
318. Новиков Д.А., Орлов А.И. Математические методы классификации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т.78. №4. С.3-3.
319. Орлов А.И. Устойчивость классификации относительно выбора метода кластер-анализа // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №1. С.68-71.
320. Орлов А.И. Прогностическая сила как показатель качества алгоритма диагностики. - В сб.: Статистические методы оценивания и проверки гипотез: межвуз. сб. науч. тр. Вып.23. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2011. – С.104-116.
321. Лагутин М.Б. Визуальное представление тесноты связей // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2005. Т.71. №7. С.53 – 57.
322. Орлов А.И. О проверке симметрии распределения // Теория вероятностей и ее применения. 1972. Т.17. №2. С.372-377.

323. Орлов А.И. Асимптотическое поведение статистик интегрального типа // Доклады АН СССР. 1974. Т.219. № 4. С. 808-811.
324. Орлов А.И. Асимптотическое поведение статистик интегрального типа // Вероятностные процессы и их приложения. Межвузовский сборник научных трудов. - М.: МИЭМ, 1989. С.118-123.
325. Таранцев А.А. О возможности построения регрессионных моделей при нечеткой исходной информации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. Т.65. №1. С.67-68.
326. Хургин Я.И. Четкие и нечеткие алгебраические средние и их использование // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2000. Т.66. №1. С.64-66.
327. Гермашев И.В., Дербишер В.Е., Морозенко Т.Ф., Орлова С.А. Оценка качества технических объектов с использованием нечетких множеств // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2001. Т.67. №1. С.65 – 68.
328. Клементьева С.В. Применение теории нечетких множеств для измерения и оценки эффективности реализации наукоемкой продуктовой инновации // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. №11. С.65 – 67.
329. Орлов А.И. Всегда ли нужен контроль качества продукции? // Заводская лаборатория. 1999. Т.65. №11. С.51 - 55.
330. Орлов А.И. Статистический контроль по двум альтернативным признакам и метод проверки их независимости по совокупности малых выборок // Заводская лаборатория. 2000. Т.66. №1. С.58 - 62.
331. Корхин А.С. О применении статистических методов при приемке металлопродукции по механическим свойствам // Заводская лаборатория. 2003. Т.69. №7. С.52 – 58.
332. Орлов А.И. Метод проверки гипотез по совокупности малых выборок и его применение в теории статистического контроля / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 38 – 52. – IDA [article ID]: 1041410003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/03.pdf>
333. Орлов А.И., Шаров В.Д. Метод выявления отклонений в системе контроллинга (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2014. № 26 (263). С.54 – 64.
334. Орлов А.И. О нецелесообразности использования итеративных процедур нахождения оценок максимального правдоподобия // Заводская лаборатория. 1986. Т.52. №5. С.67 - 69.
335. Орлов А.И., Миронова Н.Г. Одношаговые оценки для параметров гамма-распределения // Надежность и контроль качества. 1988. №9. С.18-22.
336. Орлов А.И. Об оценивании параметров гамма-распределения // Обзорение прикладной и промышленной математики. 1997. Т.4. Вып.3. С.471 - 482.
337. Струков Т.С. Оценивание параметров смещения и формы распределения фон Мизеса / Заводская лаборатория. 2004. Т.70. №5. С.60 - 64.
338. Смоляк С.А. Интерполяция функций нескольких нечисловых переменных // Заводская лаборатория. 2007. №3. С.69 – 77.
339. Смоляк С.А. Восстановление функций нескольких нечисловых переменных при наличии случайных ошибок наблюдения // Заводская лаборатория. 2007. №5. С.67 – 73.

340. Горбач А.Н., Цейтлин Н.А. Спонтанные последовательности и расстояния между ними // Заводская лаборатория. 2008. Т.74. №11. С.62 – 68.
341. Горбач А.Н., Цейтлин Н.А. Анализ спонтанных последовательностей // Заводская лаборатория. 2009. Т.74. №1. С. 66 - 69.
342. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. – М.: Московский психолого-социальный институт, 2005. – 584 с.
343. Губко М.В. Математические модели оптимизации иерархических структур. – М. ЛЕНАНД, 2006. – 264 с.
344. Новиков Д.А., Иващенко А.А. Модели и методы организационного управления инновационным развитием фирмы. – М.: ЛЕНАНД, 2006. – 336 с.
345. Новиков Д.А. Управление проектами: организационные механизмы. – М.: ПМСОФТ, 2007. – 140 с.
346. Новиков Д.А. Математические модели формирования и функционирования команд. – М.: Физматлит, 2008. – 184 с.
347. Шадрин А.П. Математическая надежность организационных структур // Заводская лаборатория. 2008. Т.74. №11. С.68 - 72.
348. Статистические методы анализа экспертных оценок / Ученые записки по статистике, т. 29. - М.: Наука, 1977.
349. Экспертные оценки / Вопросы кибернетики. - Вып.58. - М.: Научный Совет АН СССР по комплексной проблеме "Кибернетика". 1979.
350. Экспертные оценки в системных исследованиях / Сборник трудов. - Вып.4. - М.: ВНИИСИ, 1979.
351. Экспертные оценки в задачах управления / Сборник трудов. - М.: Институт проблем управления. 1982.
352. ГОСТ 23554.2-81. Экспертные методы оценки качества промышленной продукции. Обработка значений экспертных оценок качества продукции. -М. Изд-во Стандартов, 1981.
353. Левин М.Ш. Современные подходы к оценке эффективности плановых и проектных решений в машиностроении. - М.: ВНИИ информации и технико-экономических исследований по машиностроению и робототехнике, 1987.
354. Сидельников Ю.В. Теория и организация экспертного прогнозирования. - М.: Институт мировой экономики и международных отношений, 1990.
355. Литвак Б.Г. Экспертные технологии управления. 2-е изд. - М.: Дело, 2004.- 398 с.
356. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. 1996. Т.62. №1. С.54 - 60.
357. Крушенко Г.Г., Кокшаров И.И., Торшилова С.И., Крушенко С.Г. Анализ дефектности отливок методом экспертных оценок // Заводская лаборатория. 2000. Т.66. №5. С.64 - 67.
358. Литвак Б. Г. Экспертиза в России / Заводская лаборатория. 2000. Т.66. №7. С.61 – 65.
359. Шахнов И.Ф. Некоторые модели квалиметрического анализа многофакторных объектов с бинарными факторами // Заводская лаборатория. 2005. Т.71. №5. С.59 – 64.
360. Файн В.Б., Дель М.В. «Турнирный» метод ранжирования вариантов // Заводская лаборатория. 2005. Т.71. №7. С.58 - 59.
361. Орлов А.И. Теоретическое обоснование «турнирного» метода ранжирования вариантов // Заводская лаборатория. 2005. Т.71. №7. С.60 - 61.



362. Стрижов В.В. Уточнение экспертных оценок с помощью измеряемых данных // Заводская лаборатория. 2006. Т.72. №7. С.59 – 63.

363. Глухов А.И. Определение сходных элементов в модели совершенства организаций // Заводская лаборатория. 2007. №3. С.77 – 79.

364. Стрижов В. В., Казакова Т. В. Устойчивые интегральные индикаторы с выбором опорного множества описаний объектов // Заводская лаборатория. 2007. Т.73. №7. С.72 – 75.

365. Новиков Д.А., Орлов А.И. Экспертные оценки – инструменты аналитика // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №4. С.3-4.

366. Шахнов И.Ф. Экспресс-анализ упорядоченности интервальных величин // Автоматика и телемеханика. 2004. №10. С.67-84.

367. Дорофеев А.А., Покровская И.В., Чернявский А.Л. Экспертные методы анализа и совершенствования систем управления // Автоматика и телемеханика. 2004. №10. С.172-188.

368. Подиновский В.В. Анализ решений при множественных оценках коэффициентов важности критериев и вероятностей значений неопределенных факторов в целевой функции // Автоматика и телемеханика. 2004. №11. С.141-159.

369. Орлов А.И. Теория люсианов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 275 – 304. – IDA [article ID]: 1011407015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/15.pdf>

370. Орлов А.И. Аддитивно-мультипликативная модель оценки рисков при создании ракетно-космической техники / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 78 – 111. – IDA [article ID]: 1021408004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/04.pdf>

371. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Методика дуальных шкал при экспертном оценивании параметров дерева промежуточных событий развития авиационного происшествия с учетом барьеров предотвращения и парирования // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития : Труды III Международной научно-практической конференции (1-2 ноября 2012 г., г. Ульяновск) : в 2 т. – Т.1 – Ульяновск : УлГУ, 2012. - С.520-527.

372. Орлов А.И., Цисарский А.Д. Особенности оценки рисков при создании ракетно-космической техники // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2013. – №43(232). – С.37 – 46.

373. Муравьева В.С., Орлов А.И. Организационно-экономические проблемы прогнозирования на промышленном предприятии/ Управление большими системами. Выпуск 17. М.: ИПУ РАН, 2007. С.143-158.

374. Крюкова Е.М. Применение методов организационно-экономического прогнозирования в отрасли лома черных металлов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2008. Т.74. №7. С.67 – 72.

375. Лындина М.И. Методы прогнозирования для ракетно-космической промышленности / М.И. Лындина, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. –

№09(103). С. 196 – 221. – IDA [article ID]: 1031409013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/13.pdf>

376. Бутов А.А., Шаров В.Д., Макаров В.П., Орлов А.И. Прогнозирование и предотвращение авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева (национального исследовательского университета). 2012. № 5 (36), часть 2. С. 315-319.

377. Бутов А.А., Волков М.А., Макаров В.П., Орлов А.И., Шаров В.Д. Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14. № 4(2). С.380-385; Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития : Труды III Международной научно-практической конференции (1-2 ноября 2012 г., г. Ульяновск) : в 2 т. – Т.1 – Ульяновск : УлГУ, 2012. - С.313-322.

378. Орлов А.И., Савинов Ю.Г., Богданов А.Ю. Опыт экспертного оценивания условных вероятностей редких событий при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14. № 4(2). С.501-506.

379. Хрусталева С.А., Орлов А.И., Шаров В.Д. Оценка эффективности управленческих решений в автоматизированной системе прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Том 14. № 4(2). С.535-539; Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития : Труды III Международной научно-практической конференции (1-2 ноября 2012 г., г. Ульяновск) : в 2 т. – Т.1 – Ульяновск : УлГУ, 2012. - С.479-486.

380. Кендэл М. Ранговые корреляции. - М.: Статистика, 1975. – 216 с.

381. Холлендер М., Вулф Д.А. Непараметрические методы статистики. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 518 с.

382. Гнеденко Б.В., Орлов А.И. Роль математических методов исследования в кардинальном ускорении научно-технического прогресса // Заводская лаборатория. 1988. Т.54. №1. С.1 - 4.

383. Орлов А.И. Теория измерений как часть методов анализа данных: размышления над переводом статьи П.Ф. Веллемана и Л. Уилкинсона // Социология: методология, методы, математическое моделирование. 2012. №35. С. 155-174.

384. Загоруйко Н.Г., Орлов А.И. Некоторые нерешенные математические задачи прикладной статистики // Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). - М.: Знание, 1981. - С.53-63.

385. Никитин Я.Ю. Асимптотическая эффективность непараметрических критериев. - М.: Наука, 1995. - 240 с.

386. Долан Э.Дж., Линдсей Д.Е. Рынок: микроэкономическая модель. - СПб: СП "Автокомп", 1992. - 496 с.

387. Комаров Д.М., Орлов А.И. Роль методологических исследований в разработке методоориентированных экспертных систем (на примере оптимизационных и статистических методов) // Вопросы применения экспертных систем. - Минск: Центросистем, 1988. С.151-160.

388. Орлов А.И. Что дает прикладная статистика народному хозяйству? // Вестник статистики. 1986. № 8. С.52 – 56.
389. Иванова Н.Ю., Орлов А.И. Экономико-математическое моделирование малого бизнеса (обзор подходов) // Экономика и математические методы. 2001. Т.37. № 2. С. 128 - 136.
390. Экспертные оценки: современное состояние и перспективы использования в задачах экологического страхования / Горский В.Г., Орлов А.И., Жихарев В.Н., Цупин В.А., Степочкин А.Н., Васюкевич В.А. - - В сб.: Труды Второй Всероссийской конференции "Теория и практика экологического страхования". - М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1996, с.20-23.
391. Орлов А.И. Высокие статистические технологии и эконометрика в контроллинге // Российское предпринимательство. 2001. № 5. С.91-93.
392. Фалько С.Г., Рассел К.А. Левин Л.Ф. Контроллинг: национальные особенности – российский и американский опыт // Контроллинг. 2002. №1. С. 2 - 8.
393. Токаренко Г.С. Согласование целей предприятия за счет собственных и заемных источников финансирования // Контроллинг. – 2002. - №3. - С.22-26.
394. Данилочкина Н.Г. Контроллинг как интегрированная функция управления // Контроллинг. – 2002. - №1. - С.10-17.
395. Ряховская О.Н. Метод номинальной группы для планирования продуктовой программы предприятия // Контроллинг. – 2002. - №2. - С.48-52.
396. Васильева Г.А. Показатели оценки эффективности работы подразделения контроллинга // Контроллинг. – 2002. - №2. - С.54-56.
397. Дедов О.А. Управление экономической адаптацией промышленного предприятия. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2002. - Рецензия Н.Ю.Ивановой // Контроллинг. – 2003. - № 1(5). - С.79.
398. Дедов О.А. Исчисление частных и интегральных показателей по уровням управления предприятием // Контроллинг. – 2002. - №3. - С.28-31.
399. Марущенко В.В. Организация поэтапного проведения реинжиниринга бизнес-процессов и управления качеством в Университете // Контроллинг. – 2002. - №2. - С.26-32.
400. Орлова Л.А. Эконометрика на промышленном предприятии // Российское предпринимательство. - 2003. - №3. - С.79-84.
401. Цели и принципы стандартизации. / Под ред. Т. Сандерса. - М.: Изд-во стандартов, 1974. - 132 с.
402. Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин: под ред. О.П. Глудкина. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 600 с.
403. Марущенко В.В., Марущенко А.В. Реинжиниринг бизнес-процессов в Университете: информационное моделирование // Контроллинг. – 2003. - № 1(5). - С.66-73.
404. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент). Учебник / К.А. Грачева, М.К. Захарова, Л.А.Одинцова и др.: Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А.Некрасова. – М.: Высшая школа, 2003. - 470 с.
405. Орлов А.И., Фалько С.Г. Методология преподавания эконометрики на экономических факультетах технических вузов // Международная научно-методическая конференция "Методология преподавания статистики, эконометрики и экономико-математических дисциплин в экономических вузах" Тезисы докладов

(2-6 февраля 1999 г., МЭСИ). - М.: Моск. гос. ун-т экономики, статистики и информатики, 1999. - С.108-109.

406. Орлов А.И. О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов. – Журнал «Заводская лаборатория». 1992. Т.58. No.1. С.67-74.

407. Тезисы докладов Четвертой международной Вильнюсской конференции по теории вероятностей и математической статистике. Тт. I - IV. - Вильнюс, 1985.

408. Козлов В.С., Эрлих Я.М., Долгушевский Ф.Г., Полушин И.И. Общая теория статистики. - М.: Статистика, 1975. - 368 с.

409. Пасхавер И.С., Яблочник А.Л. Общая теория статистики. - М.: Финансы и статистика, 1983. - 432 с.

410. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. - Л.: Медицина, 1978.

411. Волынский Ю.Д., Курочкина А.И. О месте многомерной статистики в клинико-физиологических исследованиях // Кардиология, 1980. - Т. XX, N 5. - С.88-91.

412. Шорников Б.С. Классификация и диагностика в биологическом эксперименте. - М.: Наука, 1979.

413. Любищев А.А. Об ошибках в применении математики в биологии // Журнал общей биологии. - 1969. - Т.30, № 5. - С.572-584. - № 6. - С.715-723.

414. Любищев А.А. Дисперсионный анализ в биологии. - М.: МГУ, 1986. - 200 с.

415. Орлов А.И. Система государственных стандартов по прикладной статистике. // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1986. Т.52. №3. С.58-61.

416. Петрович М.Л. Регрессионный анализ и его математическое обеспечение на ЕС ЭВМ. - М.: Финансы и статистика, 1982.

417. Рекомендации. Прикладная статистика. Методы обработки данных. Основные требования и характеристики. - М.: ВНИИС, 1987. - 64 с.

418. Розова С.С. Классификационная проблема в современной науке. - Новосибирск: Наука, 1986.

419. Воронин Ю.А. Теория классифицирования и ее приложения. - Новосибирск: Наука, 1985.

420. Шрейдер Ю.А. Систематика, типология, классификации // Теория и методология биологических классификаций. - М.: Наука, 1983. – С.90-100.

421. Маркова Е.В., Денисов В.И., Полетаева И.А., Пономарев В.В. Дисперсионный анализ и синтез планов на ЭВМ. - М.: Наука, 1982.

422. Айвазян С.А., Енюков И.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. Исследование зависимостей. - М.: Финансы и статистика, 1985.

423. Орлов А.И. Общий взгляд на статистику объектов нечисловой природы // Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. - М.: Наука, 1985. - С. 58-92.

424. Александр Александрович Любищев. 1890 - 1972. - Л.: Наука, 1982.

425. Бендерский А.М., Богатырев А.А., Баумгартен Л.В. Стандартизация статистических методов управления качеством. - М.: Изд-во стандартов, 1983.

426. Коротков В.П., Тайц Б.А. Основы метрологии и теории точности измерительных устройств. - М.: Изд-во стандартов, 1978.

427. Холлендер М., Вульф Д.А. Непараметрические методы статистики. - М.: Финансы и статистика, 1983.

428. Мудров В.И., Кушко В.Л. Метод наименьших модулей. - М.: Знание, 1978.
429. Тюрин Ю.Н. Непараметрические методы статистики. - М.: Знание, 1978.
430. Рунион Р. Справочник по непараметрической статистике. Современный подход. - М.: Финансы и статистика, 1982.
431. Орлов А.И. Границы применимости вероятностных методов в задачах классификации. - Доклады Московского Общества Испытателей Природы. Общая биология, 1984. - М.: Наука, 1986. – С.179-182.
432. Клайн М. Математика. Утрата определенности. - М.: Мир, 1984. – С.105.
433. Бурбаки Н. Очерки по истории математики. - М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – С.253.
434. ГОСТ 18242-72 (СТ СЭВ 548-77, СТ СЭВ 1673-79). Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку. Планы контроля.
435. ГОСТ 24660-81. Статистический приемочный контроль по альтернативному признаку на основе экономических показателей.
436. ГОСТ 15895-77 (СТ СЭВ 547-77, СТ СЭВ 3404-81). Статистические методы управления качеством продукции. Термины и определения.
437. Орлов А.И. Как обеспечить единство терминологии? // Стандарты и качество. - 1987. - № 10. – С.52.
438. Орлов А.И. Термины и определения в области вероятностно-статистических методов // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. Т.65. №7. С.46-54.
439. Бобров Н.Е., Лумельский Я.П. Оптимальные планы усеченного контроля по альтернативному признаку // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1985. Т.51. № 1. С.42-46.
440. ГОСТ 23853-79 (СТ СЭВ 3946-82). Организация внедрения статистических методов анализа, регулирования технологических процессов и статистического приемочного контроля качества продукции. Основные положения.
441. Лумельский Я.П., Орлов А.И. Всесоюзная научно-техническая конференция «Применение статистических методов в производстве и управлении». // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1984. Т.50. №12. С.81-82.
442. Стандартизация и применение статистических методов // Стандарты и качество. - 1987. - № 12. - С. 25.
443. ГОСТ 11.002-73. Прикладная статистика. Правила оценки аномальности результатов наблюдений.
444. ГОСТ 11.004-74. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения.
445. Лapidус В.А. О стандартизации методов статистического контроля качества продукции // Стандарты и качество. 1988. № 3. С.36-43.
446. Стеблов А.Б. и др. Об использовании прикладной статистики и других статистических методов на металлургическом предприятии // Стандарты и качество. 1988. № 3. С.43-44.
447. ГОСТ 26864-86. Статистический контроль качества продукции. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров гипергеометрического и отрицательного гипергеометрического распределений.
448. Методика. Проверка однородности двух выборок параметров продукции при оценке ее технического уровня и качества // Первая ред. - М.: ВНИИС, 1987. - 116 с.

449. Налимов В.В. Теория эксперимента. - М.: Наука, 1971.
450. Титма М.Х., Тоодинг Л.М. Математические методы в арсенале социолога // Социологические исследования. 1986. № 6. - С. 123-128.
451. Фалько С.Г., Орлов А.И. «Шесть сигм» как подход к совершенствованию бизнеса // Контроллинг. 2004. № 4(12). С.42-46.
452. Орлов А.И. «Шесть сигм» - новая система внедрения экономико-математических методов исследования // Ноу-хау бизнеса. 2005. № 10. С.105-108.
453. Орлов А.И. «Шесть сигм» - новая система внедрения математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2006. Т.72. № 5. С. 50-53.
454. Панде П., Холп Л. Что такое «Шесть сигм»? Революционный метод управления качеством / Пер. с англ. - М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. - 158 с.
455. Маркова Е.В., Никитина Е.П. Математическая теория эксперимента: история, развитие, будущее // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2002. Т.68. №1. С.112-118.
456. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Экспертные оценки. - М.: Наука, 1973. - 79 с.
457. Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. Изд. 2, перераб. и доп. - М.: Статистика, 1980. - 264 с.
458. Райхман Э.П., Азгальдов Г.Г. Экспертные методы в оценке качества товаров. - М.: Экономика, 1974. - 151 с.
459. Бурков В.Н. Большие системы: моделирование организационных механизмов. - М.: Наука, 1989. - 354 с.
460. Китаев Н.Н. Групповые экспертные оценки. - М.: Знание, 1975. - 64 с.
461. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. - М.: Наука, 1987. - 143 с.
462. Моисеев Н.Н. Неформальные процедуры и автоматизация проектирования. - М.: Знание, 1979. - 64 с.
463. Панкова Л.А., Петровский А.М., Шнейдерман М.В. Организация экспертиз и анализ экспертной информации. - М.: Наука, 1984. - 120 с.
464. Планк Макс. Единство физической картины мира. М., Наука, 1966.
465. Раушенбах Г.В. Меры близости и сходства в социологии // Анализ нечисловой информации в социологических исследованиях. - М.: Наука, 1986. С.169-203.
466. Сидельников Ю.В. Аксиоматическое введение меры близости типа Спирмена на векторах предпочтения // Тезисы докладов третьего международного симпозиума стран-членов СЭВ по проблемам прогнозирования научно-технического прогресса (СССР, Ереван, 20-25 октября 1986 г.). Секция 1. - М.: Комитет по научно-техническому сотрудничеству СЭВ, 1986. - С. 58-59.
467. Орлов А.И., Раушенбах Г.В. Метрика подобия: аксиоматическое введение, асимптотическая нормальность // Статистические методы оценивания и проверки гипотез. Межвузовский сборник научных трудов. - Пермь: Изд-во Пермского государственного университета, 1986. - С.148-157.
468. Раушенбах Г.В., Филиппов О.В. Экспертные оценки в медицине. Научный обзор. - М.: ВНИИМТИ Минздрава СССР, 1983. - 80 с.
469. Дорофеев А.А. Методы автоматической классификации в задачах получения экспертной информации / Статистика. Вероятность. Экономика. - М.: Наука, 1985. - С. 137 - 145.

470. Гафт М.Г. Принятие решений при многих критериях. - М.: Знание, 1979. – 64 с.
471. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. - М.: Наука, 1982. - 256 с.
472. Орлов А.И. Статистические методы в российской социологии (тридцать лет спустя) // Социология: методология, методы, математические модели. 2005. №20. С.32-53.
473. Моисеев Н.Н. Математик задает вопросы... (Приглашение к диалогу). – М.: Знание, 1975. – 192 с.
474. Моисеев Н.Н. Математика ставит эксперимент. – М.: Наука, 1979. – 224 с.
475. Ларичев О.И. Выявление экспертных знаний. - М.: Наука, 1989. – 128 с.
476. Ларичев О.И., Мошкович Е.М. Качественные методы принятия решений. Вербальный анализ решений. - М.: Наука, 1996.- 208 с.
477. Литвак Б.Г. Экспертные оценки и принятие решений. - М.: Патент, 1996. - 272 с.
478. Айзерман М.А., Алескеров Ф.Т. Выбор вариантов (основы теории). – М.: Наука, 1990.- 326 с.
479. Ногин В.Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный подход. - М.: Физматлит, 2002. – 176 с.
480. Вольский В.И., Лезина З.М. Голосование в малых группах. Процедуры и методы сравнительного анализа. - М.: Наука, 1991. - 192 с.
481. Бурков В.Н. Теория активных систем: состояние и перспективы. – М.: Синтез, 1999. – 128 с.
482. Хан Д. Планирование и контроль: концепция контроллинга: Пер. с нем. - М.: Финансы и статистика, 1997. - 800 с.
483. Сидельников Ю.В. Технология экспертного прогнозирования: Учебное пособие. Изд. 2-е, исправл. – М.: Доброе слово, 2004. – 284 с.
484. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 320 с.
485. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений. - М.: Физматлит, 2007. – 64 с.
486. Подиновский В.В., Подиновская О.В. О некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. 2011. № 1. С.8-13.
487. Подиновский В.В., Подиновская О.В. Еще раз о некорректности метода анализа иерархий // Проблемы управления. 2012. № 4. С.75-78.
488. Анохин А.М., Гусев В.Б., Павельев В.В. Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 79 с.
489. Применение экспертных оценок для задач стратегического планирования / Д.С. Шмерлинг, Т.Ю. Кузнецова, П.Ю. Чеботарев, Э.П. Чуркин. – М.: МШЭ МГУ ЦСП, 2008. – 36 с.
490. Сидельников Ю.В. Системный анализ технологии экспертного прогнозирования. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2007. – 347 с.
491. Сайт «Высокие статистические технологии» <http://orlovs.pp.ru/> .
492. Форум сайта «Высокие статистические технологии» <http://forum.orlovs.pp.ru/>
493. Сайт Лаборатории экономико-математических методов в контроллинге МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://ibm.bmstu.ru/nil/biblio.html>

494. Орлов А.И. О развитии экспертных технологий в нашей стране // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т.76. №11. С.64-70.
495. Сетевая экспертиза / Под ред. Д.А. Новикова, А.Н. Райкова. – М.: Эгвес, 2010. – 168 с.
496. Сидельников Ю. В. Модификация метода фокальных объектов: новые возможности в творчестве // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Том 78. №1, часть I. С.93-101.
497. Стрижов В. В. Уточнение экспертных оценок, выставленных в ранговых шкалах, с помощью измеряемых данных // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2011. Том 77. №7. С.72-78.
498. Шахнов И. Ф. Квантификация предпочтений, выраженных в вербальной форме // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №1. С.77-79.
499. Пугач О. В. Математические методы оценки рисков / Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2013. Т.79. №7. С. 64-69.
500. Зотьев Д. Б. К проблеме определения весовых коэффициентов на основании экспертных оценок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2011. Т.77. №1. С.75-78.
501. Цейтлин Н. А. Рациональная экспертная оценка знаний учащихся // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т.76. №11. С.70-72.
502. Шаров В. Д., Макаров В. П. Методология применения комбинированного метода FMEA-FTA для анализа риска авиационного события // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2011. –№174(12). – С. 18-24.

### **Литература ко 2-й части**

1. Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ.- М.: Машиностроение, 1984. -309 с.
2. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. - 320 с., Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.. Основы системного анализа. Томск Изд-во науч.-техн. лит. 1997. 389с.
3. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с.
4. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с.
5. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с.
6. Симанков В.С., Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении: Монография (научное издание). /Под науч. ред. В.С.Симанкова. – Краснодар: ИСТЭК КубГТУ, 2001. – 258с.
7. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.



8. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с.

9. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с.

10. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 615 с.

11. Луценко Е.В. Лабораторный практикум по интеллектуальным информационным системам: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 318с.

12. Наприев И.Л., Луценко Е.В., Чистилин А.Н. Образ-Я и стилевые особенности деятельности сотрудников органов внутренних дел в экстремальных условиях. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2008. – 262 с.

13. Луценко Е. В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование и принятие решений в растениеводстве с применением технологий искусственного интеллекта: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 257 с.

14. Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с.

15. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ) (на примере АСУ вузом): Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2009. – 536 с.

16. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Ермоленко В.В. Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм: Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2011. – 392 с.

17. Наприев И.Л., Луценко Е.В. Образ-Я и стилевые особенности личности в экстремальных условиях: Монография (научное издание). – Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. – 262 с. Номер проекта: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8

18. Трунев А.П., Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния факторов космической среды на ноосферу, магнитосферу и литосферу Земли: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И.Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2012. – 480 с. ISBN 978-5-94672-519-4

19. Трубилин А.И., Барановская Т.П., Лойко В.И., Луценко Е.В. Модели и методы управления экономикой АПК региона. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2012. – 528 с. ISBN 978-5-94672-584-2

20. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.

21. Луценко Е.В. Численный расчет эластичности объектов информационной безопасности на основе системной теории информации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 16 – 27. – IDA [article ID]: 0010301005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/05.pdf>, 0,75 у.п.л.

22. Луценко Е.В. Анализ профессиональных траекторий специалистов с применением системы "Эйдос" / Е.В. Луценко, В.Г. Третьяк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 55 – 58. – IDA [article ID]: 0010301008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/08.pdf>, 0,25 у.п.л.

23. Луценко Е.В. Диагностика и прогнозирование профессиональных и творческих способностей методом АСК-анализа электроэнцефалограмм в системе "Эйдос" / Е.В. Луценко, А.Н. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 59 – 61. – IDA [article ID]: 0010301009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/09.pdf>, 0,188 у.п.л.

24. Луценко Е.В. Методика использования репозитория UCI для оценки качества математических моделей систем искусственного интеллекта / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 120 – 145. – IDA [article ID]: 0020302012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/12.pdf>, 1,625 у.п.л.

25. Луценко Е.В. Атрибуция текстов, как обобщенная задача идентификации и прогнозирования / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 146 – 164. – IDA [article ID]: 0020302013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/13.pdf>, 1,188 у.п.л.

26. Луценко Е.В. Математический метод СК-анализа в свете идей интервальной бутстрепной робастной статистики объектов нечисловой природы / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 312 – 340. – IDA [article ID]: 0030401013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/13.pdf>, 1,812 у.п.л.

27. Луценко Е.В. Типовая методика и инструментарий когнитивной структуризации и формализации задач в СК-анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 388 – 414. – IDA [article ID]: 0030401016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf>, 1,688 у.п.л.

28. Ткачев А.Н. Качество жизни населения, как интегральный критерий оценки эффективности деятельности региональной администрации / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 171 – 185. – IDA [article ID]: 0040402014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/14.pdf>, 0,938 у.п.л.

29. Луценко Е.В. Возможности прогнозирования учебных достижений студентов на основе АСК-анализа их имеджевых фотороботов / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 151 – 170. – IDA [article ID]: 0040402013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/13.pdf>, 1,25 у.п.л.

30. Луценко Е.В. Идентификация слов по входящим в них буквам с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 130 – 150. – IDA [article ID]: 0040402012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/12.pdf>, 1,312 у.п.л.

31. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 44 – 65. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л.

32. Луценко Е.В. Атрибуция анонимных и псевдонимных текстов в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 44 – 43. – IDA [article ID]: 0050403003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/03.pdf>, 0 у.п.л.

33. Ткачев А.Н. Формальная постановка задачи и синтез многоуровневой модели влияния инвестиций на экономическую составляющую качества жизни / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 185 – 213. – IDA [article ID]: 0060404017. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/17.pdf>, 1,812 у.п.л.

34. Лопатина Л.М. Создание автоматизированной системы мониторинга, анализа, прогноза и управления продуктивностью сельскохозяйственных культур / Л.М. Лопатина, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 52 – 61. – IDA [article ID]: 0020302007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/07.pdf>, 0,625 у.п.л.

35. Ткачев А.Н. Исследование многоуровневой семантической информационной модели влияния инвестиций на уровень качества жизни населения региона / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 228 – 267. – IDA [article ID]: 0060404019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/19.pdf>, 2,5 у.п.л.

36. Ткачев А.Н. Гуманистическая экономика и цели региональной администрации / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 214 – 227. – IDA [article ID]: 0060404018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/18.pdf>, 0,875 у.п.л.

37. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: описание эксперимента / Т.Н. Щукин, В.Б. Дорохов, А.Н. Лебедев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 277 – 289. – IDA [article ID]: 0060404021. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/21.pdf>, 0,812 у.п.л.

38. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: анализ результатов исследования / Т.Н. Щукин, В.Б. Дорохов, А.Н. Лебедев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 290 – 306. – IDA [article ID]: 0060404022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/22.pdf>, 1,062 у.п.л.

39. ЭЭГ прогноз успешности выполнения психомоторного теста при снижении уровня бодрствования: постановка задачи / Т.Н. Щукин, В.Б. Дорохов, А.Н. Лебедев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №04(006). С. 268 – 276. – IDA [article ID]: 0060404020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/04/pdf/20.pdf>, 0,562 у.п.л.

40. Лопатина Л.М. Концептуальная постановка задачи: "Прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания заданной культуры в заданной точке" / Л.М. Лопатина, И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 86 – 100. – IDA [article ID]: 0070405008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/08.pdf>, 0,938 у.п.л.

41. Сафронова Т.И. Когнитивная структуризация и формализация задачи управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 133 – 147. – IDA [article ID]: 0070405013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/13.pdf>, 0,938 у.п.л.

42. Сафронова Т.И. Синтез, оптимизация и верификация семантической информационной модели управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 125 – 132. – IDA [article ID]: 0070405012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/12.pdf>, 0,5 у.п.л.

43. Сафронова Т.И. Исследование семантической информационной модели управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 148 – 171. – IDA [article ID]: 0070405014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/14.pdf>, 1,5 у.п.л.

44. Сафронова Т.И. Проблема управления качеством грунтовых вод на рисовых оросительных системах и концепция ее решения / Т.И. Сафронова, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 116 – 124. – IDA [article ID]: 0070405011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/11.pdf>, 0,562 у.п.л.

45. Луценко Е.В. Критерии реальности и принцип эквивалентности виртуальной и "истинной" реальности / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №06(008). С. 70 – 88. – IDA [article ID]: 0080406010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/06/pdf/10.pdf>, 1,188 у.п.л.

46. Луценко Е.В. Виртуализация общества как основной информационный аспект глобализации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №01(009). С. 6 – 43. – IDA [article ID]: 0090501002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/02.pdf>, 2,375 у.п.л.

47. Калустов А.А. Применение автоматизированного системно-когнитивного анализа для совершенствования методов компьютерной селекции подсолнечника / А.А. Калустов, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №02(010). С. 110 – 128. – IDA [article ID]: 0100502010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/10.pdf>, 1,188 у.п.л.

48. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(011). С. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>, 1,188 у.п.л.

49. Луценко Е.В. Косвенная идентификация селекционно-значимых особенностей генотипа подсолнечника с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №07(015). С. 32 – 58. – IDA [article ID]: 0150507003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/07/pdf/03.pdf>, 1,688 у.п.л.

50. Луценко Е.В. Математическое и численное моделирование динамики плотности вероятности состояний сознания человека в эволюции с применением теории

Марковских случайных процессов / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №07(015). С. 59 – 76. – IDA [article ID]: 0150507004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/07/pdf/04.pdf>, 1,125 у.п.л.

51. Луценко Е.В. Прогнозирование учебных достижений студентов на основе особенностей их почерка с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №04(020). С. 309 – 327. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0083, IDA [article ID]: 0200604027. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/04/pdf/27.pdf>, 1,188 у.п.л.

52. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(021). С. 355 – 374. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0089, IDA [article ID]: 0210605031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>, 1,25 у.п.л.

53. Луценко Е.В. Автоматизированная система управления качеством подготовки специалистов (актуальность и предпосылки создания) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №08(024). С. 537 – 544. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0191, IDA [article ID]: 0240608052. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/08/pdf/52.pdf>, 0,5 у.п.л.

54. Луценко Е.В. Концептуальные подходы к созданию рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов (Часть II: двухуровневая рефлексивная АСУ качеством подготовки специалистов, как АСУ ТП в образовании) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 16 – 35. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0005, IDA [article ID]: 0250701002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/02.pdf>, 1,25 у.п.л.

55. Луценко Е.В. Концептуальные подходы к созданию рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов (Часть III: методологические аспекты решения проблемы) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 36 – 54. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0004, IDA [article ID]: 0250701003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/03.pdf>, 1,188 у.п.л.

56. Луценко Е.В. Концептуальные подходы к созданию рефлексивной АСУ качеством подготовки специалистов (Часть I: проблема, и ее декомпозиция в последовательность задач) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, С.А. Курносов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 1 – 15. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0006,

IDA [article ID]: 0250701001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/01.pdf>, 0,938 у.п.л.

57. Луценко Е.В. Типизация и идентификация респондентов в социологии по их астрономическим показателям на момент рождения. / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, В.Н. Шашин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №01(025). С. 217 – 250. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0014, IDA [article ID]: 0250701014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/01/pdf/14.pdf>, 2,125 у.п.л.

58. Луценко Е.В. Методика написания статей в политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета / Е.В. Луценко, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №03(027). С. 241 – 256. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0043, IDA [article ID]: 0270703022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/03/pdf/22.pdf>, 1 у.п.л.

59. Луценко Е.В. Синтез многоуровневых семантических информационных моделей активных объектов управления в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко, И.Л. Наприев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №04(028). С. 89 – 110. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0081, IDA [article ID]: 0280704011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/04/pdf/11.pdf>, 1,375 у.п.л.

60. Луценко Е.В. Прогнозирование рисков ОСАГО (андеррайтинг) с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко, Н.А. Подставкин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №05(029). С. 90 – 112. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0096, IDA [article ID]: 0290705008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/05/pdf/08.pdf>, 1,438 у.п.л.

61. Луценко Е.В. Поддержка принятия решений по выбору номенклатуры и формы оплаты автомобилей с целью максимизации прибыли и рентабельности (на примере автоцентра Reno фирмы ООО "Модус-Краснодар") / Е.В. Луценко, Ю.Ю. Бараненкова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №05(029). С. 149 – 173. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0094, IDA [article ID]: 0290705012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/05/pdf/12.pdf>, 1,562 у.п.л.

62. Луценко Е.В. АСУ вузом как самоорганизующаяся система / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 112 – 126. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0106, IDA [article ID]: 0300706008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/08.pdf>, 0,938 у.п.л.

63. Луценко Е.В. Автоматизированный системный анализ как средство пересинтеза модели активного объекта управления при прохождении им точки бифуркации / Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал

КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 140 – 158. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0105, IDA [article ID]: 0300706010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/10.pdf>, 1,188 у.п.л.

64. Наприев И.Л. Структурное моделирование изменения стилистических особенностей деятельности сотрудников органов внутренних дел под влиянием экстремальных условий / И.Л. Наприев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 94 – 111. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0115, IDA [article ID]: 0300706007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/07.pdf>, 1,125 у.п.л.

65. Наприев И.Л. Структурное моделирование изменений образа-Я сотрудников органов внутренних дел под влиянием экстремальных условий / И.Л. Наприев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №06(030). С. 69 – 93. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0116, IDA [article ID]: 0300706006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/06/pdf/06.pdf>, 1,562 у.п.л.

66. Луценко Е.В. "Антитьюринг", или критика теста Тьюринга с позиций информационно-функциональной теории развития техники / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №10(034). С. 79 – 97. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0182, IDA [article ID]: 0340710006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/10/pdf/06.pdf>, 1,188 у.п.л.

67. Луценко Е.В. Астросоциотипология и спектральный анализ личности по астросоциотипам с применением семантических информационных мультимodelей / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №01(035). С. 101 – 151. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0002, IDA [article ID]: 0350801010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/10.pdf>, 3,188 у.п.л.

68. Луценко Е.В. Семантическая информационная модель СК-анализа / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 193 – 211. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0015, IDA [article ID]: 0360802012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/12.pdf>, 1,188 у.п.л.

69. Луценко Е.В. Программная идея системного обобщения математики и ее применение для создания системной теории информации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 175 – 192. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0016, IDA [article ID]: 0360802011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/11.pdf>, 1,125 у.п.л.

70. Луценко Е.В. Повышение адекватности спектрального анализа личности по астросоциотипам путем их разделения на типичную и нетипичную части / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ)



[Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 153 – 174. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0017, IDA [article ID]: 0360802010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/10.pdf>, 1,375 у.п.л.

71. Луценко Е.В. Неформальная постановка и обсуждение задач, возникающих при системном обобщении теории множеств на основе системной теории информации (Часть 1-я: задачи 1-3) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №03(037). С. 154 – 185. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0031, IDA [article ID]: 0370803012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/03/pdf/12.pdf>, 2 у.п.л.

72. Луценко Е.В. Artificial intelligence system for identification of social categories of natives based on astronomical parameters / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №03(037). С. 65 – 85. – IDA [article ID]: 0370803007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/03/pdf/07.pdf>, 1,312 у.п.л.

73. Луценко Е.В. Постановка задачи и синтез модели прогнозирования урожайности зерновых колосовых и поддержки принятия решений по рациональному выбору агротехнологий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 80 – 100. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0048, IDA [article ID]: 0380804006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/06.pdf>, 1,312 у.п.л.

74. Луценко Е.В. Неформальная постановка и обсуждение задач, возникающих при системном обобщении теории множеств на основе системной теории информации (Часть 2-я: задачи 4–9) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 26 – 65. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0049, IDA [article ID]: 0380804003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/03.pdf>, 2,5 у.п.л.

75. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности зерновых колосовых и поддержка принятия решений по рациональному выбору агротехнологий с применением СК-анализа / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №04(038). С. 101 – 126. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0047, IDA [article ID]: 0380804007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/04/pdf/07.pdf>, 1,625 у.п.л.

76. Луценко Е.В. Применение технологий искусственного интеллекта для углубленных маркетинговых исследований аудитории рекламодателей гляцевых журналов краснодарского края / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.Д. Мачулин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №05(039). С. 11 – 57. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0055, IDA [article ID]: 0390805003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/05/pdf/03.pdf>, 2,938 у.п.л.

77. Луценко Е.В. Прогнозирование рисков автострахования КАСКО с применением системно-когнитивного анализа / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №06(040). С. 91 – 104. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0071, IDA [article ID]: 0400806011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/06/pdf/11.pdf>, 0,875 у.п.л.

78. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.

79. Луценко Е.В. Системно-когнитивный подход к построению многоуровневой семантической информационной модели управления агропромышленным холдингом / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 194 – 214. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0095, IDA [article ID]: 0410807011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/11.pdf>, 1,312 у.п.л.

80. Луценко Е.В. Исследование характеристик исходных данных по агропромышленному холдингу и разработка программного интерфейса их объединения и стандартизации (формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 215 – 246. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0094, IDA [article ID]: 0410807012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/12.pdf>, 2 у.п.л.

81. Луценко Е.В. Синтез и верификация двухуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 1 – 15. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0120, IDA [article ID]: 0420808001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/01.pdf>, 0,938 у.п.л.

82. Луценко Е.В. Математическая сущность системной теории информации (СТИ) (Системное обобщение формулы Больцмана-Найквиста-Хартли, синтез семантической теории информации Харкевича и теории информации Шеннона) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 76 – 103. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0114, IDA [article ID]: 0420808004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/04.pdf>, 1,75 у.п.л.

83. Луценко Е.В. Решение задач прогнозирования и поддержки принятия решений (управления) для агропромышленного холдинга на основе его двухуровневой семантической информационной модели / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 16 – 34. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0119, IDA [article ID]: 0420808002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/02.pdf>, 1,188 у.п.л.

84. Луценко Е.В. Исследование двухуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №08(042). С. 35 – 75. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0118, IDA [article ID]: 0420808003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/08/pdf/03.pdf>, 2,562 у.п.л.

85. Луценко Е.В. Проблема референтного класса и ее концептуальное, математическое и инструментальное решение в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №09(043). С. 1 – 47. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0130, IDA [article ID]: 0430809001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/09/pdf/01.pdf>, 2,938 у.п.л.

86. Трунев А.П. Фундаментальные закономерности распознавания социальных категорий по астрономическим данным на момент рождения / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 1 – 27. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0138, IDA [article ID]: 0440810001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/01.pdf>, 1,688 у.п.л.

87. Трунев А.П. Исследование вариабельности интегральной информативности моделей реагирования субъектов на положение небесных тел солнечной системы в момент рождения / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 101 – 116. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0014, IDA [article ID]: 0450901009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/09.pdf>, 1 у.п.л.

88. Луценко Е.В. Методология применения системно-когнитивного анализа для синтеза многоуровневой семантической информационной модели агропромышленного холдинга и решения на ее основе задач прогнозирования, поддержки принятия управленческих решений и научных исследований / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 11 – 29. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0006, IDA [article ID]: 0450901002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/02.pdf>, 1,188 у.п.л.

89. Луценко Е.В. СК-анализ и система "Эйдос" в свете философии Платона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 91 – 100. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0010, IDA [article ID]: 0450901008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/08.pdf>, 0,625 у.п.л.

90. Трунев А.П. Устойчивость зависимости интегральной информативности от расстояния до небесных тел Солнечной системы / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // По-

литематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(046). С. 175 – 201. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0016, IDA [article ID]: 0460902012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/12.pdf>, 1,688 у.п.л.

91. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ изображений (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(046). С. 146 – 164. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0017, IDA [article ID]: 0460902010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/10.pdf>, 1,188 у.п.л.

92. Луценко Е.В. Решение обобщенной задачи о назначениях в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 83 – 108. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0070, IDA [article ID]: 0510907004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/04.pdf>, 1,625 у.п.л.

93. Луценко Е.В. Системно-когнитивный подход к синтезу эффективного алфавита / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 109 – 129. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0067, IDA [article ID]: 0510907005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/05.pdf>, 1,312 у.п.л.

94. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ функций и восстановление их значений по признакам аргумента на основе априорной информации (интеллектуальные технологии интерполяции, экстраполяции, прогнозирования и принятия решений по картографическим базам данных) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 130 – 154. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0066, IDA [article ID]: 0510907006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf>, 1,562 у.п.л.

95. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (синтез и верификация семантической информационной модели) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 38 – 46. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0072, IDA [article ID]: 0510907002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/02.pdf>, 0,562 у.п.л.

96. Системно-когнитивный подход к прогнозированию длительности послеоперационного восстановительного периода на основе информации о пациенте, полученной методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) (когнитивная структуризация и формализация предметной области и подготовка обучающей выборки) / В.М. Покровский, С.В. Полищук, Е.В. Фомина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009.

– №07(051). С. 163 – 190. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0084, IDA [article ID]: 0510907008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/08.pdf>, 1,75 у.п.л.

97. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (прогнозирование, принятие решений и исследование предметной области) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 47 – 82. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0071, IDA [article ID]: 0510907003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/03.pdf>, 2,25 у.п.л.

98. Системно-когнитивный подход к прогнозированию длительности послеоперационного восстановительного периода на основе информации о пациенте, полученной методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) (решение задач прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования предметной области) / В.М. Покровский, С.В. Полищук, Е.В. Фомина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 207 – 247. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0082, IDA [article ID]: 0510907010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/10.pdf>, 2,562 у.п.л.

99. Системно-когнитивный подход к прогнозированию длительности послеоперационного восстановительного периода на основе информации о пациенте, полученной методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) (синтез и верификация семантической информационной модели) / В.М. Покровский, С.В. Полищук, Е.В. Фомина и др. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 191 – 206. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0083, IDA [article ID]: 0510907009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/09.pdf>, 1 у.п.л.

100. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (когнитивная структуризация и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 1 – 37. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0073, IDA [article ID]: 0510907001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/01.pdf>, 2,312 у.п.л.

101. Луценко Е.В. Автоматизированные технологии управления знаниями в агропромышленном холдинге / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 98 – 109. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0088, IDA [article ID]: 0520908007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/07.pdf>, 0,75 у.п.л.

102. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений по астрономическим данным с использованием системы искусственного интеллекта / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 172 – 194. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0086, IDA [article ID]: 0520908013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/13.pdf>, 1,438 у.п.л.

103. Биометрическая оценка полиморфизма сортогрупп винограда Пино и Рислинг по морфологическим признакам листьев среднего яруса кроны / Л.П. Трошин, Е.В. Луценко, П.П. Подваленко, А.С. Звягин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 1 – 14. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0097, IDA [article ID]: 0520908001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/01.pdf>, 0,875 у.п.л.

104. Трунев А.П. Прогнозирование сейсмической активности и климата на основе семантических информационных моделей / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №09(053). С. 98 – 122. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0098, IDA [article ID]: 0530909009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/09/pdf/09.pdf>, 1,562 у.п.л.

105. Шеляг М.М. Математическая модель и инструментарий управления объемами производства продукции в АПК на основе структуры затрат (по материалам Краснодарского Края) / М.М. Шеляг, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 94 – 122. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0112, IDA [article ID]: 0540910006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/06.pdf>, 1,812 у.п.л.

106. Луценко Е.В. Управление агропромышленным холдингом на основе когнитивных функций связи результатов работы холдинга и характеристик его предприятий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 248 – 260. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0111, IDA [article ID]: 0540910015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/15.pdf>, 0,812 у.п.л.

107. Луценко Е.В. Повышение качества моделей «knowledge management» путем разделения классов на типичную и нетипичную части / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 78 – 93. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0109, IDA [article ID]: 0540910005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/05.pdf>, 1 у.п.л.

108. Луценко Е.В. 30 лет системе «Эйдос» – одной из старейших отечественных универсальных систем искусственного интеллекта, широко применяемых и развивающихся и в настоящее время / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 48 – 77. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0110, IDA [article ID]: 0540910004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/04.pdf>, 1,875 у.п.л.

109. Трунев А.П. Системно-когнитивный анализ и прогнозирование сейсмической активности литосферы Земли, как глобальной активной геосистемы / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №01(055). С. 299 – 321. –

Шифр Информрегистра: 0421000012\0001, IDA [article ID]: 0551001022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/22.pdf>, 1,438 у.п.л.

110. Трунев А.П. Семантические информационные модели глобальной сейсмической активности при смещении географического и магнитного полюса / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №02(056). С. 195 – 223. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0023, IDA [article ID]: 0561002015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/02/pdf/15.pdf>, 1,812 у.п.л.

111. Трунев А.П. Корреляция фондового индекса  $s$  &  $p$  500 с астрономическими и геофизическими параметрами (Системно-когнитивный анализ взаимосвязи ноосферы, литосферы, магнитосферы и космической среды) / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №03(057). С. 237 – 256. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0039, IDA [article ID]: 0571003013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/03/pdf/13.pdf>, 1,25 у.п.л.

112. Макаревич О.А. Применение технологий искусственного интеллекта для прогнозирования и управления в агропромышленном холдинге / О.А. Макаревич, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 149 – 157. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0093, IDA [article ID]: 0591005010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/10.pdf>, 0,562 у.п.л.

113. Луценко Е.В. Интеллектуальное управление номенклатурой и объемами реализации в торговой фирме / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, Д.С. Чичерин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 111 – 139. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0094, IDA [article ID]: 0591005008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/08.pdf>, 1,812 у.п.л.

114. Луценко Е.В. Интеллектуальная система прогнозирования последствий ошибочного конфигурирования системы безопасности MS Windows / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.А. Дубянский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 53 – 78. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0090, IDA [article ID]: 0591005006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/06.pdf>, 1,625 у.п.л.

115. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf>, 2 у.п.л.

116. Луценко Е.В. «Эйдос-астра» – интеллектуальная система научных исследований влияния космической среды на поведение глобальных геосистем / Е.В. Лу-

ценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №07(061). С. 204 – 228. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0163, IDA [article ID]: 0611007017. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/17.pdf>, 1,562 у.п.л.

117. Луценко Е.В. Когнитивные функции как адекватный инструмент для формального представления причинно-следственных зависимостей / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 1 – 23. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0233, IDA [article ID]: 0631009001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/01.pdf>, 1,438 у.п.л.

118. Луценко Е.В. АСК-анализ как адекватный инструмент контроллинга и менеджмента для средней и малой фирмы / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 24 – 55. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0238, IDA [article ID]: 0631009002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/02.pdf>, 2 у.п.л.

119. Луценко Е.В. Прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) с применением АСК-анализа (часть 1) / Е.В. Луценко, Е.В. Сергеева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №10(064). С. 142 – 178. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0280, IDA [article ID]: 0641010014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/14.pdf>, 2,312 у.п.л.

120. Луценко Е.В. Прогнозирование длительности послеоперационного восстановительного периода методом сердечно-дыхательного синхронизма (СДС) с применением АСК-анализа (часть 2) / Е.В. Луценко, Е.В. Сергеева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №10(064). С. 179 – 203. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0279, IDA [article ID]: 0641010015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/15.pdf>, 1,562 у.п.л.

121. Трунев А.П. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния тел Солнечной системы на движение полюса Земли и визуализация причинно-следственных зависимостей в виде когнитивных функций / А.П. Трунев, Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №01(065). С. 232 – 258. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0002, IDA [article ID]: 0651101020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/20.pdf>, 1,688 у.п.л.

122. Луценко Е.В. Реализация операции объединения систем в системном обобщении теории множеств (объединение булеанов) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №01(065). С. 354 – 391. – Шифр Информрегистра:



0421100012\0001, IDA [article ID]: 0651101029. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/29.pdf>, 2,375 у.п.л.

123. Луценко Е.В. Обобщенный коэффициент эмерджентности Хартли как количественная мера синергетического эффекта объединения булеанов в системном обобщении теории множеств / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №02(066). С. 535 – 545. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0031, IDA [article ID]: 0661102045. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/45.pdf>, 0,688 у.п.л.

124. Трунев А.П. Семантические информационные модели влияния солнечных пятен на сейсмическую активность, движение полюса и магнитное поле Земли / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №02(066). С. 546 – 571. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0030, IDA [article ID]: 0661102046. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/46.pdf>, 1,625 у.п.л.

125. Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций – новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(067). С. 240 – 282. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 у.п.л.

126. Луценко Е.В. Развитие интеллектуальной системы «Эйдос-астра», снимающее ограничения на размерность баз знаний и разрешение когнитивных функций / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Е.А. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №05(069). С. 353 – 377. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0159, IDA [article ID]: 0691105031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/31.pdf>, 1,562 у.п.л.

127. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

128. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.

129. Оперативное прогнозирование значений экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 2-я: синтез и верификация модели) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал

Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 706 – 719. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0268, IDA [article ID]: 0711107050. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/50.pdf>, 0,875 у.п.л.

130. Оперативное прогнозирование значений экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 1-я: постановка задачи и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 692 – 705. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0271, IDA [article ID]: 0711107049. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/49.pdf>, 0,875 у.п.л.

131. Луценко Е.В. Системно-когнитивные основы автоматизации инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом с применением интеллектуальных технологий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №08(072). С. 521 – 535. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0320, IDA [article ID]: 0721108045. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/45.pdf>, 0,938 у.п.л.

132. Луценко Е.В. Оперативное прогнозирование трендов экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 1-я: постановка задачи и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №09(073). С. 466 – 477. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0378, IDA [article ID]: 0731109043. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/43.pdf>, 0,75 у.п.л.

133. Луценко Е.В. Оперативное прогнозирование трендов экономических показателей многоотраслевой корпорации с применением технологий искусственного интеллекта (часть 2-я: синтез и верификация модели) / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №09(073). С. 478 – 487. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0376, IDA [article ID]: 0731109044. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/44.pdf>, 0,625 у.п.л.

134. Луценко Е.В. Разработка адаптивной методики интегральной многокритериальной оценки эффективности работы муниципальных образований в области опеки и попечительства с применением технологий искусственного интеллекта / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, К.Н. Ковалев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №09(073). С. 488 – 522. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0381, IDA [article ID]: 0731109045. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/09/pdf/45.pdf>, 2,188 у.п.л.

135. Луценко Е.В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный на-

учный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(075). С. 638 – 680. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0025, IDA [article ID]: 0751201052. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/52.pdf>, 2,688 у.п.л.

136. Луценко Е.В. Применение СК-анализа и системы «Эйдос» для синтеза когнитивной матричной передаточной функции сложного объекта управления на основе эмпирических данных / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(075). С. 681 – 714. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0008, IDA [article ID]: 0751201053. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/53.pdf>, 2,125 у.п.л.

137. Луценко Е.В. Инновационные заделы интеллектуального обеспечения управленческих решений в корпорации на будущее / Е.В. Луценко, В.В. Ермоленко, Д.В. Ермоленко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №02(076). С. 814 – 831. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0167, IDA [article ID]: 0761202066. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/66.pdf>, 1,125 у.п.л.

138. Автоматизированный системно-когнитивный анализ и его применение для управления социально-экономическими системами в АПК / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, Л.О. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №04(078). С. 654 – 698. – IDA [article ID]: 0781204055. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/04/pdf/55.pdf>, 2,812 у.п.л.

139. Луценко Е.В. Количественная оценка уровня системности на основе меры информации К. Шеннона (конструирование коэффициента эмерджентности Шеннона) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №05(079). С. 249 – 304. – IDA [article ID]: 0791205018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/05/pdf/18.pdf>, 3,5 у.п.л.

140. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 у.п.л.

141. Луценко Е.В. Интеллектуальные модели инвестиционного управления АПК / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 540 – 581. – IDA [article ID]: 0831209041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/41.pdf>, 2,625 у.п.л.

142. Лойко В.И. Поточковые модели управления эффективностью инвестиций в агропромышленных объединениях / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государст-

венного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 615 – 631. – IDA [article ID]: 0831209043. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/43.pdf>, 1,062 у.п.л.

143. Лойко В.И. Инвестиционно-ресурсное управление сельскохозяйственным производством / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 582 – 614. – IDA [article ID]: 0831209042. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/42.pdf>, 2,062 у.п.л.

144. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности подсолнечника по Краснодарскому краю с применением системно-когнитивного анализа (Часть 2-я: Формальная постановка задачи и преобразование исходных данных в информацию, а ее в знания) / Е.В. Луценко, Н.О. Познышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №10(084). С. 384 – 409. – IDA [article ID]: 0841210031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/31.pdf>, 1,625 у.п.л.

145. Луценко Е.В. Прогнозирование урожайности подсолнечника по Краснодарскому краю с применением системно-когнитивного анализа (Часть 3-я: Решение задач прогнозирования и исследования предметной области) / Е.В. Луценко, Н.О. Познышева // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №10(084). С. 410 – 435. – IDA [article ID]: 0841210032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/10/pdf/32.pdf>, 1,625 у.п.л.

146. Луценко Е.В. Методологические основы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона с применением технологий искусственного интеллекта / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №03(087). С. 739 – 748. – IDA [article ID]: 0871303057. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/03/pdf/57.pdf>, 0,625 у.п.л.

147. Луценко Е.В. Реализация психологических, педагогических и профориентационных тестов и супертестов без программирования в среде интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» (На примере теста: «Анализ особенностей индивидуального стиля педагогической деятельности») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 1057 – 1085. – IDA [article ID]: 0881304076. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/76.pdf>, 1,812 у.п.л.

148. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.

149. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы и ее использование для прогнозирования и управления в

зерновом производстве (Часть 2 – преобразование эмпирических данных в информацию) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 1294 – 1312. – IDA [article ID]: 0891305090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/90.pdf>, 1,188 у.п.л.

150. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы и ее использование для прогнозирования и управления в зерновом производстве (Часть 1 – постановка задачи) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 1280 – 1293. – IDA [article ID]: 0891305089. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/89.pdf>, 0,875 у.п.л.

151. Луценко Е.В. Реализация тестов и супертестов для ветеринарной и медицинской диагностики в среде системы искусственного интеллекта «Эйдос-Х++» без программирования / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 165 – 205. – IDA [article ID]: 0891305014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/14.pdf>, 2,562 у.п.л.

152. Луценко Е.В. Коэффициент эмерджентности классических и квантовых статистических систем / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 215 – 236. – IDA [article ID]: 0901306014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/14.pdf>, 1,375 у.п.л.

153. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы, ее использование для прогнозирования и управления в зерновом производстве (4 часть – исследование объекта моделирования путем исследования его модели) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 874 – 894. – IDA [article ID]: 0901306060. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/60.pdf>, 1,312 у.п.л.

154. Луценко Е.В. Синтез системно-когнитивной модели природно-экономической системы, ее использование для прогнозирования и управления в зерновом производстве (Часть 3 – прогнозирование и принятие решений) / Е.В. Луценко, К.Н. Горпинченко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 864 – 873. – IDA [article ID]: 0901306059. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/59.pdf>, 0,625 у.п.л.

155. Луценко Е.В., Шульман Б.Х. Универсальная автоматизированная система анализа и прогнозирования ситуаций на фондовом рынке «ЭЙДОС-фонд». Свидетельство РосАПО №940334. Заяв. № 940336. Опубл. 23.08.94. – 50с.

156. Универсальная автоматизированная система анализа, мониторинга и прогнозирования состояний многопараметрических динамических систем "ЭЙДОС-Т". Свидетельство РосАПО №940328. Заяв. № 940324. Опубл. 18.08.94. – 50с.

157. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС". Свидетельство РосАПО №940217. Заяв. № 940103. Опубл. 11.05.94. – 50с.

158. Луценко Е.В., Симанков В.С. Автоматизированная система анализа и прогнозирования состояний сложных систем "Дельта". Пат. №2000610164 РФ / В.С.Симанков (Россия), Е.В. Луценко (Россия). Заяв. № 2000610164. Опубл. 03.03.2000. – 12 с.

159. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М. Автоматизированная система мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003610433 РФ. Заяв. № 2002611927 РФ. Опубл. от 18.02.2003.

160. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М. База данных автоматизированной системы мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003620035 РФ. Заяв. № 2002620178 РФ. Опубл. от 20.02.2003.

161. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС". Пат. № 2003610986 РФ. Заяв. № 2003610510 РФ. Опубл. от 22.04.2003.

162. Луценко Е.В., Некрасов С.Д. Автоматизированная система комплексной обработки данных психологического тестирования "ЭЙДОС-Ψ". Пат. № 2003610987 РФ. Заяв. № 2003610511 РФ. Опубл. от 22.04.2003.

163. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Немоляев А.Н. Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микронзон выращивания ("АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ"). Пат. № 2006613271 РФ. Заяв. № 2006612452 РФ. Опубл. от 15.09.2006.

164. Луценко Е.В., Шеляг М.М. Подсистема синтеза семантической информационной модели и измерения ее внутренней дифференциальной и интегральной валидности (Подсистема "Эйдос-м25"). Пат. № 2007614570 РФ. Заяв. № 2007613644 РФ. Опубл. от 11.10.2007.

165. Луценко Е.В., Лебедев Е.А. Подсистема автоматического формирования двоичного дерева классов семантической информационной модели (Подсистема "Эйдос-Tree"). Пат. № 2008610096 РФ. Заяв. № 2007613721 РФ. Опубл. от 09.01.2008.

166. Луценко Е.В., Трунев А.П., Шашин В.Н. Система типизации и идентификации социального статуса респондентов по их астрономическим показателями на момент рождения "Эйдос-астра" (Система "Эйдос-астра"). Пат. № 2008610097 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Опубл. от 09.01.2008.

167. Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Адаптивная автоматизированная система управления "Эйдос-АСА" (Система "Эйдос-АСА"). Пат. № 2008610098 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Опубл. от 09.01.2008.

168. Луценко Е.В., Лебедев Е.А. Подсистема формализации семантических информационных моделей высокой размерности с сочетанными описательными шкалами и градациями (Подсистема "ЭЙДОС-Сочетания"). Пат. № 2008610775 РФ. Заяв. № 2007615168 РФ. Опубл. от 14.02.2008.

169. Луценко Е.В., Марченко Н.Н. Драгавцева И.А., Акопян В.С., Костенко В.Г. Автоматизированная система поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (Система "Плодкомфорт"). Пат. № 2008613272 РФ. Заяв. № 2008612309 РФ. Опубл. от 09.07.2008.

170. Луценко Е.В., Лойко В.И., Макаревич О.А. Программный интерфейс между базами данных стандартной статистической отчетности агропромышленного холдинга и системой "Эйдос" (Программный интерфейс "Эйдос-холдинг"). Пат. № 2009610052 РФ. Заяв. № 2008615084 РФ. Оpubл. от 11.01.2009.

171. Луценко Е.В., Драгавцева И.А. Марченко Н.Н. Святкина О.А. Овчаренко Л.И. Агроэкологическая система прогнозирования риска гибели урожая плодовых культур от неблагоприятных климатических условий зимне-весеннего периода (Система «ПРОГНОЗ-ЛИМИТ»). Пат. № 2009616032 РФ. Заяв. № 2009614930 РФ. Оpubл. от 30.10.2009.

172. Луценко Е.В., Система решения обобщенной задачи о назначениях (Система «Эйдос-назначения»). Пат. № 2009616033 РФ. Заяв. № 2009614931 РФ. Оpubл. от 30.10.2009.

173. Луценко Е.В., Система восстановления и визуализации значений функции по признакам аргумента (Система «Эйдос-map»). Пат. № 2009616034 РФ. Заяв. № 2009614932 РФ. Оpubл. от 30.10.2009.

174. Луценко Е.В., Система количественной оценки различимости символов стандартных графических шрифтов (Система «Эйдос-image»). Пат. № 2009616035 РФ. Заяв. № 2009614933 РФ. Оpubл. от 30.10.2009.

175. Луценко Е.В., Трунев А.П., Шашин В.Н. Бандык Д.К. Интеллектуальная система научных исследований влияния космической среды на глобальные геосистемы «Эйдос-астра» (ИСНИ «Эйдос-астра»). Пат. № 2011612054 РФ. Заяв. № 2011610345 РФ 20.01.2011. Оpubл. от 09.03.2011.

176. Луценко Е.В., Шеляг М.М. Программное обеспечение аппаратно-программного комплекса СДС-тестирования по методу профессора В.М.Покровского. Пат. № 2011612055 РФ. Заяв. № 2011610346 РФ 20.01.2011. Оpubл. от 09.03.2011.

177. Луценко Е.В., Бандык Д.К. Подсистема визуализации когнитивных (каузальных) функций системы «Эйдос» (Подсистема «Эйдос-VCF»). Пат. № 2011612056 РФ. Заяв. № 2011610347 РФ 20.01.2011. Оpubл. от 09.03.2011.

178. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Оpubл. От 10.01.2012.

179. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-Х++". Пат. № 2012619610 РФ. Заявка № 2012617579 РФ от 10.09.2012. Зарегистр. 24.10.2012.

180. Луценко Е.В. Когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-6.0" и система "ЭЙДОС-Ψ" – адекватный инструментарий для психологических служб МВД, В сб.: "Актуальные проблемы социально-правовой подготовки специалистов и перспективы совершенствования системы комплектования ОВД". Материалы межвузовской научно-практической конференции (16-18.05.1997). Часть 1. –Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1997. – С. 65-69, С. 136-141.

181. Луценко Е.В., Лаптев В.Н., Третьяк В.Г. Прогнозирование качества специальной деятельности методом подсознательного (подпорогового) тестирования на основе семантического резонанса, В сб.: "Проблемы совершенствования систем защиты информации, энергоснабжения военных объектов и образовательных технологий подготовки специалистов". Материалы II межвузовской научно-технической конференции. – Краснодар: КВИ, 2001. – С. 127-128.

182. Луценко Е.В., Лебедев А.Н. Диагностика и прогнозирование профессиональных и творческих способностей методом АСК-анализа электроэнцефалограмм в системе "Эйдос", Межвузовский сборник научных трудов, том 1. – Краснодар: КВИ, 2003. – С. 227-229.

183. Луценко Е.В., Рябикина З.М., Некрасов С.Д. Личность и профессия: проблема самоактуализации, В сб.: "Психологические проблемы самореализации личности" / Под ред. О.Г.Кукосяна. – Краснодар: КубГУ, 1997. – С. 127-140.

184. Луценко Е.В. Селиверстов В.В. Разработка профессиональных оптимальных адаптивных тестов на основе интеллектуальной технологии "ЭЙДОС", В сб.: "Современные компьютерные технологии обучения". Материалы 2-й межвузовской научно-методической конференции. – Краснодар: КВВАУ, 1998. – С. 32-34.

185. Луценко Е.В., Третьяк В.Г. Анализ профессиональных траекторий специалистов с применением системы "Эйдос", Личность и ее бытие (социально-психологические аспекты бытия личности в местном сообществе): сборник научных работ / Под.ред. З.И.Рябикиной. – Краснодар: КубГУ, 2002. –С. 43-49.

186. Луценко Е.В. Селиверстов В.В. Разработка профессиональных оптимальных адаптивных тестов на основе интеллектуальной технологии "ЭЙДОС", В сб.: "Современные компьютерные технологии обучения". Материалы 2-й межвузовской научно-методической конференции. – Краснодар: КВВАУ, 1998. – С. 32-34.

187. Луценко Е.В., Третьяк В.Г. Анализ профессиональных траекторий специалистов с применением системы "Эйдос", Личность и ее бытие (социально-психологические аспекты бытия личности в местном сообществе): сборник научных работ / Под.ред. З.И.Рябикиной. – Краснодар: КубГУ, 2002. –С. 43-49.

188. Луценко Е.В. Синтез астропрофессиограмм и прогнозирование успешности деятельности на основе применения АСК-анализа // Ж-л International Journal The World Astrology Review. [Электронный ресурс]. – Toronto, Canada, 2006. – № 02(50), February 28. – Режим доступа: <http://trounev.net/thewar/No50/EL.htm>

189. Третьяк В.Г., Александров С.Г., Луценко Е.В. Модель профессионально-значимых качеств личности сотрудников ОВД, Вестник учебного отдела КЮИ МВД РФ. –2001. – №1. – С. 37-40.

190. Горпинченко К.Н., Луценко Е.В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа). Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2013. – 168 с. ISBN 978-5-94672-644-3

191. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ «Подсистема генерации сочетаний классов, сочетаний значений факторов и декодирования обучающей и распознаваемой выборки интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» ("Эйдос-сочетания"), Гос.рег.№ 2013660481 от 07.11.2013.

192. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Свидетельство РосПатента РФ на программу для ЭВМ «Подсистема интеллектуальной системы «Эйдос-Х++», реализующая сценарный метод системно-когнитивного анализа ("Эйдос-сценарии"), Гос.рег.№ 2013660738 от 18.11.2013.

193. Орлов А.И., Луценко Е.В. О развитии системной нечеткой интервальной математики. // Философия математики: актуальные проблемы. Математика и реальность. Тезисы Третьей всероссийской научной конференции; 27-28 сентября 2013 г. / Редкол.: Бажанов В.А. и др. – Москва: Центр стратегической конъюнктуры, 2013. – 270 с. ISBN 978-5-906233-39-4, с.190-193, адрес доступа: [http://vfc.org.ru/rus/events/conferences/phi-1\\_math\\_2013/PhilMathem2013.pdf](http://vfc.org.ru/rus/events/conferences/phi-1_math_2013/PhilMathem2013.pdf)



194. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Автоматизированный системно-когнитивный анализ: современная теория, технология и инструментарий управления знаниями. // Региональный сектор экономики знаний: проблемы теории и практики управления формированием и развитием: материалы V Междунар. научн.-практ. конф. / отв. Ред. В.В. Ермоленко, М.Р. Закарян. Краснодар: Кубанский гос. Ун-т, 2013 г. – 206 с. ISBN 978-5-8209-0917-7, с.14-18

195. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Возможности применения системно-когнитивного анализа для сопоставимой оценки эффективности вузов. // Региональный сектор экономики знаний: проблемы теории и практики управления формированием и развитием: материалы V Междунар. научн.-практ. конф. / отв. Ред. В.В. Ермоленко, М.Р. Закарян. Краснодар: Кубанский гос. Ун-т, 2013 г. – 206 с. ISBN 978-5-8209-0917-7, с.148-152

196. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-X++» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 у.п.л.

197. Луценко Е.В. Подчиняются ли социально-экономические явления каким-то аналогам или обобщениям принципа относительности Галилея и Эйнштейна и выполняются ли для них теорема Нётер и законы сохранения? // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 219 – 254. – IDA [article ID]: 0911307014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/14.pdf>, 2,25 у.п.л.

198. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, 3,375 у.п.л.

199. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Бандык Д.К. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений на основе АСК-анализа на примере большого калифорнийского разлома Сан-Андреас // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 1322 – 1377. – IDA [article ID]: 0911307093. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/93.pdf>, 3,5 у.п.л.

200. Трунев А.П., Луценко Е.В., Системно-когнитивный анализ взаимосвязей между астрономическими и социальными событиями в астросоциотипологии // Материалы 8-я Международная ФАМ конференция по финансово-актуарной математике и смежным вопросам, Красноярск, 2009, Стр.155-160. – Режим доступа: <http://eventology-theory.ru/0-lec/VIII-fam2009-14-January-doc.pdf>

201. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883.

– IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.

202. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Бандык Д.К. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений с применением АСК-анализа // *Chaos and Correlation. International Journal*, October 31, 2013, [http://chaosandcorrelation.org/Chaos/NT\\_31\\_10\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/NT_31_10_2013.pdf)

203. Луценко Е.В. Web-портал по УМК в составе сайта университета: актуальность и возможность создания / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]*. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1134 – 1147. – IDA [article ID]: 0931309077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/77.pdf>, 0,875 у.п.л.

204. <http://eom.pp.ua/books/%D0%93%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%...>

205. <http://do.rulitru.ru/v15480/?download=1>

206. [http://ihtik.lib.ru/philosbook\\_8dec2005/%&Ovr1/philosbook\\_8d...](http://ihtik.lib.ru/philosbook_8dec2005/%&Ovr1/philosbook_8d...)

207. <http://rex.vniigim.ru/HTML/UPR-DTPS-REX.doc>

208. <http://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-problemy-klassich...>

209. <http://economy-lib.com/sistemno-kognitivnyy-analiz-v-upravle...>

210. <http://cyberleninka.ru/article/n/sistemno-kognitivnyy-podhod...>

211. <http://cyberleninka.ru/article/n/refleksivnaya-avtomatizirov...>

212. <http://userdocs.ru/psihologiya/115586/index.html?page=8>

213. <http://www.e-reading.org.ua/download.php?book=112978>

214. <http://do.rulitru.ru/v15481/%D0%BB%D1%83%D1%86%D0%B5%D0%BD%D..>

+

215. <http://manag.kubsu.ru/index.php/ofup/kafedry/219-lucenko>

216. <http://window.edu.ru/resource/014/47014/files/mirea014.pdf>

217. <http://cyberleninka.ru/article/n/adaptivnaya-semanticheskaya...>

218. <http://rudocs.exdat.com/docs/index-45881.html>

219. <http://kurs.znate.ru/docs/index-113939.html>

220. [http://www.supcourt.ru/news\\_detale.php?id=2637](http://www.supcourt.ru/news_detale.php?id=2637)

221. <http://www.atheism.ru/cgi-bin/atheism/msgbook/max.pl?t=m1331>

222. <http://www.mmro.ru/files/2007-mmro-13.pdf>

223. Полонский С.Ю. Стратегическое управление прибыльным ростом корпорации с учетом динамики потребительской ценности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук по специальности 08.00.05. – Санкт-Петербург, 2007 г., 32 с. –РИНЦ. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://elibrary.fines.ru/materials\\_files/refer/A6596\\_b.pdf](http://elibrary.fines.ru/materials_files/refer/A6596_b.pdf)

224. Киселев А.Г. Корпоративная и комплексная информационная система управления промышленного предприятия (КИС): учебник/ для студентов ВУЗов. – Новосибирск. – 2010г. – 408с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://akis46.narod.ru/itsu.html#1>

225. Сафаров А. «Правильный контроллинг»: мнение практика. Группа IntelCont, Журнал «Управленческий учет» № 1 2006 г., [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.cfin.ru/management/controlling/correct\\_controlling.shtml](http://www.cfin.ru/management/controlling/correct_controlling.shtml)

226. Меньков А.В. Теоретические основы автоматизированного управления / А.В. Меньков, В.А. Острейковский. – Учебник для вузов. – М.: Издательство Оникс, 2005. – 640 с.

227. Воевода А.А. Матричные передаточные функции: учеб. пособие под ред. А.С.Вострикова; Новосиб. гос. техн. ун-т, г.Новосибирск, 1983 г., – 94 стр. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/166174/>

228. Востриков А.С., Французова Г.А., Шпилева О.Я. Теория автоматического управления линейных систем. Учебное пособие. – Новосибирск: НГТУ, 2011. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://edu.nstu.ru/courses/tech/tau/demo/book/M1.htm>  
<http://edu.nstu.ru/courses/tech/tau/demo/book/Sod27.htm>

229. Толмачев В.А. Теория электропривода. Ч.2. Замкнутые системы. Учебное пособие. С Петербургский государственный институт точной механики и оптики (технический университет). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ets.ifmo.ru/tolmachev/ouems/lec2/lec2.htm>  
<http://www.ets.ifmo.ru/tolmachev/ouems/ouems.htm>

230. Бахурин С.А. Дискретные сигналы. Преобразование Лапласа дискретного сигнала. Z-преобразование. Разностное уравнение дискретного фильтра. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.dsplib.ru/content/filters/ch9/ch9.html>

231. Сайт проф.Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>

232. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Бандык Д.К. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений с применением АСК-анализа // Chaos and Correlation. International Journal, October 31, 2013, [http://chaosandcorrelation.org/Chaos/NT\\_31\\_10\\_2013.pdf](http://chaosandcorrelation.org/Chaos/NT_31_10_2013.pdf)

233. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Разработка без программирования и применение в адаптивном режиме методик риэлтерской экспресс-оценки по методу аналогий (сравнительных продаж) в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №10(094). С. 507 – 564. – IDA [article ID]: 0941310036. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/10/pdf/36.pdf>, 3,625 у.п.л.

234. Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Доможирова В.В. Методы многокритериальной оценки биологических и метеорологических характеристик. Материалы за 9-а международна научна практична конференция, «Achievement of high school», - 2013. Том 43. Селско стопанство/ Здание и архитектура. София. «Бял ГРАД-БГ» ООД - 104 стр., С.: 46-52

235. Луценко Е.В., Орлов А.И. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в системной нечеткой интервальной математике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 у.п.л.

236. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Автоматизированный системно-когнитивный анализ как метод комплексного решения проблемы управления персоналом с применением функционально-стоимостного анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 1 – 16. – IDA [article ID]: 0961402001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/01.pdf>, 1 у.п.л.

237. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика (монография 24) Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

238. Трунев А.П., Луценко Е.В., Гравитационные волны и коэффициент эмерджентности классических и квантовых систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 1343 – 1366. – IDA [article ID]: 0971403092. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/92.pdf>, 1,5 у.п.л.

239. Луценко Е.В. Применение теории информации и АСК-анализа для экспериментальных исследований в теории чисел // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 676 – 717. – IDA [article ID]: 0971403048. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/48.pdf>, 2,625 у.п.л.,

240. Коржаков В.Е. Управление персоналом с применением функционально-стоимостного и системно-когнитивного анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 1009 – 1041. – IDA [article ID]: 0981404075. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/75.pdf>, 2,062 у.п.л.

241. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ и система "Эйдос" и их применение для построения интеллектуальных измерительных систем // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №5. С.64-74.

242. <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1267409>  
<http://elibrary.ru/item.asp?id=21538328>

243. Луценко Е.В. Исследование символьных и цифровых рядов методами теории информации и АСК-анализа (на примере числа Пи с одним миллионом знаков после запятой) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 319 – 355. – IDA [article ID]: 0991405022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/22.pdf>, 2,312 у.п.л.

244. Чередниченко Н.А., Луценко Е.В., Трунев А.П. Моделирование смещения полюса Земли и алгоритм прогнозирования его динамики с применением АСК-анализа // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 149 – 188. – IDA [article ID]: 0991405010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/10.pdf>, 2,5 у.п.л.

245. Луценко Е.В., Лойко В.И. Современное состояние и перспективы развития Политематического сетевого электронного научного журнала Кубанского государственного аграрного университета // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 146 – 176. – IDA [article ID]: 1001406008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/08.pdf>, 1,938 у.п.л.

246. Луценко Е.В., Лойко В.И. АСК-анализ проблематики статей Научного журнала КубГАУ в динамике // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 109 – 145. – IDA [article ID]: 1001406007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/07.pdf>, 2,312 у.п.л.

247. Луценко Е.В., Пенкина Ю.Н. АСК-анализ, моделирование и идентификация живых существ на основе их фенотипических признаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 1346 – 1395. – IDA [article ID]: 1001406090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/90.pdf>, 3,125 у.п.л.

248. А.И.Трубилин А.И., Кацко И.А., Орлов А.И. Фалько С.Е. и др. Модели и методы прикладных системных исследований (практикум) Учебное пособие / Под ред.

А.И. Трубилина, И.А. Кацко. – Краснодар, КубГАУ, 2014. – 449 с. (Серия: Вероятность, статистика и прикладные исследования в аграрном университете). ISBN 978-5-94672-760-0

249. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» Экономика знаний: проблемы управления формированием и развитием: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. / отв. ред. В.В. Ермоленко, М.Р. Закарян. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2014. – 405 с. – 300 экз. ISBN 978-5-8209-1044-9, с.289-304

250. Луценко Е.В., Лойко В.И., Барановская Т.П. Синтез, верификация и исследование на устойчивость системно-когнитивной модели перерабатывающего комплекса региона // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 305 – 333. – IDA [article ID]: 1011407016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/16.pdf>, 1,812 у.п.л.

251. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х+++» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1368 – 1410. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.

252. Луценко Е.В. Тотальная ложь как стратегическое информационное оружие общества периода глобализации и дополненной реальности (применим ли в современном обществе принцип наблюдаемости как критерий реальности) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1411 – 1429. – IDA [article ID]: 1011407091. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/91.pdf>, 1,188 у.п.л.

253. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Выявление технологических знаний и принятие решений в АПК на основе АСК-анализа // Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК: Сб. науч. трудов 9-й Междунар. науч.-практ. конференции «Инновационные разработки для АПК» (г. Зерноград Ростовской обл., ФГБНУ СКНИИМЭСХ, 28-29 мая 2014г.). В 2-х частях. – Зерноград: ПМГ СКНИИМЭСХ, 2014. – Ч.1.– С.190-196. (ISBN 978-5-904960-30-8)

254. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0

255. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х+++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.

256. Луценко Е.В. Синтез, верификация и исследование на устойчивость системно-когнитивной модели перерабатывающего комплекса региона / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, Т.П. Барановская // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 305 – 333. – IDA [article ID]: 1011407016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/16.pdf>, 1,812 у.п.л.

257. Луценко Е.В. Прогнозирование продолжительности жизни пациентов, перенесших сердечный приступ, по данным эхокардиограммы на основе базы данных репозитория UCI / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 1282 – 1328. – IDA [article ID]: 1021408082. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/82.pdf>, 2,938 у.п.л.

258. Луценко Е.В. Применение АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" для решения в общем виде задачи идентификации литературных источников и авторов по стандартным, нестандартным и некорректным библиографическим описаниям / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 498 – 544. – IDA [article ID]: 1031409032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/32.pdf>, 2,938 у.п.л.

259. Луценко Е.В. Прогнозирование количества и классов солнечных вспышек на основе их предыстории по данным репозитория UCI с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, А.Ю. Боровко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 1309 – 1370. – IDA [article ID]: 1041410099. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/99.pdf>, 3,875 у.п.л.

260. Луценко Е.В. Модификация взвешенного метода наименьших квадратов путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в аргументе о значении функции (алгоритм и программная реализация) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 1371 – 1421. – IDA [article ID]: 1041410100. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/100.pdf>, 3,188 у.п.л.

261. Луценко Е.В. Модификация взвешенного метода наименьших квадратов путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в аргументе о значении функции (математические аспекты) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). С. 814 – 845. – IDA [article ID]: 1051501050. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/50.pdf>, 2 у.п.л.

262. Луценко Е.В. Решение задач статистики методами теории информации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №02(106). С. 1 – 47. – IDA [article ID]: 1061502001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/01.pdf>, 2,938 у.п.л.

263. Луценко Е.В. Синтез и верификация многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан и ее применение для сопоставимой оценки эффективности российских вузов с учетом направления подготовки / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). – IDA [article ID]: 1071503001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/01.pdf>, 3,875 у.п.л.

264. Майсак О. С. SWOT-анализ: объект, факторы, стратегии. Проблема поиска связей между факторами // Прикаспийский журнал: управление и высокие техноло-



280. Безродный О.К. Система инвестиционного управления автодорожной отраслью региона / О.К. Безродный, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 41 – 54. – IDA [article ID]: 0010301007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/07.pdf>, 0,875 у.п.л.

281. Крохмаль В.В. Управление экономикой перерабатывающего комплекса / В.В. Крохмаль, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 113 – 130. – IDA [article ID]: 0010301013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/13.pdf>, 1,125 у.п.л.

282. Ткачев А.Н. Инвестиции как фактор управления агропроизводством / А.Н. Ткачев, В.И. Лойко, Г.Г. Пименов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 92 – 112. – IDA [article ID]: 0010301012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/12.pdf>, 1,312 у.п.л.

283. Лойко В.И. Экспериментальная факторная модель процесса акустомагнитной обработки топлива / В.И. Лойко, А.В. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 62 – 68. – IDA [article ID]: 0020302008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/08.pdf>, 0,438 у.п.л.

284. Лойко В.И. Структура 1 производственной системы с вертикальной интеграцией / В.И. Лойко, В.В. Крохмаль // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 224 – 239. – IDA [article ID]: 0030401007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/07.pdf>, 1 у.п.л.

285. Крохмаль В.В. Структура 2 производственной системы с вертикальной интеграцией / В.В. Крохмаль, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 240 – 254. – IDA [article ID]: 0030401008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/08.pdf>, 0,938 у.п.л.

286. Лойко В.И. Методика оценки риска потери прибыли при хранении сельскохозяйственной продукции / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 234 – 246. – IDA [article ID]: 0040402019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/19.pdf>, 0,812 у.п.л.

287. Коржаков А.В. Исследование эффективности акустомагнитной обработки жидкого топлива / А.В. Коржаков, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 255 – 273. – IDA [article ID]: 0040402021. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/21.pdf>, 1,188 у.п.л.

288. Барановская Т.П. Система моделей реструктуризации агропроизводства / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный жур-



нал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №02(004). С. 247 – 254. – IDA [article ID]: 0040402020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/02/pdf/20.pdf>, 0,5 у.п.л.

289. Лойко В.И. Исследование эффективности акустомагнитной обработки водных систем / В.И. Лойко, А.В. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 112 – 129. – IDA [article ID]: 0050403007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/07.pdf>, 1,125 у.п.л.

290. Ткачев А.Н. Инвестиционная эффективность интегрированных систем агропромышленного комплекса / А.Н. Ткачев, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 172 – 190. – IDA [article ID]: 0070405015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/15.pdf>, 1,188 у.п.л.

291. Барановская Т.П. Моделирование реструктуризации производства агропредприятий в переходной экономике / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №06(008). С. 202 – 232. – IDA [article ID]: 0080406019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/06/pdf/19.pdf>, 1,938 у.п.л.

292. Барановская Т.П. Системный анализ организационной структуры управления автомобильной отраслью региона / Т.П. Барановская, О.К. Безродный, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №06(008). С. 168 – 201. – IDA [article ID]: 0080406018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/06/pdf/18.pdf>, 2,125 у.п.л.

293. Лойко В.И. Методика системного анализа прикладных процессов акустомагнитной обработки жидкости / В.И. Лойко, А.В. Коржаков, С.А. Коржакова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №01(009). С. 104 – 133. – IDA [article ID]: 0090501009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/09.pdf>, 1,875 у.п.л.

294. Лойко В.И. Методика и модели оценки эффективности хлебопродуктовых производственных объединений потребительской кооперации / В.И. Лойко, Т.В. Першакова, О.В. Ищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №02(010). С. 176 – 195. – IDA [article ID]: 0100502016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/16.pdf>, 1,25 у.п.л.

295. Лойко В.И. Методика и модели оптимизации входных параметров технологической цепи хлебопродуктового объединения / В.И. Лойко, Т.В. Першакова, О.В. Ищенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №02(010). С. 196 – 210. – IDA [article ID]: 0100502017. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/02/pdf/17.pdf>, 0,938 у.п.л.

296. Лойко В.И. Подход к оценке интегрального показателя риска интегрированных производственных систем / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного универси-

тета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(011). С. 163 – 180. – IDA [article ID]: 0110503018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/18.pdf>, 1,125 у.п.л.

297. Лойко В.И. Методика оценки риска при посадке многолетних растений / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №06(014). С. 89 – 101. – IDA [article ID]: 0140506009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/06/pdf/09.pdf>, 0,812 у.п.л.

298. Лойко В.И. Анализ эффективности и устойчивости АПК на основе потоковых моделей стоимости / В.И. Лойко, Ю.Е. Погосов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №01(017). С. 155 – 180. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0009, IDA [article ID]: 0170601018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/18.pdf>, 1,625 у.п.л.

299. Коржаков А.В. Автоматизированные системы учета и контроля на рынке средств защиты товаров / А.В. Коржаков, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №01(017). С. 77 – 81. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0248, IDA [article ID]: 0170601010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/01/pdf/10.pdf>, 0,312 у.п.л.

300. Лойко В.И. Модели организации хлебопродуктовой интегрированной производственной цепи / В.И. Лойко, И.М. Напсо // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №04(020). С. 77 – 102. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0060, IDA [article ID]: 0200604007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/04/pdf/07.pdf>, 1,625 у.п.л.

301. Барановская Т.П. Поточковые модели эффективности интегрированных производственных структур / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №07(023). С. 183 – 194. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0169, IDA [article ID]: 0230607022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/07/pdf/22.pdf>, 0,75 у.п.л.

302. Лойко В.И. Анализ статистических нелинейностей в сахарной подотрасли АПК / В.И. Лойко, В.Н. Лаптев, Д.Ю. Жмурко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №05(029). С. 134 – 148. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0095, IDA [article ID]: 0290705011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/05/pdf/11.pdf>, 0,938 у.п.л.

303. Барановская Т.П. Модели управления эффективностью и устойчивостью малых перерабатывающих предприятий АПК / Т.П. Барановская, И.В. Арушанов, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – №08(032). С. 84 – 111. – Шифр Информрегистра: 0420700012\0143, IDA [article ID]: 0320708009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2007/08/pdf/09.pdf>, 1,75 у.п.л.

304. Лойко В.И. Модель и методика расчета интегрального показателя воздействия внешней среды интегрированной производственной системы / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный

ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №01(035). С. 189 – 210. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0004, IDA [article ID]: 0350801013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/13.pdf>, 1,375 у.п.л.

305. Лойко В.И. Подход к анализу внутренней среды интегрированной производственной системы с целью учета рисков составляющей / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №01(035). С. 163 – 188. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0005, IDA [article ID]: 0350801012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/12.pdf>, 1,625 у.п.л.

306. Лойко В.И. Методика оптимального выбора землепользования для интегрированных производственных систем сахарного подкомплекса / В.И. Лойко, Д.Ю. Жмурко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №05(039). С. 191 – 202. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0058, IDA [article ID]: 0390805011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/05/pdf/11.pdf>, 0,75 у.п.л.

307. Лойко В.И. Система управления: потоки, дерево целей и функций интегрированных производственных систем сахарного подкомплекса / В.И. Лойко, В.Н. Лаптев, Д.Ю. Жмурко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №05(039). С. 203 – 215. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0057, IDA [article ID]: 0390805012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/05/pdf/12.pdf>, 0,812 у.п.л.

308. Лойко В.И. Количественные модели и методики оценки рисков в агропромышленных интегрированных производственных системах / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №06(040). С. 105 – 124. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0077, IDA [article ID]: 0400806012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/06/pdf/12.pdf>, 1,25 у.п.л.

309. Лойко В.И. Разработка и применение инструментального средства расчета характеристик городских автомобильных дорог (на примере г. Краснодара) / В.И. Лойко, А.В. Параскевов, А.А. Чемеркина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №09(043). С. 139 – 153. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0125, IDA [article ID]: 0430809008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/09/pdf/08.pdf>, 0,938 у.п.л.

310. Лойко В.И. Математическая модель расчета экономических параметров управления транспортными потоками / В.И. Лойко, А.В. Параскевов, А.А. Чемеркина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 89 – 103. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0143, IDA [article ID]: 0440810006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/06.pdf>, 0,938 у.п.л.

311. Лойко В.И. Материально-финансовые потоки в интегрированной производственной системе по переработке зерна пшеницы / В.И. Лойко, С.Н. Богославский, Л.О. Великанова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 131 – 147. – Шифр Ин-

формрегистра: 0420800012\0140, IDA [article ID]: 0440810009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/09.pdf>, 1,062 у.п.л.

312. Лойко В.И. Модели управления экономической эффективностью интегрированных производственных систем сахарного подкомплекса АПК / В.И. Лойко, Д.Ю. Жмурко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 28 – 47. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0146, IDA [article ID]: 0440810002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/02.pdf>, 1,25 у.п.л.

313. Лойко В.И. Модели управления сетью специализированных магазинов. Внедрение информационных технологий в торговые компании России. / В.И. Лойко, В.А. Берсенёва // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 104 – 114. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0142, IDA [article ID]: 0440810007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/07.pdf>, 0,688 у.п.л.

314. Лойко В.И. Материально-финансовые потоки в интегрированной производственной системе по производству и переработке зерна пшеницы / В.И. Лойко, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 148 – 165. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0139, IDA [article ID]: 0440810010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/10.pdf>, 1,125 у.п.л.

315. Лойко В.И. Разработка и применение инструментального средства для расчета маршрутов транспортных средств в условиях города Краснодара / В.И. Лойко, А.В. Параскевов, Р.Р. Бариев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 137 – 153. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0002, IDA [article ID]: 0450901011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/11.pdf>, 1,062 у.п.л.

316. Лойко В.И. Программное обеспечение подсистемы управления экономическими параметрами предприятия АПК / В.И. Лойко, А.Ю. Раззорёнов, Р.Р. Мукучан // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 117 – 136. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0007, IDA [article ID]: 0450901010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/10.pdf>, 1,25 у.п.л.

317. Лойко В.И. Управление зерноперерабатывающим холдингом / В.И. Лойко, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №03(047). С. 87 – 95. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0030, IDA [article ID]: 0470903007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/03/pdf/07.pdf>, 0,562 у.п.л.

318. Барановская Т.П. Методики и модели управления эффективностью хлебопродуктовых производственных систем потребительской кооперации / Т.П. Барановская, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 15 – 29. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0091, IDA [article ID]: 0520908002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/02.pdf>, 0,938 у.п.л.

319. Лойко В.И. Экономико-математический анализ технологически полной цепи по производству зерна, его переработке и реализации хлебопродукции / В.И. Лойко, С.Н. Богославский, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 22 – 47. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0113, IDA [article ID]: 0540910003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/03.pdf>, 1,625 у.п.л.

320. Лойко В.И. Применение треугольных нечетких чисел для прогнозирования величины материального потока в хлебопродуктовой цепи / В.И. Лойко, Н.В. Ефанова, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 334 – 344. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0099, IDA [article ID]: 0591005021. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/21.pdf>, 0,688 у.п.л.

321. Лойко В.И. Сравнительный анализ экономической эффективности интегрированной и дезинтегрированной производственных систем / В.И. Лойко, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 294 – 300. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0100, IDA [article ID]: 0591005018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/18.pdf>, 0,438 у.п.л.

322. Макаревич О.А. Информационная модель агропромышленного холдинга: синтез и оценка адекватности / О.А. Макаревич, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 140 – 148. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0089, IDA [article ID]: 0591005009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/09.pdf>, 0,562 у.п.л.

323. Лойко В.И. Управление экономической эффективностью технологически интегрированных зерноперерабатывающих производственных систем / В.И. Лойко, С.Н. Богославский, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №06(060). С. 641 – 659. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0138, IDA [article ID]: 0601006041. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/06/pdf/41.pdf>, 1,188 у.п.л.

324. Барановская Т.П. Модели управления экономикой фермерских хозяйств (часть 2) / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Р.Г. Симонян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 326 – 341. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0244, IDA [article ID]: 0631009025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/25.pdf>, 1 у.п.л.

325. Барановская Т.П. Модели управления экономикой фермерских хозяйств (часть 1) / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Р.Г. Симонян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 308 – 325. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0239, IDA [article ID]: 0631009024. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/24.pdf>, 1,125 у.п.л.

326. Лойко В.И. Меры по обеспечению эффективной организации городского дорожного движения / В.И. Лойко, А.В. Параскевов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. –

№10(064). С. 131 – 141. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0268, IDA [article ID]: 0641010013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/13.pdf>, 0,688 у.п.л.

327. Лойко В.И. Комплекс моделей оптимизации параметров управления запасами технологически интегрированной производственной системы / В.И. Лойко, О.А. Макаревич, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №08(072). С. 551 – 565. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0325, IDA [article ID]: 0721108047. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/08/pdf/47.pdf>, 0,938 у.п.л.

328. Скиба С.А. Современный подход к оценке платежеспособности клиента при кредитовании / С.А. Скиба, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №07(081). С. 986 – 996. – IDA [article ID]: 0811207074. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/07/pdf/74.pdf>, 0,688 у.п.л.

329. Комплекс математических моделей хлебопродуктовой технологической цепи / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №08(082). С. 1112 – 1127. – IDA [article ID]: 0821208076. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/76.pdf>, 1 у.п.л.

330. Поточковая схема интегрированной производственной системы по переработке зерна пшеницы / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №08(082). С. 1098 – 1111. – IDA [article ID]: 0821208075. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/08/pdf/75.pdf>, 0,875 у.п.л.

331. Скиба С.А. Социальный скоринг / С.А. Скиба, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 1258 – 1275. – IDA [article ID]: 0911307089. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/89.pdf>, 1,125 у.п.л.

332. Лойко В.И. Поточковое взаимодействие сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий АПК / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, С.А. Боярко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 1054 – 1073. – IDA [article ID]: 0921308071. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/71.pdf>, 1,25 у.п.л.

333. Скиба С.А. Коллекторский скоринг / С.А. Скиба, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 1292 – 1301. – IDA [article ID]: 0931309089. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/89.pdf>, 0,625 у.п.л.

334. Барановская Т.П. Анализ эффективности организационных структур систем управления региональной потребительской кооперацией / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, А.Е. Вострокнутов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №09(093). С. 439 – 456. – IDA [article ID]: 0931309029. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/29.pdf>, 1,125 у.п.л.

335. Лойко В.И. Сравнительная эффективность сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий АПК при потоковом взаимодействии / В.И. Лойко, Т.П. Барановская, С.А. Боярко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №02(096). С. 1045 – 1061. – IDA [article ID]: 0961402073. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/73.pdf>, 1,062 у.п.л.

336. Применение кодов с естественной избыточностью для защиты информации / Ю.А. Яблоновский, В.И. Лойко, А.В. Винокуров, В.Н. Махичев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №04(098). С. 1432 – 1445. – IDA [article ID]: 0981404103. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/04/pdf/103.pdf>, 0,875 у.п.л.

337. Блок нечетких моделей для расчета экономических параметров технологически интегрированной производственной системы / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Н.В. Ефанова, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 338 – 355. – IDA [article ID]: 1001406018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/18.pdf>, 1,125 у.п.л.

338. Математические модели оптимизации объемов материальных потоков в интегрированных зерноперерабатывающих производственных системах / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, О.А. Макаревич, С.Н. Богославский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 315 – 337. – IDA [article ID]: 1001406017. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/17.pdf>, 1,438 у.п.л.

339. Кравцов А.А. Совершенствование пользовательского интерфейса визуализации трехмерных объектов при помощи технологии дополненной реальности / А.А. Кравцов, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 1408 – 1420. – IDA [article ID]: 1001406091. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/91.pdf>, 0,812 у.п.л.

340. Барановская Т.П. Комплекс моделей оценки эффективности использования кредитных средств малыми сельскохозяйственными предприятиями / Т.П. Барановская, В.И. Лойко, Р.Г. Симонян // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №08(102). С. 1329 – 1350. – IDA [article ID]: 1021408083. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/83.pdf>, 1,375 у.п.л.

341. Физический смысл некоторых критериев подобия процесса переноса в канале обессоливания электродиализного аппарата с учетом электроконвекции / А.В. Коваленко, В.В. Никоненко, М.Х. Уртенев, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). С. 846 – 865. – IDA [article ID]: 1051501051. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/51.pdf>, 1,25 у.п.л.

**Орлов Александр Иванович**

профессор, доктор экономических наук, доктор технических наук,  
кандидат физико-математических наук,  
профессор кафедры «Экономика и организация производства»  
научно-учебного комплекса «Инженерный бизнес и менеджмент»  
МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва, Россия

**Луценко Евгений Вениаминович**

профессор, доктор экономических наук, кандидат технических наук,  
профессор кафедры компьютерных технологий и систем  
Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, Россия

**Лойко Валерий Иванович**

Заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор технических наук,  
заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем  
Кубанского государственного аграрного университета, Краснодар, Россия

**Монография****ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ  
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЛИНГА****Научное издание**

Литературный редактор: Е.В.Луценко

Оригинал-макет: Е.В.Луценко

Подписано в печать «**10**» апреля 2015. Формат **60 × 84**  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Печ. л.: – **37,500**. Заказ № **179**. Тираж **100** экз.

Отпечатано в типографии Кубанского государственного аграрного университета  
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13