

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И. Т. Трубилина»

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

ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ЭКОЛОГИИ

Монография

Краснодар
КубГАУ
2019

УДК 519.7:574

ББК 22.18

Л72

Р е ц е н з е н т ы :

В. В. Степанов – профессор кафедры информатики и вычислительной техники Кубанского государственного технологического университета, д-р техн. наук, профессор;

Г. А. Аршинов – профессор кафедры компьютерных технологий и систем Кубанского государственного аграрного университета, д-р техн. наук, канд. физ.-мат. наук, профессор

Лойко В. И.

Л72 Высокие статистические технологии и системно-когнитивное моделирование в экологии : монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 258 с.

ISBN 978-5-00097-855-9

В монографии рассмотрены высокие статистические технологии, проблемы управления экологической безопасностью, приведен автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния экологических факторов на качество жизни населения региона.

Предназначена для обучающихся, преподавателей и всех интересующихся данной проблематикой.

УДК 519.7:574

ББК 22.18

ISBN 978-5-00097-855-9

© Лойко В. И., Луценко Е. В.,
Орлов А. И., 2019

© ФГБОУ ВО «Кубанский
государственный аграрный
университет имени
И. Т. Трубилина», 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ЧАСТЬ I. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ	7
ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ	7
ГЛАВА 2. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ СТАТИСТИКА В НАШЕЙ СТРАНЕ	21
ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИКЛАДНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ	37
ГЛАВА 4. О ВЫСОКИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ	50
ГЛАВА 5. О НОВОЙ ПАРАДИГМЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ	63
ГЛАВА 6. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ - ИЗ НАУКИ В ПРЕПОДАВАНИЕ .	75
ЧАСТЬ II. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ	87
ГЛАВА 7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	87
ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПОДЗЕМНЫЕ БЕЗОБОЛОЧЕЧНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ	100
ЧАСТЬ III. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА	109
ГЛАВА 9. ПРОБЛЕМА И ПОДХОДЫ К ЕЕ РЕШЕНИЮ	109
ГЛАВА 10. ОСНОВЫ АСК-АНАЛИЗА	118
ГЛАВА 11. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В АСК-АНАЛИЗЕ	179
ЛИТЕРАТУРА	224
ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ I	224
ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ II	240
ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ III	244

ПРЕДИСЛОВИЕ

Монография состоит из трех частей.

В части I "Высокие статистические технологии" в главе 1 рассмотрены основные этапы становления статистических методов (от книги "Числа" Ветхого Завета до наших дней). Особое внимание уделено исследованиям по непараметрической и прикладной статистике в нашей стране (глава 2). Подробно обсуждается состояние и перспективы развития прикладной и теоретической статистики (глава 3). Таким образом, в главах 1 - 3 представлена история статистической науки, ее современное состояние и спрогнозировано будущее этой важной области научного и прикладного знания.

На современном этапе на первое место выходят высокие статистические технологии (глава 4). Такие технологии анализа данных - ведущая составляющая новой парадигмы математических методов исследования. Новая парадигма подробно рассмотрена в главе 5. Она пришла на смену парадигме середины XX в., основанной на использовании параметрических семейств распределения вероятностей. Новая парадигма сконцентрирована на методах анализа нечисловых данных (в частности, интервальных), на непараметрической статистике. Центральное направление развития современной статистической науки - статистика нечисловых данных.

Понятие "высокие статистические технологии" появилось недавно - в XXI веке. Одна из основных задач современности - обеспечить переход высоких статистических технологий из науки в преподавание. В главе 6 проанализирована основная научная и учебная литература по высоким статистическим технологиям. В условиях бурного развития цифровой экономики и технологий анализа больших данных высокие статистические технологии приобретают всё большее значение.

В части II "Проблемы управления экологической безопасностью" рассмотрены основные экологические проблемы современного мира. Наша область - математическое моделирование экологических процессов.

Концепция экологического риска – одна из наших центральных тем. В главе 7 получен ряд новых результатов в области оценки, анализа и управления риском, в том числе в связи с задачами управления экологической безопасностью. В частности, обоснован непараметрический подход при вероятностно-статистическом моделировании экологического риска, сформированы подходы к построению характеристик риска и на их основе - многокритериальной оптимизации при управлении риском, разработаны непараметрические математико-статистические методы точечного и интервального оценивания характеристик ущерба. Предложены модели описания риска на основе теории нечеткости и статистики интервальных данных.

Показано, что необходимость обеспечения экологической безопасности приведет к принципиальному изменению экономических механизмов, в частности, к отказу от рыночных методов управления народным хозяйством и переходу к плановой экономике.

В главе 8 в качестве примера применения нашего подхода к экологической безопасности рассмотрена конкретная проблема обеспечения экологической безопасности в топливно-энергетической отрасли.

В настоящее время добыча, транспортировка и продажа природного газа весьма важны для нашей страны. Доходы от этой деятельности являются одной из основных статей доходов России. Поэтому освоение и развитие месторождений является одной из стратегических задач государства. При бурении новых скважин возникает проблема, как захоронить отходы от бурения так, чтобы оказать минимальное воздействие на окружающую среду, при этом не увеличивая стоимость строительства и эксплуатации необходимых для этого объектов.

Для решения этой двухкритериальной задачи на полуострове Ямал в ООО «Газпром Добыча Надым» впервые в практике ОАО «Газпром» разработана и внедрена инновационная технология строительства и эксплуатации подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах. В главе 8 рассмотрено использование подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения.

В части III "Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния экологических факторов на качество жизни населения региона" рассмотрены проблемы разработки инновационной интеллектуальной технологии исследования влияния экологических факторов на различные аспекты качества жизни населения региона. Для достижения сформулированной цели необходимо было решить ряд задач, которые получены в результате декомпозиции цели и являются этапами достижения цели. Задачи исследования: 1) обоснование актуальности достижения поставленной цели; 2) исследование характеристик исходных данных и обоснование требований к методу достижения цели; 3) выбор метода по обоснованным критериям; 4) разработка этапов достижения цели с применением выбранного метода; 5) проведение когнитивно-целевой структуризации предметной области; 6) формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки); 7) осуществление синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологических факторов на качество жизни населения региона; 8) решение задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области в наиболее достоверной из созданных моделей.

Рассмотрены подходы к решению поставленных задач. Разобраны основные положения автоматизированного системно-когнитивного анали-

за. Описаны результаты численного решения задач. Сформулированы выводы и предложения.

Образование через науку – основополагающий принцип соединения в единое целое научных исследований и учебного процесса. Исходя из этого принципа на основе опыта научных исследований и преподавания подготовлена данная книга, которую в равной степени можно считать и учебником, и научной монографией. Ее можно рекомендовать научным работникам, ведущим теоретические и прикладные исследования в области управления экологической безопасностью; экологам, инженерам, управленцам, экономистам, математикам, специалистам по информационно-коммуникационным технологиям, занимающимся практическими задачами природоохранной деятельности; преподавателям экологических дисциплин; студентам и аспирантам, изучающим проблемы экологической безопасности; специалистам, занимающимся повышением квалификации в области экологии, экономики и управления.

Авторы:

Лойко Валерий Иванович,
заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор,
loyko9@yandex.ru

Луценко Евгений Вениаминович,
д.э.н., к.т.н., профессор, <http://lc.kubagro.ru/>

Орлов Александр Иванович,
д.т.н., д.э.н., к.ф.-м.н., профессор, <http://orlovs.pp.ru/>

18.03.2019, Краснодар-Москва

ЧАСТЬ I. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ СТАНОВЛЕНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Первая статистическая публикация - Четвертая книга Моисеева «Числа» в Ветхом Завете. Прослеживаем развитие представлений о статистике до XX в. Современный этап статистических методов начался с параметрической статистики Пирсона, Стьюдента, Фишера. Наукометрия статистических исследований дает представление об объеме накопленных результатов. Непараметрическая статистика появилась в 1930-х гг., прикладная статистика в нашей стране – на рубеже 1970-80 гг. В настоящей главе обсуждаем, что дает прикладная статистика народному хозяйству. Кратко рассказываем об истории статистических методов в России (до А.Н. Колмогорова).

Статистические методы широко и успешно применяются практически во всех отраслях народного хозяйства, почти во всех областях научных исследований. Литература по статистическим методам необозрима – на русском языке десятки тысяч книг и статей. Однако есть пробел – практически нет работ по истории статистических методов. Вслед за своим учителем академиком АН УССР Б.В. Гнеденко автор настоящей главы полагает, что научный работник и тем более преподаватель должен знать историю своей дисциплины, чтобы понимать настоящее ее состояние и быть способным прогнозировать дальнейшее развитие, опираться на эти прогнозы в своей научной деятельности. Поэтому представляется необходимой публикация ряда материалов, посвященных истории прикладной математической статистики, развитию статистических методов.

1.1. Моисей – первый статистик

Самая ранняя из известных нам статистических работ входит в Библию. В Ветхий Завет включена Четвертая книга Моисеева под названием «Числа». Глава 1 этой книги посвящена переписи военнообязанных. Она начинается так (цитируем по синодальному изданию Библии):

«1. И сказал Господь Моисею в пустыне Синайской, в скинии собрания, в первый день второго месяца, во второй год по выходе их из земли Египетской, говоря:

2. Исчислите всё общество сынов Израилевых по родам их, по семействам их, по числу имен, всех мужеского пола поголовно,

3. От двадцати лет и выше, всех годных для войны у Израиля, по ополчениям их исчислите их – ты и Аарон.

4. С вами должны быть из каждого колена по одному человеку, который в роде своем есть главный.

21. Исчислено в колене Рувимовом сорок шесть тысяч пятьсот.

23. Исчислено в колене Симеоновом пятьдесят девять тысяч триста.

46. И было всех вошедших в исчисление шестьсот три тысячи пятьсот пятьдесят».

Практическая направленность этого статистического исследования вполне очевидна. Обратите внимание, что оно предпринято по решению руководства страны (в библейских терминах – «общества сынов Израилевых»), причем к работам привлечены региональные начальники (главные по коленам, на которые делилось государство). Четко указана совокупность, подлежащая переписи - мужчины от 20 лет и старше, годные для войны (военнообязанные).

Древность исследования проявляется только в том, что стандартные описания результатов учета военнообязанных по коленам выражены словами. Сейчас мы представили бы результаты в виде таблицы (табл.1). Таблицы такого типа постоянно составляют органы государственной статистики и в настоящее время (см. портал <http://www.gks.ru/wps/portal> Федеральной службы государственной статистики РФ (краткое название – Росстат)).

Итак, при сравнении с деятельностью Росстата описанное в Библии исследование, выполненное под руководством Моисея, является вполне современным по своим задачам и методам.

Таблица 1. Число всех годных для войны у Израиля

№ п/п	Родоначальник колена	Число военнообязанных
1	Рувим	46 500
2	Симеон	59 300
3	Гад	45 650
4	Иуда	74 600
5	Иссахар	54 400
6	Завулон	57 400
7	Ефрем	40 500
8	Манассия	32 200
9	Вениамин	35 400
10	Дан	62 700
11	Асир	41 500
12	Неффалим	53 400
	Всего	603 550

1.2. Развитие представлений о статистике

В Библии не было терминов «статистика» или «статистик». Согласно [1] впервые термин «статистик» мы находим в художественной литературе – в «Гамлете» Шекспира (1602 г., акт 5, сцена 2). Смысл этого слова у Шекспира – знать, придворные. По-видимому, оно происходит от латинского слова *status*, что в оригинале означает «состояние» или «политическое состояние».

В течении следующих 400 с небольшим лет термин «статистика» понимали и понимают по-разному. В работе [1] сотрудниками Межфакультетской лаборатории статистических методов МГУ им. М.В. Ломоносова собрано более 200 определений этого термина, некоторые из которых обсуждаются ниже.

Вначале под статистикой понимали описание экономического и политического состояния государства или его части. Например, к 1792 г. относится определение: «Статистика описывает состояние государства в настоящее время или в некоторый известный момент в прошлом». И в настоящее время деятельность государственных статистических служб достаточно хорошо соответствует этому определению.

Однако постепенно термин «статистика» стал использоваться более широко. По Наполеону Бонапарту: «Статистика – это бюджет вещей». Тем самым статистические методы были признаны полезными не только для административного управления, но и для управления на уровне отдельного предприятия. Согласно формулировке 1833 г. «цель статистики заключается в представлении фактов в наиболее сжатой форме». Здесь статистика уже не связывается ни с государствоведением, ни с социально-экономическими проблемами вообще.

Приведем еще два высказывания. «Статистика состоит в наблюдении явлений, которые могут быть подсчитаны или выражены посредством чисел» (1895). «Статистика – это численное представление фактов из любой области исследования в их взаимосвязи» (1909).

В XX в. статистику часто рассматривают прежде всего как самостоятельную научную дисциплину. «Статистика есть совокупность методов и принципов, согласно которым проводится сбор, анализ, сравнение, представление и интерпретация числовых данных» (1925). В 1954 г. академик АН УССР Б.В. Гнеденко дал следующее определение: «Статистика состоит из трех разделов:

- 1) сбор статистических сведений, т.е. сведений, характеризующих отдельные единицы каких-либо массовых совокупностей;
- 2) статистическое исследование полученных данных, заключающееся в выяснении тех закономерностей, которые могут быть установлены на основе данных массового наблюдения;

3) разработка приемов статистического наблюдения и анализа статистических данных. Последний раздел, собственно, и составляет содержание математической статистики».

Термин «статистика» употребляют еще в двух смыслах. Во-первых, в обиходе под «статистикой» часто понимают набор количественных данных о каком-либо явлении или процессе. Во-вторых, специалисты в области статистических методов называют «статистикой» функцию от результатов наблюдений, используемую для оценивания характеристик и параметров распределений и проверки гипотез.

Чтобы подойти к современному состоянию, в частности, разъяснить широко используемый термин «прикладная статистика», кратко рассмотрим историю реальных статистических работ.

1.3. Краткая история статистических методов

Как уже отмечалось, типовые примеры раннего этапа применения статистических методов описаны в Ветхом Завете. Там, в частности, приводится число воинов в различных племенах («коленах»). С математической точки зрения дело сводилось к подсчету числа попаданий значений наблюдаемых признаков в определенные градации.

В дальнейшем результаты обработки статистических данных стали представлять в виде таблиц и диаграмм, как это и сейчас делает Росстат. 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 девятнадцатого - начала двадцатого века (типовой монографией тех времен можно считать книгу [2], которая в настоящее время ещё легко доступна).

Сразу после возникновения теории вероятностей (Паскаль, Ферма, 17 век) вероятностные модели стали использоваться при обработке статистических данных. Например, изучалась частота рождения мальчиков и девочек, было установлено отличие вероятности рождения мальчика от $1/2$, 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 [3]. Отметим, что основатель современного бухгалтерского учета Лука Пачолли (1445- 1517) хорошо известен и историкам теории вероятностей. Это символично, поскольку вопросы учета и статистики тесно переплетаются в деятельности современного инженера, экономиста и менеджера.

В 1794 г. (по другим данным - в 1795 г.) К.Гаусс разработал метод наименьших квадратов, один из наиболее популярных ныне статистических методов, и применил его при расчете орбиты астероида (в современной терминологии – малой планеты) Церера - для борьбы с ошибками ас-

трономических наблюдений [4]. В XIX веке заметный вклад в развитие практической статистики внес бельгиец Кетле, на основе анализа большого числа реальных данных показавший устойчивость относительных статистических показателей, таких, как доля самоубийств среди всех смертей [5]. Интересно, что основные идеи статистического приемочного контроля и сертификации продукции обсуждались академиком Петербургской АН М.В. Остроградским (1801-1862) в 1846 г. и применялись в российской армии ещё в середине XIX в. [3]. Статистические методы управления качеством и сертификации продукции сейчас весьма актуальны.

1.4. Параметрическая статистика

Современный этап развития статистических методов можно отсчитывать 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. Для проверки гипотез использовались критерии Пирсона, Стьюдента, Фишера, основанные на вероятностно-статистических моделях, в которых результаты измерений (наблюдений, испытаний, опытов, анализов) имели нормальное распределение. В те годы были предложены метод максимального правдоподобия, дисперсионный анализ, сформулированы основные идеи планирования эксперимента.

Разработанную в первой трети XX в. теорию анализа данных называем параметрической статистикой, поскольку ее основной объект изучения - это выборки из распределений, описываемых одним параметром или небольшим числом параметров (2 – 4). Наиболее общим является семейство кривых Пирсона, задаваемых четырьмя параметрами.

С математической точки зрения параметрическая статистика дает интересные теоретические схемы, на основе которых удастся построить развитую теорию. Для профессионалов укажем на теорию достаточных статистик, неравенство Рао - Крамера, теорию оптимального оценивания и другие внутриматематические достижения.

Критика параметрической статистики вытекает из ее оторванности от практики статистической работы. Как правило, нельзя указать каких-либо веских причин, по которым распределение результатов конкретных наблюдений непременно должно входить в то или иное параметрическое семейство. Исключения есть, и они 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 [6]. Однако эта теория, к сожалению, до сих пор остается основой преподавания статистических методов и продолжает использоваться основной массой прикладников, использующих статистические методы в различных отраслях народного хозяйства и областях науки, но далеких от новых достижений в статистической науке. Почему так происходит? Чтобы попытаться ответить на этот вопрос, обратимся к наукометрии, т.е. к статистическим методам в науковедении.

1.5. Наукометрия статистических исследований

В рамках движения за создание Всесоюзной статистической ассоциации (учреждена в 1990 г.) был проведен анализ статистики как области научно-практической деятельности. Он показал, в частности, что актуальными для специалистов в настоящее время являются не менее чем 100 тысяч публикаций (подробнее см. статьи [7, 8]). Реально же каждый из нас знаком с существенно меньшим количеством книг и статей. Так, в известном трехтомнике М Кендалла и А. Стьюарта [9 – 11] – наиболее полном на русском языке издании по статистическим методам - всего около 2 тысяч литературных ссылок. При всей очевидности соображений о многократном дублировании в публикациях ценных идей приходится признать, что каждый специалист по статистическим методам владеет лишь небольшой частью накопленных в этой области знаний. Поэтому нет ничего удивительного в том, что приходится постоянно сталкиваться с игнорированием или повторением ранее полученных результатов, с уходом в тупиковые (с точки зрения практики) направления исследований, с беспомощностью при обращении к реальным данным, и т.д. Все это - одно из проявлений адапционного механизма торможения развития науки, вызванного ее быстрым ростом, о котором еще 45 лет назад писали В.В. Налимов и другие науковеды (см., например, [12]).

Традиционный предрассудок состоит в том, что каждый новый результат, полученный исследователем - это кирпич в непрерывно растущее здание науки, который непременно будет проанализирован и использован научным сообществом, а затем и при решении практических задач. Реальная ситуация - совсем иная. Основа профессиональных знаний исследователя, инженера, экономиста, менеджера, социолога, историка, геолога, медика закладывается в период обучения. Затем знания пополняются в том узком направлении, в котором работает специалист. Следующий этап – тиражирование знаний при обучении нового поколения. В результате вузовские учебники отстают от современного развития на десятки лет. Так, учебники по математической статистике, согласно мнению экспертов, по

научному уровню в основном соответствуют 40 – 60-м годам XX в. А потому середине XX в. соответствует большинство вновь публикуемых исследований и тем более – прикладных работ. Одновременно приходится признать, что результаты, не вошедшие в учебники, независимо от их ценности почти все забываются. Достаточно взглянуть на длинные ряды библиотечных полок с номерами научных журналов за последние сто – двести лет. Сколько из них были хотя бы раз открыты в текущем веке? Кроме того, сейчас все популярнее поиск информации в Интернете – вплоть до того, что кое-кто из молодых даже забывает о существовании библиотек. А ведь в Интернете можно найти лишь небольшую часть опубликованных в XX (и даже в XXI) веке научных работ. Например, статьи, опубликованные в журнале «Заводская лаборатория. Диагностика материалов» до 2006 г., в Интернете отсутствуют, за исключением единичных работ, которые самостоятельно размещены авторами на тех или иных ресурсах.

Активно продолжается развитие тупиковых направлений. Психологически это понятно. Приведу пример из опыта автора этой главы. В свое время по заказу Госстандарта он разработал методы оценки параметров гамма-распределения [13]. Поэтому ему близки и интересны работы по оцениванию параметров по выборкам из распределений, принадлежащих тем или иным параметрическим семействам, понятия функции максимального правдоподобия, эффективности оценок, использование неравенства Рао - Крамера и т.д. К сожалению, я знаю, что это – тупиковая ветвь теории статистики, поскольку реальные данные не подчиняются каким-либо параметрическим семействам, надо применять иные статистические методы, о которых речь пойдет ниже. Понятно, что специалистам по параметрической статистике, потратившим многие годы на совершенствование в своей области, психологически трудно согласиться с этим утверждением. В том числе и мне. Но необходимо идти вперед. Поэтому мои учебники во многом очищены от тупиковых подходов. В том числе и от неравенства Рао - Крамера. Однако я включил разделы, посвященные оцениванию параметров распределений, поскольку эта тематика часто обсуждается в литературе, причем с устаревших позиций. Например, вместо уходящих в прошлое оценок максимального правдоподобия в настоящее время рекомендуют использовать одношаговые оценки.

1.6. Непараметрическая статистика

Статистические методы, которые не основаны на нереалистическом предположении о том, что рассматриваемые выборки взяты из распределений, описываемых одним параметром или небольшим числом параметров (2 – 4), называют непараметрическими. При математическом обосновании непараметрических статистических методов обычно вводят те или иные условия регулярности, например, требуют непрерывности функции распределения результатов наблюдений или существования математического

ожидания и дисперсии. Как правило, подобные условия регулярности носят внутриматематический характер и не ограничивают прикладные возможности непараметрических методов.

Примерами являются критерии Колмогорова, Смирнова, Реньи, Вилкоксона, омега-квадрат (Крамера – Мизеса – Смирнова) [14], предназначенные для проверки гипотез согласия и однородности и разработанные в 30-е – 40-е годах XX в. История непараметрических коэффициентов корреляции Спирмена и Кендалла уходит корнями в работы начала XX в. В 50-х годах с известной работы Н.В. Смирнова [15] началась разработка методов непараметрического оценивания плотности. Непараметрическая статистика активно развивается и в XXI веке.

Во второй половине XX в. появились новые области статистических методов – робастная статистика, компьютерное статистическое моделирование (методы статистических испытаний (Монте-Карло), бутстреп-методы), статистика нечисловых и интервальных данных. Эти области активно развиваются и в настоящее время.

Иные причины привели к появлению и распространению прикладной статистики. Что означает этот термин? Вполне естественно, что математическая статистика выступает как метатеория по отношению к статистическим методам в той или иной области применения – к эконометрике, т.е. статистическим методам в экономике [16], к наукометрии [12], к биометрике и другим «метрикам». По цитированному выше определению Б.В. Гнеденко: «разработка приемов статистического наблюдения и анализа статистических данных составляет содержание математической статистики». Почему понадобилась новая научная область – прикладная статистика – между математической статистикой и статистическими методами в конкретных областях применений? Для ответа на этот вопрос необходимо обсудить внутреннюю логику развития статистических методов как научно-прикладной дисциплины.

1.7. Появление прикладной статистики

В нашей стране термин «прикладная статистика» вошел в широкое употребление в 1981 г. после выхода массовым тиражом (33940 экз.) сборника «Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика)». В этом сборнике обосновывалась трехкомпонентная структура прикладной статистики [17]. Во-первых, в нее входят ориентированные на прикладную деятельность статистические методы анализа данных (эту область можно назвать прикладной математической статистикой и включать также и в прикладную математику). Однако прикладную статистику нельзя целиком относить к математике. Она включает в себя две нематематические области. Во-первых, методологию организации статистического исследования: как планировать исследование, как собирать данные, как подготавли-

вать данные к обработке, какие вероятностно-статистические модели использовать, какие статистические методы выбирать для обработки данных, как представлять результаты. Во-вторых, организацию компьютерной обработки данных, в том числе разработку и использование баз данных и электронных таблиц, статистических программных продуктов, например, диалоговых систем анализа данных. В нашей стране термин «прикладная статистика» использовался и ранее 1981 г., но лишь внутри сравнительно небольших и замкнутых групп специалистов [17].

Прикладная статистика и математическая статистика – это две разные научные дисциплины. Различие четко проявляется не только в исследованиях, но и при преподавании. Курс математической статистики состоит в основном из доказательств теорем, как и соответствующие учебники и учебные пособия. В курсах прикладной статистики основное – методология анализа данных и алгоритмы расчетов, а теоремы приводятся как обоснования этих алгоритмов, доказательства же, как правило, опускаются (их можно найти в научной литературе).

К настоящему времени беспристрастному наблюдателю очевидно четко выраженное размежевание этих двух научных дисциплин. Математическая статистика исходит из сформулированных в 1930 – 1950 гг. постановок математических задач, происхождение которых связано с рассматриваемыми в те времена проблемами анализа статистических данных. Начиная с 70-х годов XX в. исследования по математической статистике посвящены обобщению и дальнейшему математическому изучению этих старых задач. Поток новых математических результатов (теорем) не ослабевает, но новые практические рекомендации по обработке статистических данных при этом почти не появляются. Можно сказать, что математическая статистика как научное направление замкнулась внутри себя.

Сам термин «прикладная статистика» возник как реакция на описанную выше тенденцию. Прикладная статистика нацелена на решение реальных задач. Поэтому в ней возникают новые постановки математических задач анализа статистических данных, развиваются и обосновываются новые методы. Обоснование часто проводится математическими методами, т.е. путем доказательства теорем. Большую роль играет методологическая составляющая – как именно ставить задачи, какие предположения принять с целью дальнейшего математического изучения. Велика роль современных информационных технологий, в частности, компьютерного эксперимента.

Рассматриваемое соотношение математической и прикладной статистик отнюдь не являются исключением. Как правило, математические дисциплины проходят в своем развитии ряд этапов. Вначале в какой-либо прикладной области возникает необходимость в применении математических методов и накапливаются соответствующие эмпирические приемы (для геометрии это – «измерение земли», т.е. землемерие, в Древнем Егип-

те). Затем возникает математическая дисциплина со своей аксиоматикой (для геометрии это – время Евклида). Затем идет внутриматематическое развитие и преподавание (известно, что большинство результатов элементарной геометрии получено учителями гимназий в XIX в.). При этом на запросы исходной прикладной области перестают обращать внимание, и та для решения своих задач порождает новые научные дисциплины (сейчас «измерением земли» занимается не геометрия, а геодезия и картография). Затем научный интерес к исходной дисциплине иссякает, но преподавание по традиции продолжается (элементарная геометрия «ушла» из вузов, но до сих пор изучается в средней школе, хотя трудно понять, в каких практических задачах может понадобиться, например, теорема о том, что высоты треугольника пересекаются в одной точке). Следующий этап – окончательное вытеснение дисциплины из реальной жизни в историю науки (объем преподавания элементарной геометрии в настоящее время постепенно сокращается, в частности, ей все меньше уделяется внимания на вступительных экзаменах в вузах). К интеллектуальным дисциплинам, закончившим свой жизненный путь, относится средневековая схоластика. Как справедливо отмечает профессор МГУ им. М.В. Ломоносова В.Н. Тутубалин [18], теория вероятностей и математическая статистика успешно двигаются по ее пути – вслед за элементарной геометрией.

Резюмируем сказанное. Хотя статистические данные собираются и анализируются с незапамятных времен (см., например, Книгу Чисел в Ветхом Завете), современная математическая статистика как наука была создана, по общему мнению специалистов, сравнительно недавно - в первой половине XX в. Именно тогда были разработаны основные идеи и получены результаты, излагаемые ныне в учебных курсах математической статистики. После чего специалисты по математической статистике занялись внутриматематическими проблемами, а для теоретического обслуживания проблем практического анализа статистических данных стала формироваться новая дисциплина – прикладная статистика.

В настоящее время статистическая обработка данных проводится, как правило, с помощью соответствующих программных продуктов. Разрыв между математической и прикладной статистикой проявляется, в частности, в том, что большинство методов, включенных в статистические пакеты программ (например, в заслуженные Statgraphics и SPSS или в более новую систему Statistica), даже не упоминается в учебниках по математической статистике. В результате специалист по математической статистике оказывается зачастую беспомощным при обработке реальных данных, а пакеты программ применяют (что еще хуже – и разрабатывают) лица, не имеющие необходимой теоретической подготовки. Естественно, что они допускают разнообразные ошибки, в том числе в таких ответственных документах, как государственные стандарты по статистическим методам (о грубых ошибках в ГОСТах рассказано в статье [19]).

1.8. Что дает прикладная статистика народному хозяйству?

Так называлась статья [20], в которой приводились многочисленные примеры успешного использования прикладной статистики и других статистических методов при решении практических задач. Перечень примеров можно продолжать практически безгранично (см., например, сводку [21]).

Методы прикладной статистики используются в зарубежных и отечественных экономических и технических исследованиях, работах по управлению (менеджменту), в медицине, социологии, психологии, истории, геологии и других областях. Их применение дает заметный экономический эффект. Например, в США – не менее 20 миллиардов долларов ежегодно только в области статистического контроля качества. В 1988 г. затраты на статистический анализ данных в нашей стране оценивались в 2 миллиарда рублей ежегодно [22]. Согласно расчетам сравнительной стоимости валют на основе потребительских паритетов [16], эту величину можно сопоставить с 6 миллиардами долларов США. Следовательно, объем отечественного «рынка статистических услуг» был заметно меньше, чем в США, что совпадает с оценками и по другим показателям, например, по числу специалистов.

Своеобразие исторического пути России привело к тому, что в нашей стране нет специализированного научного журнала по статистическим методам. Публикации по новым статистическим методам, по их применениям в технико-экономических исследованиях, в инженерном деле постоянно появляются, прежде всего, в журнале «Заводская лаборатория. Диагностика материалов», в секции «Математические методы исследования». Надо назвать также журналы «Автоматика и телемеханика» (издается Институтом проблем управления Российской академии наук), «Экономика и математические методы» (издается Центральным экономико-математическим институтом РАН), Научный журнал КубГАУ (издается Кубанским государственным аграрным университетом, г. Краснодар) и др.

Однако необходимо констатировать, что для большинства менеджеров, экономистов и инженеров прикладная статистика и другие статистические методы являются пока экзотикой. Это объясняется тем, что в вузах современным статистическим методам почти не учат. Во всяком случае, по состоянию на 2014 г. каждый квалифицированный специалист в этой области – самоучка.

Этому выводу не мешает то, что в вузовских программах обычно есть два курса, связанных со статистическими методами. Один из них – «Теория вероятностей и математическая статистика». Этот небольшой курс обычно читают специалисты с математических кафедр. Они успевают дать лишь общее представление об основных понятиях математической

статистики первой половины XX в. Кроме того, внимание математиков обычно сосредоточено на внутриматематических проблемах, их больше интересует доказательства теорем, а не применение современных статистических методов в задачах экономики и менеджмента. Другой курс – «Статистика» или «Общая теория статистики», входящий в стандартный блок экономических дисциплин. Фактически он является введением в прикладную статистику и содержит первые начала эконометрических методов (по состоянию на 1900 г.).

Статистические методы как учебный предмет опираются на два названных вводных курса. Она призвана вооружить специалиста современным статистическим инструментарием. Специалист – это инженер, экономист, менеджер, геолог, медик, социолог, психолог, историк, химик, физик и т.д. Во многих странах мира – Японии и США, Франции и Швейцарии, Перу и Ботсване и др. – статистическим методам обучают в средней школе. ЮНЕСКО постоянно проводят конференции по вопросам такого обучения [23]. В СССР и СЭВ, а теперь – по плохой традиции – и в России игнорируют этот предмет в средней школе (в последние годы ситуация начинает меняться) и лишь слегка затрагивают его в высшей. Результат на рынке труда очевиден – снижение конкурентоспособности специалистов.

Проблемы прикладной статистики и других статистических методов постоянно обсуждаются специалистами. Широкий интерес вызвала дискуссия в журнале «Вестник статистики», в рамках которой были, в частности, опубликованы статьи [8, 20]. На появление в нашей стране прикладной статистики отреагировали и в США [24].

Контрастом к сказанному является тот неоспоримый факт, что в нашей стране получены многие фундаментальные результаты прикладной статистики. Огромное значение имеют работы академика РАН А.Н. Колмогорова [25]. Во многих случаях именно его работы дали первоначальный толчок дальнейшему развитию ряда направлений прикладной статистики. Зачастую еще 60 – 80 лет назад А.Н. Колмогоров рассматривал те проблемы, которые только сейчас начинают широко обсуждаться. Как правило, его работы не устарели и сейчас. Свою жизнь посвятили прикладной статистике члены-корреспонденты АН СССР Н.В. Смирнов и Л.Н. Большев. В наших учебниках постоянно встречаются ссылки на лучшую публикацию XX в. по статистическим методам – составленные ими подробно откомментированные «Таблицы ...» [14].

1.9. Статистические методы в России

Специалисты по истории официальной государственной статистики установили [5], что в России, как и в других странах, статистические исследования проводились с момента возникновения государств. Цели этих исследований, как и описанных в Библии работ под руководством Моисея,

вытекали из потребностей государственного управления, прежде всего налогообложения и обороны страны. С XII века (в традиционной хронологии) на Руси проводились переписи населения [5]. Развитие статистической науки началось в России сразу же с выделением в начале XVIII века исследовательской деятельности как необходимой составляющей забот государства. Проще говоря, сразу же с организацией первого научного учреждения – Академии наук.

Первое статистико-экономическое обозрение России было составлено Иваном Кириловичем Кириловым (1689 – 1737), обер-секретарем Сената (в написании отчества и фамилии И.К. Кирилова, названий трудов сохранена исходная орфография), под названием «Цветущее состояние Всероссийского государства...». Первый в России научный труд по вопросам организации учета населения – «Разсуждение о ревизии поголовной и касающемся до оной» – был написан в 1747 г. Василием Никитичем Татищевым (1686 – 1750), известным государственным деятелем той эпохи. Он, в частности, одним из первых применял анкеты для сбора статистических данных. Большой вклад в теорию и практику отечественной статистики внес Михаил Васильевич Ломоносов (1711 – 1765).

Подробное описание развития статистической науки и практики в России можно найти в трудах по истории социально-экономической ветви статистики (см., например, [5, 26]). К сожалению, в этих работах обычно не рассматривается развитие отечественной вероятностно-статистической научной школы (о ней см., например, [3]).

Реформы императора Александра Второго, прежде всего создание земств (органов местного самоуправления), дали мощный стимул развитию статистики. Связано это было прежде всего с тем, что штатное расписание губернских и уездных земств, как правило, включало должность статистика. Так, к концу 1894 г. за 15 лет активной статистической деятельности были собраны, разработаны и опубликованы земствами материалы крестьянских подворных переписей по 172 уездам, охватившим около 4 миллионов крестьянских дворов – примерно четвертую часть всего населения России [5, стр.109].

Проведение статистических исследований было делом чести для отечественной интеллигенции. Так, Антон Павлович Чехов по собственной инициативе в 1890 г. перепись на Сахалине, лично опросив несколько тысяч каторжников [27].

Расцвет статистики в конце XIX века проявился в появлении большого числа оригинальных исследований, выполненных на высоком профессиональном уровне. Одна из них хорошо известна и в настоящее время, что объясняется личностью автора. Речь идет о книге В.И. Ульянова (Ленина) «Развитие капитализма в России. Процесс образования внутреннего рынка для крупной промышленности» [2]. Она была издана в 1899 г., когда автору было 29 лет. По современным критериям за эту монографию автору

можно было бы присудить ученую степень доктора экономических наук. Это утверждение свидетельствует не только о высоком профессиональном уровне В.И. Ульянова как исследователя, но и об известной деградации социально-экономической статистики за последние сто лет.

Наибольшие достижения в XX веке были получены в России в математической статистике. Упомянем работы А.А. Чупрова (1874 – 1926) по теории корреляции. Несколько позже началась деятельность А.Н. Колмогорова.

Среди математиков XX столетия академик АН СССР А.Н. Колмогоров (1903 – 1987) должен быть назван первым. Именно его работы дали первоначальный толчок дальнейшему развитию ряда направлений, важных для современных статистических методов. Зачастую еще 60 – 80 лет назад А.Н. Колмогоров рассматривал те проблемы, которые только сейчас начинают широко обсуждаться.

Отечественным исследованиям XX в. в области прикладной статистики и других статистических методов целесообразно посвятить отдельные публикации.

Отметим здесь, что развитие статистических методов активно продолжается и в настоящее время. В XXI в. выявлена и сформулирована новая парадигма математической статистики [28], развивается статистика нечисловых данных [29], включая теорию классификации [30] и статистику интервальных данных [31], развита системная нечеткая интервальная математика [32, 33] и на ее основе – теория когнитивных функций [34], и т.д.

ГЛАВА 2. НЕПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ СТАТИСТИКА В НАШЕЙ СТРАНЕ

В настоящей главе обсуждается развитие непараметрической и прикладной статистики в нашей стране в 1930 – 1980 гг. Представлены работы великих статистиков XX в. Н.В. Смирнова, Л.Н. Большева, В.В. Налимова. Глазами американских статистиков показана российская дискуссия о прикладной статистике. Кратко рассказано о создании Всесоюзной статистической ассоциации (1990) и дальнейших событиях.

В статье [1] рассмотрены основные этапы становления статистических методов. Работам выдающихся отечественных исследователей А.Н. Колмогорова и Б.В. Гнеденко посвящены статьи [2] и [3] соответственно. В настоящей главе обсудим развитие непараметрической и прикладной статистики в нашей стране в 1930 – 1980 гг.

В довоенный период отечественная вероятностно-статистическая наука прославилась двумя достижениями. Об одном – построении А.Н. Колмогоровым теории вероятностей на основе теории меры и интеграла Лебега – уже говорилось [2]. Второе – разработка непараметрических критериев проверки согласия и однородности. Сначала фундаментальный результат – критерий согласия эмпирического с распределения с теоретическим (критерий Колмогорова) – был получен А.Н.Колмогоровым [4, с.134-141], затем дело взял в свои руки член-корреспондент АН СССР Николай Васильевич Смирнов (1900 - 1966).

2.1. О работах Н.В. Смирнова

Его основные научные труды опубликованы в сборнике [5], на который и будем ссылаться. Наиболее ценная книга XX в. по статистическим методам, на наш взгляд, подготовлена членами-корреспондентами АН СССР Л.Н. Большевым и Н.В. Смирновым. Это – «Таблицы математической статистики» [6]. Название не должно обманывать – весьма полезна начинающая книгу пояснительная часть (разделы с кратким и строжайше выверенным описанием классических статистических методов, примерами их применения, комментариями к таблицам). Учебники Н.В. Смирнова по статистическим методам и по сей день остаются среди лучших [7, 8].

Как ученый Н.В. Смирнов получил много глубоких результатов. Так, с его работы 1951 г. «О приближении плотностей распределения случайной величины» (см. [9] и [5, с.205-223]) началось развитие такого перспективного, в том числе в статистике нечисловых данных [10, гл.11], направления, как непараметрические оценки плотности. Однако с его именем связывают прежде всего «критерии Смирнова». Пусть $F_n(t)$ – эмпирическая функция распределения, построенная по выборке объема n из непрерывной

функции распределения $F(t)$. Напомним, что согласно Л.Н. Большеву и Н.В. Смирнову [6] значение эмпирической функции распределения в точке x равно доле результатов наблюдений в выборке, меньших x . Одновыборочные критерии Смирнова, введенные в статье 1939 г. «Об отклонениях эмпирической функции распределения» [5, с.88-107], основаны на статистиках

$$D_n^- = \inf_{-\infty < t < +\infty} (F_n(t) - F(t)), \quad D_n^+ = \sup_{-\infty < t < +\infty} (F_n(t) - F(t))$$

Очевидно, критерий Колмогорова есть максимум этих двух статистик. Поэтому возникает желание объединить все три критерия в одну группу – группу критериев Колмогорова-Смирнова. Однако разработанные Н.В. Смирновым методы рассуждений, использованные для получения распределений рассматриваемых статистик, совершенно оригинальны. Они не имеют ничего общего с подходом А.Н. Колмогорова. Поэтому мы считаем, что надо говорить отдельно о критерии Колмогорова и отдельно о критериях Смирнова, а если уж надо объединить их вместе, то говорить о критериях типа Колмогорова-Смирнова, но не о критериях Колмогорова-Смирнова, поскольку употребление последнего выражения приводит к искажению исторической правды [11, 12].

Двухвыборочные критерии Смирнова однородности двух независимых выборок были им предложены и изучены в 1939 г. (см. [5, с.117-127]). Единственное ограничение - функции распределения $F(x)$ и $G(x)$ должны быть непрерывными. Критерии Смирнова основан на использовании эмпирических функций распределения $F_m(x)$ и $G_n(x)$, построенных по первой и второй выборкам соответственно. Значение двухвыборочной двухсторонней статистики Смирнова

$$D_{m,n} = \sup_x |F_m(x) - G_n(x)|$$

сравнивают с соответствующим критическим значением и по результатам сравнения принимают или отклоняют гипотезу H_0 о совпадении (однородности) функций распределения (подробнее – см., например, [6] или [12]). Практически значение статистики $D_{m,n}$ рекомендуется согласно [6] вычислять по формулам

$$D_{m,n}^+ = \max_{1 \leq r \leq m} \left(\frac{r}{m} - F_n(y_r) \right) = \max_{1 \leq s \leq n} \left(G_n(x_s) - \frac{s-1}{n} \right),$$

$$D_{m,n}^- = \max_{1 \leq r \leq m} \left(F_n(y_r) - \frac{r-1}{m} \right) = \max_{1 \leq s \leq n} \left(\frac{s}{n} - G_n(x_s) \right),$$

$$D_{m,n} = \max(D_{m,n}^+, D_{m,n}^-),$$

где $x'_1 < x'_2 < \dots < x'_n$ - элементы первой выборки x_1, x_2, \dots, x_n , переставленные в порядке возрастания, а $y'_1 < y'_2 < \dots < y'_m$ - элементы второй выборки y_1, y_2, \dots, y_m , также переставленные в порядке возрастания. Поскольку функции распределения $F(x)$ и $G(x)$ предполагаются непрерывными, то вероятность совпадения каких-либо выборочных значений равна 0.

Статистики $D_{m,n}^-$, $D_{m,n}^+$ также могут быть использованы для проверки однородности двух независимых выборок. Их называют двухвыборочными односторонними статистиками Смирнова.

Статистика омега-квадрат (подробнее см. о ней в [12] и [13, гл.2.3])

$$\omega_n^2 = n \int_{-\infty}^{+\infty} (F_n(x) - F(x))^2 dF(x)$$

также используется для проверки согласия эмпирического распределения с фиксированным теоретическим. Эту статистику в 1928-1931 гг. предлагали использовать Г. Крамер и Р. фон Мизес, однако ее предельное распределение вычислил в 1937 г. Н.В. Смирнов в статье «О распределении ω^2 – критерия Мизеса» [5, с. 60 – 78], что и позволило использовать эту статистику в практических расчетах. Поэтому статистику ω^2 обычно называют также статистикой Крамера – Мизеса – Смирнова. Имеющаяся в указанной статье [5, с. 60 – 78] погрешность в формулировке леммы 6 (с. 75, формула (97)) (пропущен множитель (-1)к из-за неадекватного применения теории функций комплексного переменного) исправлена нами в статье [14].

Двухвыборочная двухсторонняя статистика Смирнова и аналогичная статистике Крамера – Мизеса – Смирнова двухвыборочная статистика типа омега-квадрат (статистика Лемана – Розенблатта) позволяют построить состоятельные критерии проверки абсолютной однородности независимых выборок, позволяющие обнаруживать любые альтернативы гипотезе тождественного совпадения функций распределения двух выборок. Алгоритмы расчета этих статистик приведены в [15]. Наиболее продвинутые таблицы распределения двухвыборочной двухсторонней статистики Смирнова подготовлены нашим коллективом [16].

Как следует из сказанного выше, А.Н. Колмогоров и Б.В. Гнеденко внесли огромный вклад в развитие статистических методов. Однако они занимались и многими другими проблемами (особенно А.Н. Колмогоров). Полностью посвятили себя статистическим методам в XX в. только два исследователя с академическими званиями – члены-корреспонденты АН СССР Н.В. Смирнов и Л.Н. Большев.

2.2. О Л.Н. Большеве

Логин Николаевич Большев (1922 – 1978) до конца Великой Отечественной войны участвовал в боевых действиях как летчик-истребитель. В 1951 г. окончил механико-математический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, будучи учеником А.Н. Колмогорова. Затем стал сотрудником Математического института АН СССР, в котором работал бок о бок с Н.В. Смирновым, которого и сменил в 1966 г. на посту руководителя отдела математической статистики. Для работ Л.Н. Большева [17] характерно соче-

тание высокого математического уровня с направленностью на практические приложения статистических методов. Его безвременная кончина обозначила рубеж, после которого разрыв между математической статистикой и статистическими методами (включая прикладную статистику) стал в сложившихся отечественных условиях неизбежным.

Постоянно используются в практической работе «Таблицы математической статистики» Л.Н. Большева и Н.В. Смирнова [6]. Будут применяться и в дальнейшем, поскольку распространенные статистические программные продукты имеют существенно более низкий научный уровень по сравнению с этой книгой [18].

В статье [19], провозгласившей выделение прикладной статистики как самостоятельного научного направления, отмечено, что Л.Н. Большев в беседе с автором настоящей статьи активно возражал против термина «прикладная статистика», поскольку «Вся статистика является прикладной». При этом он отметил, что этот термин – реакция на развитие т.н. «аналитической статистики», которая занимается внутриматематическими вопросами.

2.3. В.В. Налимов как организатор науки

Профессор МГУ им Ломоносова, доктор технических наук Василий Васильевич Налимов (1910 – 1997), далее В.В., — создатель и руководитель нескольких новых научных направлений: метрологии количественного анализа, химической кибернетики, математической теории эксперимента и наукометрии. Занимался проблемами математизации биологии, анализом оснований экологического прогноза, вероятностными аспектами эволюции, проблемами языка и мышления, философией и методологией науки, проблемами человека в современной науке, вероятностной теорией смыслов. Свой жизненный путь описал в книге [20].

Известность пришла к В.В. после выхода книги «Применение математической статистики при анализе вещества» [21] – справочника по применению классических статистических методов в работе химиков-аналитиков. Поскольку В.В. пришел в статистические методы не из математики, а из практической деятельности в заводских лабораториях, то и книга его была ориентирована на потребности практики.

Следующим шагом было создание секции «Математические методы исследования» редколлегии журнала «Заводская лаборатория». Сейчас под названием журнала стоит: «Ежемесячный научно-технический журнал по аналитической химии, физическим, математическим и механическим методам исследования, а также сертификации материалов». У истоков секции стояли Б.В. Гнеденко и В.В., однако реально работу секции организовывал В.В. Налимов. Под его руководством она стала и остается поныне

штабом развертывания исследований по статистическим методам в нашей стране.

В соответствии с тематикой журнала публикации секции посвящены в основном статистическим методам анализа данных измерений, наблюдений, испытаний, анализов, опытов. Большое значение придается математическим методам планирования экспериментов. В частности, при оптимизации технологических процессов в металлургической, химико-технологической, фармацевтической и иных отраслях промышленности применение методов экстремального планирования экспериментов позволяет заметно повысить выход продукта, обычно на 30 – 300%.

Основные направления работы секции – прикладная статистика и планирование эксперимента. В первом из них принимается, что экспериментатор не может выбирать точки (значения факторов), в которых 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.

Заслугой В.В. является то, что в 60-е – 70-е годы XX в. в нашей стране была создана мощная научно-практическая школа в области планирования эксперимента. Перу В.В. принадлежит длинный ряд статей и книг, посвященный развитию теории и практики планирования эксперимента [22 – 24]. Итоги развития этой области статистических методов подведены учениками В.В. [25], ее математическим основам посвящен справочник [26].

В 1961 г. была создана секция «Химическая кибернетика» (под председательством В.В.) в Научном совете по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме АН СССР. С 1971 г. В.В. возглавлял секцию «Математическая теория эксперимента». Она объединяла более 500 активно действующих специалистов, работавших в академических и отраслевых институтах, вузах и на промышленных предприятиях. Развитие новой отрасли науки отслеживалось методами наукометрии [27], во многом созданной трудами В.В.

В 1965 г. А.Н. Колмогоров организовал в МГУ им. М.В. Ломоносова межфакультетскую Лабораторию статистических методов и пригласил В.В. стать его первым заместителем. Задачи, поставленные перед Лабораторией, формулировались примерно так: изучение и дальнейшая разработка вероятностно-статистических методов; их пропаганда и широкое внедрение в научную, инженерную и медицинскую практику; хозяйственная деятельность; педагогическая и издательская деятельность; проведение общемосковских семинаров, летних научных школ, участие в конференциях [20, с.272]. Штатный состав достигал 130 человек. Такого мощного научного института – лидера не было в нашей стране. Нет и сейчас.

Организационным структурам, занимавшимся развитием статистических методов в нашей стране, не удалось укрепиться.

Большим успехом было введение в начале 70-х годов преподавания в вузах химической кибернетики и создание соответствующих кафедр. Однако через год последовало решение о сокращении штатов, и эти вновь введенные кафедры перестали существовать.

Ректор МГУ им. М.В. Ломоносова академик И.Г. Петровский поддерживал создание и развитие межфакультетской Лаборатории статистических методов А.Н. Колмогорова. Однако после его смерти выяснилось, что эта Лаборатория существует, так сказать, «нелегально», т.е. не входит в структуру университета. И в 1975 г. Лаборатория была расформирована. Ее сотрудники были распределены между пятью факультетами университета. Оказался уничтоженным единственный в нашей стране центр, занимавшийся методологическими аспектами вероятностно-статистического моделирования [20, с.291]. И это резко отрицательно сказалось на уровне отечественных прикладных работ.

В июле 1959 г. при Президиуме АН СССР был создан Совет по кибернетике, который возглавил академик А.И. Берг. Инженер-адмирал (высшее флотское звание) Аксель Иванович Берг (1893-1979) работал в области создания, развития и применения радиолокации и современных систем радионавигации, над проблемами кибернетики, став крупнейшим специалистом в основных областях этой отрасли науки. Как уже отмечалось, около 20 лет А.И. Берг поддерживал развитие статистических методов. А после его смерти новое руководство Совета «перекрыло кислород» этой тематике.

После смерти в 1978 г. члена-корреспондента АН СССР Л.Н. Большева резко сократилось сотрудничество между математиками и статистиками, разошлись пути математической и прикладной статистики.

Все эти события второй половины 70-х годов способствовали тому, что интересы В.В. сместились из научно-организационной деятельности в сферу его личных научных интересов. В книге «Вероятностная модель языка» [28] В.В. развивает мысль о нечеткости слов в естественном языке (ср. с констатацией «Мы мыслим нечетко» в статье [29]). Затем в длинной серии публикаций В.В. развивает вероятностно ориентированную философию, включая вероятностное исчисление смыслов [30]. Последняя научная книга В.В. «В поисках иных смыслов» [31] начинается так: «Основная задача автора состоит в том, чтобы показать, что в наше время – в век утраты фундаментальных смыслов и всеобщей разбросанности знаний по отдельным закромам многоликой культуры – все же возможно построение единых, по-прежнему целостно звучащих метафизических систем».

В настоящей главе, а также в статьях [1 – 3] обсуждаются основные достижения пяти выдающихся исследователей советского периода – А.Н. Колмогорова, Б.В. Гнеденко, Н.В. Смирнова, Л.Н. Большева, В.В. Налимо-

ва. Вместе с ними работали тысячи специалистов. Нельзя не назвать А.Я. Хинчина, С.Н. Бернштейна, Е.Е. Слуцкого, В.С. Немчинова, В.И. Романовского, Г.К. Круга, А.А. Любищева. И вспомнить многих, многих других. История русской и советской статистики требует дальнейшего изучения, прежде всего потому, что старые дискуссии продолжаются и сейчас. Так, в недавних монографиях [32, 33] обсуждаются многие из тех проблем, которые волновали В.В. Налимова [20].

2.4. Дискуссия о прикладной статистике

Глазами американцев: российская дискуссия о прикладной статистике. Развитие прикладной статистики в нашей стране сопровождалось бурными дискуссиями. Объективный анализ их начального этапа был дан на страницах органа Американской статистической ассоциации. Статья Сэмюэля Котца и Кэтлин Смит «Пространство Хаусдорфа и прикладная статистика: точка зрения ученых СССР» [34] описывает различные взгляды, имеющие распространение и в XXI веке. Чтобы «взглянуть со стороны» на споры 80-х, используем эту статью.

Статья [34] посвящена дискуссии, развернувшейся на страницах советского статистического журнала «Вестник статистики» по вопросам существования и релевантности (уместности) прикладной статистики как самостоятельной научной дисциплины. В ней анализируется содержание четырех писем редактору и редакционных комментариев к ним, которые были опубликованы в этом журнале в период с октября 1985 г. по июнь 1987 г. Основная задача статьи состоит в том, чтобы осветить длительную (продолжающуюся по крайней мере 40 лет) полемику в советской (и российской) статистике между «идеологическими пуристами» и «прагматиками», которая в 80-е годы значительно усилилась. Существование разногласий, безусловно, не является новым явлением среди статистиков и в определенной степени оно носит здоровый характер, способствуя выработке критического отношения к предмету. Poleмика в 80-х затрагивает суть предмета в отличие от более ранних этапов, когда она отличалась идеологической направленностью. В 50–60-е, в период хрущевской оттепели, когда в СССР более свободно начали публиковать статистические данные, в журнале «The American Statistician» («Американский статистик») – органе Американской статистической ассоциации – было опубликовано несколько статей, посвященных различным аспектам советской статистики, как организационным, так и затрагивающим существо предмета.

Советская статистика: 1917 – 1964. Вопросы развития статистики в СССР с 1917 по 1964 г. довольно подробно освещены в статьях С. Котца [35, 36], прежде всего борьба двух противоположных мнений по вопросу о роли и содержании статистической науки в СССР. Между официальными статистиками Центрального статистического управления (ЦСУ, затем Гос-

комстат, ныне Росстат) и статистиками - экономистами математической направленности во главе с В.С. Немчиновым (1890 – 1964) возникли разногласия.

Официальные статистики считали, что статистика представляет собой описательную науку, в задачи которой входит сбор данных по плановой экономике, и что в условиях коммунизма статистику в конечном счете заменит простая бухгалтерия. Противоположных взглядов придерживались практики и статистики теоретической направленности. Они считали, что статистика и теория вероятностей важны в любой области. В 1954 г. на Всесоюзном научном совещании по теоретическим вопросам статистики (см. о нем в [37, с.243-247]), в работе которой приняли участие ведущие ученые, известный советский математик А.Н.Колмогоров (1903 – 1987) помог представителям этих двух противостоящих школ прийти к прагматическому компромиссу. На совещании 1954 г. было заявлено, что статистика является самостоятельной общественной наукой и что «она изучает количественный аспект массовых социальных явлений в неразрывном единстве с их качественным аспектом» (см. Котц, [36, с.136]). Был сделан вывод, что советскую статистику от «буржуазной» статистики отличает акцент на качественном аспекте явлений. Для «буржуазной» статистики, согласно официальной оценке в Советском Союзе, характерен формальный, чисто математический подход к изучению социальных явлений, при котором количественный показатель рассматривается отдельно от качественной основы.

Однако на математическую статистику как часть математики «официальные статистики» покушаться не решились, поскольку математическая статистика использовалась для решения задач обороноспособности страны. Вместе с тем статистические методы в промышленности и технических исследованиях, статистические методы в медицине, химии, геологии, экономике, социологии, психологии, истории и в других конкретных областях остались вне официальной структуры науки и образования. В результате решений совещания 1954 г. работы по этим направлениям шли под иными именами. Использовались термины типа «экономическая кибернетика», «математическое моделирование в медицине» и др. Недаром сборник «Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика)» [19], с момента выхода которого (1981) говорим о самостоятельности прикладной статистики, имеет название, свидетельствующее о «крыше» нашей науки (в данном случае «крыша» - это кибернетика, а в организационном плане – Научный совет АН СССР по комплексной проблеме «Кибернетика»). Соответственно в вузах не велась подготовка специалистов по статистическим методам в конкретных областях. В результате констатируем отставание на порядок от англоговорящих стран по числу специалистов. В США статистиков больше, чем математиков, а у нас создание Лаборатории статистических методов под руководством А.Н. Колмогорова со штатом в

130 человек рассматривалось как большой успех (в то время в Индии, в институте, которым руководил Махаланобис, работало около 2000 человек [20, с.271]).

Разногласия в 80-е годы. Появление статьи [36] совпало с началом публикации (с 1965 г.) полупериодического журнала «Ученые записки по статистике» под редакцией Немчинова (т.е. серии сборников статей, выпускавшихся издательствами «Наука», «Статистика», «Финансы и статистика»).

В 1986 году вышел юбилейный 50-й выпуск «Ученых записок по статистике». В нем опубликовали свои статьи статистики математической ориентации. Многие из них - выпускники и кандидаты наук престижной школы теории вероятностей и математической статистики при МГУ, которую первоначально возглавлял А.Н. Колмогоров, и такой же школы при Ленинградском университете, во главе которой некоторое время стоял Ю.В. Линник. Эти ученые работали в больших городах, в различных институтах, занимающихся вопросами применения прикладной статистики. Ученые выполняли ориентированные на практическое применение работы в прикладном многомерном статистическом анализе, теории управления запасами и т.д., однако создается впечатление, что они испытывали желание заниматься вопросами, носящими более математический характер. Эта тенденция нашла свое отражение на страницах сборника «Ученые записки по статистике», в котором постепенно, но постоянно начали публиковать статьи математического и абстрактного характера, что вызвало недовольство среди статистиков различных научно-исследовательских институтов, связанных с органами официальной государственной статистики (в то время - ЦСУ).

В 1983 году в издательстве «Наука» вышел в свет 45-й том «Ученых записок по статистике», который был скромно озаглавлен «Прикладная статистика» [38], и разразился скандал. Опишем ход развития полемики, проанализировав содержание четырех писем редактору, которые были опубликованы с октября 1985 г. по июль 1987 г. в ежемесячном журнале «Вестник статистики» - органе ЦСУ.

В ответ на публикацию в сборнике «Ученые записки по статистике» многочисленных математических статей абстрактного характера К. Тимофеев (псевдоним) написал сердитое письмо под заголовком «Что же такое прикладная статистика?» [39]. Он утверждал, что термин «прикладная статистика» является абсурдным, так как то, что она якобы описывает, является одной из областей статистической науки, а не новым направлением. Тимофеев заявил: «Из содержания представленных в 45-м томе статей становится совершенно очевидным: название «Прикладная статистика» использовано для того, чтобы в «Ученых записках по статистике» опубликовать материалы, которые к ней (т.е. к статистике) не имеют ни прямого, ни даже косвенного отношения» [39, с.66]. Кроме этого, он выразил несогла-

сие с рядом приведенных в сборнике математических формул и абстрактных концепций. В частности, он привел цитату из статьи, в которой говорится, что статья посвящена «измеримым отображениям произвольного вероятностного пространства в множество непустых компактов плоскости, снабженное метрикой Хаусдорфа» (метрика Хаусдорфа – одно из расстояний между множествами; критикуемая статья была озаглавлена «Статистика случайных множеств»). Тимофеев не только не захотел перенестись «в другое измерение», он подверг автора критике за то, что он в своей статье сослался на работы зарубежных ученых, а не на работы классиков марксизма-ленинизма и советские статистические источники, а также за то, что он написал работу, не связанную с реальной жизнью. Он с неодобрением указал, что авторы статей, публикуемых в «Ученых записках по статистике», часто ссылаются на свои собственные работы. Он написал: «Создается впечатление, что книга «Прикладная статистика» использована не только для публикации не относящихся к статистике материалов, но и для рекламы и саморекламы некоторых математиков, решивших снискать себе славу в области экономики и статистики» [39, с.67]. Тимофеев признал, что эти статьи могут представлять определенный интерес для математиков, однако он полагал, что они вряд ли будут полезны в практической работе тем специалистам, на службе у которых, по его мнению, должна быть статистическая наука, а именно статистикам, экономистам и социологам.

Через десять месяцев журнал «Вестник статистики» опубликовал ответ [40] на выступление Тимофеева. Один из авторов, которых критиковал Тимофеев, А. Орлов, написал ответ в таком же резком тоне, и он был опубликован в официальном органе ЦСУ. В своей статье, перед которой было напечатано вступление от редакции, Орлов пункт за пунктом критиковал позицию Тимофеева. Орлов представил себя, как современного статистика. Он написал, что Тимофеев запутался и не знаком с переменами, которые произошли в статистике. Он отметил, что термин «прикладная статистика» не является ни новым, ни редко употребляемым. Он используется специалистами различных учреждений по всей стране. Он провел грань между математической статистикой и прикладной статистикой, добавив, что прикладная математическая статистика является «неотъемлемой частью» прикладной статистики, а прикладная математическая статистика наряду с аналитической статистикой (т.е. частью математической статистики, ориентированной на решение внутриматематических проблем, например, характеристических задач [41]) составляют математическую статистику, которая является одной из областей математики. Однако Орлов подчеркнул, что прикладная статистика включает и нематематические области, такие, как «методология организации и проведения прикладного статистического исследования и применения его результатов (как планировать исследование, как выбирать вероятностно-статистическую модель,

как собирать данные, как подготавливать их к обработке, как представлять результаты обработки и т.д.), а также соответствующее программное обеспечение» [40, с.54)].

Далее он указал, что интенсивное использование компьютеров в прикладной статистике свидетельствует о том, что в действительности ее можно рассматривать как часть кибернетики.

Орлов привел много примеров использования прикладной статистики в народном хозяйстве, сделав акцент на планировании эксперимента и контроле качества. Он отметил, что благодаря прикладной статистике была получена большая экономия финансовых средств: «Высокая эффективность прикладной статистики естественна - она родилась из практических нужд» [40, с.54]. Он охарактеризовал большой вклад в практическую работу, который внесли многие из тех статей, которые Тимофеев высмеял за абстрактные заголовки. В заключение статьи он привел таблицу, из которой видно, что ученые, публикующие свои работы в «Ученых записках по статистике», чаще ссылаются на работы советских авторов, чем зарубежных, и он подчеркнул, что эти авторы опираются на опыт своей практической работы, а не повторяют ранее опубликованный материал. Он составил эту таблицу на основе советского реферативного журнала «Математика», в котором «советские публикации составляют 1/6 мировых публикаций по прикладной статистике, реферируемых за год» [40, с.56].

Однако, по-видимому, редакторов журнала «Вестник статистики» не убедили доводы Орлова. В дополнение к его письму они напечатали свое заявление о том, что письмо Тимофеева было опубликовано для того, чтобы показать, что сборник «Ученые записки по статистике» перестал отвечать своей цели и превратился в математический журнал и что содержание статей в «Прикладной статистике» (том 45 «Ученых записок по статистике») не отвечает названию сборника. Более того, редакторы добавили, что находят доводы Тимофеева убедительными. Выступив с критикой письма Орлова, они упрекнули его за то, что он пытается «опровергнуть содержание письма К. Тимофеева, а заодно изобразить его автора как человека, не сведущего в делах, которыми занимается А. Орлов, а с ним и ряд других математиков» [40, с.57]. Они продолжали утверждать, что многие леммы и теоремы, которыми оперирует Орлов и его коллеги, не используются в практической работе. В частности, они проявили упорное желание узнать, «каков экономический эффект (в миллионах рублей), который удалось извлечь из шума при помощи измеримых отображений «произвольного вероятностного пространства в множество непустых компактов плоскости, снабженное метрикой Хаусдорфа» [40, с.57]. Касаясь ссылок на работы зарубежных авторов, редакторы отметили, что из таблицы Орлова видно, что ученые действительно ссылаются на зарубежные источники, и таким образом они приходят к выводу, что их утверждение верно. Обширные политизированные тексты «редакторов», весьма враждебные, но не подписанные,

демонстрируют распространенные в то время – да и сейчас – приемы борьбы, используемые врагами современной науки.

Подтверждением того, что спорные вопросы еще не решены, по крайней мере в умах читателей, явилась публикация третьего письма, написанного Н. Шереметом [42]. Шеремет, доцент Московского института инженеров железнодорожного транспорта (МИИТ), придерживается умеренных взглядов по вопросу об определении прикладной статистики и ее роли. В начале своего письма он отметил, что Тимофеев не ответил на свой собственный вопрос: «Что же такое прикладная статистика?» По мнению Шеремета, прикладные науки являются связующим звеном между чисто «инженерными» работами и научными исследованиями или чистой наукой. Он выступил в защиту необходимости стадии «корректировки» или «подстройки» между стадиями научных изысканий и применением научных теорий на практике. Затем он привел хорошо известное мнение Большева о том, что вся статистика является прикладной (Л.Н. Большев высказал это мнение в личной беседе с А.И. Орловым, цитата была включена в статью [40]), но не поддержал это утверждение, так как оно является слишком широким обобщением. Затем Шеремет проанализировал точку зрения, что каждая наука имеет свою собственную статистику (например, физическая статистика и биологическая статистика), но отверг ее, так как она противоречит мнению Ф. Энгельса, высказанному при подобных обстоятельствах в связи с механикой, физикой и химией. Шеремет критиковал Орлова за примеры из области экономики, так как эти примеры могли привести к ошибочному – по мнению Шеремета - предположению, что прикладная статистика является универсальной наукой.

Шеремет настаивал на определении статистики как общественной науки, однако признает возможность использования прикладной статистики в своей собственной области. Шеремет написал в свойственных ему неопределенных выражениях:

«Можно предположить, что предметом данной научной дисциплины являются «статистические данные»... Здесь уже не важно, от какого реального явления отвлечены данные абстрактные понятия... Математическая идеализация «статистических данных» и операций над ними дает возможность сводить известное разнообразие связей и закономерностей конкретной практической области к их определенному классу, производить необходимые расчеты» [42, с.69].

Он заявил, что прикладная статистика пока еще не является – по его мнению - четко определенной областью, и в заключение написал, что «прикладной статистике» в большей степени присущи черты междисциплинарных исследований, чем исследований, проводимых в рамках самостоятельной дисциплины [42, с.71].

В письме Шеремет допустил несколько неточностей, граничащих с дезинформацией. Он, кажется, не знает, что с 1973 г. журнал «Анналы ста-

тики» («The Annals of Statistics» – один из основных западных статистических журналов) является непосредственным продолжением журнала «Анналы математической статистики» («Annals of Mathematical Statistics») и не делает разницы между узким техническим термином «статистика» (как функция от результатов наблюдений) и термином «статистика» (как наука и методология). Ссылка на элементарный учебник Вайнберга и Шумахера 1969 г. [43] как на образцовую современную монографию по прикладной статистике в лучшем случае вызывает сомнение.

Показательным является сам факт публикации подобного письма без редакционного комментария в советском консервативном журнале по статистическим наукам - в журнале, который со времени своего возрождения в 1949 году стал выразителем позиций официальных статистиков (многие из них строго придерживаются марксистско-ленинской ориентации), рассматривающих статистику только как описательную науку.

На страницах «Вестника статистики» письмо Шеремета было не единственным откликом на полемику между Тимофеевым и Орловым. По всей видимости независимо от письма Шеремета, в июле 1987 года «Вестник статистики» опубликовал письмо И. Манделя [44], доцента института Народного хозяйства в Алма-Ате (Казахстан). В качестве комментария на письма Тимофеева и Орлова Мандель составил развернутую схему, отражающую взаимосвязь теории статистики, прикладной статистики и математической статистики. Эта схема была представлена наряду с шестью другими методологическими приемами, чтобы показать, какое влияние оказывают теория статистики, прикладная статистика и математическая статистика на методы исследования массовых явлений. Главным в его доводах является положение о том, что в то время, как «теория статистики» в основном отражает «социальную сферу» массовых процессов, прикладная статистика должна быть направлена на отражение массовых явлений любого характера. Таким образом, прикладная статистика должна являться своего рода «буферной наукой», которая переводит результаты математической статистики на язык, понятный исследователям в различных областях науки и практики. Он высказал сожаление по поводу существующих расхождений во взглядах между чистыми математическими статистиками и чистыми «прикладными» и обратил внимание на многочисленные примеры неправильного использования статистической методологии. Он приветствовал усилия математиков (в СССР и за рубежом), направленные на ликвидацию разрыва между математикой и реальным миром. В заключение он посоветовал называть прикладную статистику в значении «буферной науки» «прикладной математической статистикой». На конкретный вопрос о том, является ли сборник «Ученые записки по статистике» подходящим изданием для публикации статей по прикладной (математической?) статистике, он дает категорический отрицательный ответ, полностью совпадающий с мнением Тимофеева по этому вопросу. Мандель со-

ставил таблицу, согласно которой в 4 выпусках «Записок» (1978 - 1985), подготовленных прикладными статистиками, опубликовано 85 статей (общий объем - 1092 стр.). Из них 62 статьи (787 стр.), т.е. почти три четверти, по его мнению, по своему содержанию больше подходили для публикации в известном советском журнале «Теория вероятностей и ее применения», так как были посвящены чисто математическим результатам и написаны в виде теорем и доказательств. Мандель, увы, не знал, что к тому времени редколлегия и авторы журнала «Теория вероятностей и ее применения» уже полностью оторвались от практики анализа статистических данных. По мнению Манделя, отличительной чертой прикладной статистики является отсутствие доказательств; для нее характерны только ссылки на теоремы и обсуждение вопросов «истинно» прикладного характера.

Обсуждение было продолжено в феврале 1988 г., когда в очередном выпуске «Вестника статистики» было опубликовано письмо болгарского профессора, специалиста по статистике, В. Цонева [45]. Он предлагает коренным образом изменить терминологию, связанную со всей статистической наукой.

Перестройка в области статистики. «Перестройка» в политике отразилась и в области статистики. Это проявилось не только в публикации новых статистических данных по промышленному травматизму, алкоголизму, преступности и т.д., но также и в координации работы многочисленных учреждений, занимающихся обработкой статистических данных. Реорганизация ЦСУ явилась еще одним свидетельством озабоченности правительства недостатками в данной области. К примеру, статистические данные, связанные с производством черных металлов, собирались и обрабатывались тремя учреждениями - Госпланом, ЦСУ и Институтом экономики министерства черной металлургии. На Всесоюзной конференции статистиков в мае 1985 г. выяснилось, что данные по прокату черных металлов, поступающие из этих трех источников, «совершенно разные» [46]. В феврале 1987 г. литературно-художественный журнал «Новый мир» выступил с открытой и резкой критикой отсутствия достоверных статистических данных. Несколько статистиков, среди них – Н. Шеремет и Т. Козлов, заведующий кафедрой статистики МИИТ - выступили с резким опровержением. Дискуссии продолжаются, поскольку ситуация в XXI в. аналогична – статистические данные разных ведомств и организаций не совпадают.

Как отмечено в [34], разногласия между учеными, о которых говорилось выше, характерны не только для Советского Союза. Американские и другие западные статистики также сталкиваются с проблемой определения роли прикладной статистики и, в более широком плане, с проблемой определения статистики как науки.

2.5. Попытки объединения отечественных статистиков

В марте 1989 г. в Центральном экономико-математическом институте АН СССР состоялся Всесоюзный круглый стол «Статистика и перестройка», на котором собрались представители различных направлений в статистике – впервые в отечественной истории! Выступления были опубликованы в виде 55-го тома «Ученых записок по статистике» [47].

Высшей точкой общественного движения, ставящего целью объединение отечественных статистиков, было создание в 1990 г. Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА), объединившей статистиков всех направлений – специалистов по прикладной и математической статистике, по надежности (в основном представителей оборонно-промышленного комплекса), преподавателей экономико-статистических дисциплин, работников официальной государственной статистики (см., например, [48, 49]). Ведущую роль в создании ВСА сыграли работники Всесоюзного центра статистических методов и информатики, созданного автором настоящей статьи в 1989 г. Наша платформа была изложена в статье [50], опубликованной, несмотря на ее весьма резкую форму, в «Вестнике статистики». Устав ВСА, решения Учредительного съезда и Пленума правления ВСА предусматривали различные формы работы [51].

В ходе дискуссий при создании ВСА были выработаны основные положения новой парадигмы прикладной статистики [52]. В рамках этой парадигмы в течение дальнейшей четверти века выполнены многочисленные исследования, в частности, развивались статистика объектов нечисловой природы [53], статистика интервальных данных [54], недавно была сформирована системная нечеткая интервальная математика [33].

Однако в 1991 г. СССР прекратил свое существование. ВСА, как и другие союзные организации, перестала действовать. И наметившееся единство статистиков распалось. Госкомстат РФ полностью «закрылся» от статистической науки, перестал даже отвечать на обращения профессиональных статистических организаций. Одновременно произошел окончательный отрыв специалистов математической статистики от практики. В настоящее время журнал «Теория вероятностей и ее применения» не представляет никакого интереса для тех, кто обрабатывает конкретные данные. При этом публикации работ по математической статистике почти прекратились. Поэтому целесообразно вспомнить мнение Л.Н. Большева и принять, что прикладная статистика – это и есть математическая статистика [55]. Отметим выпуск энциклопедии «Вероятность и математическая статистика» [56], содержащей массу полезной информации для специалистов по статистическим методам.

Работы по прикладной статистике и другим статистическим методам продолжались в рамках Российской ассоциации статистических методов (созданной на базе одноименной секции ВСА) и Российской академии ста-

статистических методов, а также в рамках Белорусской статистической ассоциации. Основным местом публикации отечественных работ по статистическим методам является раздел «Математические методы исследования» журнала «Заводская лаборатория», созданный в 1961 г. Б.В. Гнеденко и В.В. Налимовым. В ней за более чем 50 лет помещено около 1000 статей по различным направлениям прикладной статистики, прежде всего по статистическому анализу числовых величин, статистике нечисловых данных, многомерному статистическому анализу, планированию эксперимента, опыту применения статистических методов при решении конкретных прикладных задач.

ГЛАВА 3. СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРИКЛАДНОЙ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Общая схема современной статистической науки такова. 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). Теоретическая статистика – наука, посвященная моделям и методам анализа конкретных статистических данных. Прикладная статистика (в узком смысле) посвящена статистическим технологиям сбора и обработки данных (она включает в себя методологию статистических методов, вопросы организации выборочных исследований, разработки статистических технологий, создания и использования статистических программных продуктов). Применения статистических методов в конкретных областях (в экономике и менеджменте – эконометрика, в биологии – биометрика, в химии – хемометрия, в технических исследованиях – технометрика, в геологии, демографии, социологии, медицине, истории, и т.д.). Часто позиции 2 и 3 вместе называют прикладной статистикой. Иногда позицию 1 именуют теоретической статистикой. 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. В настоящей главе 12 проведен анализ послевоенного развития отечественной статистики. Выделены пять «точек роста»: непараметрика, робастность, бутстреп, статистика интервальных данных, статистика нечисловых данных. Обсуждается содержание, развитие и основные идеи статистики объектов нечисловой природы. Рассмотрен ряд нерешенных проблем теоретической и прикладной статистики.

Математические результаты объективны. Теорема либо доказана, либо нет. А вот о значении тех или иных результатов споры возникают. Тем более трудно настаивать на полной объективности выводов, рассуждая о развитии всей статистической науки. Поэтому жанр этой главы – субъективный анализ состояния и перспектив развития нашей научной области.

Интерес к рассматриваемой тематике возник в 1970-х гг., проявившись в создании нами подкомиссии "Статистика объектов нечисловой природы" Научного Совета АН СССР по комплексной проблеме "Кибернетика". Позже на Учредительном съезде Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА) в октябре 1990 г. коллеги выбрали А.И. Орлова вице-президентом ВСА (по секции статистических методов).

С 1970-х годов приходилось обдумывать ситуацию в статистике. Конкретные результаты собраны в монографиях [1-3] и др., которые можно рассматривать и как учебники (см. также книги и статьи на сайте «Высокие статистические технологии» <http://orlovs.pp.ru>). Доказательства многих конкретных результатов опубликованы прежде всего в научных журналах "Заводская лаборатория. Диагностика материалов", "Научном журнале КубГАУ", периодических сборниках научных трудов "Статистические методы оценивания и проверки гипотез", "Ученые записки по статистике". А общие соображения – методологическая основа ведущихся работ – рассмотрены в этой главе.

3.1. Послевоенное развитие отечественной статистики

К 1960-м гг. в нашей стране сформировалась научно-практическая дисциплина, которую называем классической математической статистикой. Статистики послевоенного поколения учились теории по книге Г. Крамера [4], написанной в военные годы и впервые изданной у нас в 1948 г. Из прикладных руководств назовем учебник [5] и таблицы с комментариями [6].

Затем внимание многих специалистов сосредоточилось на изучении математических конструкций, используемых в статистике. Примером таких работ является монография [7]. В ней получены продвинутое математические результаты, но нет никаких рекомендаций, которые мог бы использовать статистик, анализирующий конкретные данные наблюдений, измерений, испытаний, анализов, опытов, обследований.

Как реакция на уход в чистую математику значительной части специалистов была выделена новая научная дисциплина - прикладная статистика. В учебнике [1] в качестве рубежа, когда это стало очевидным, мы указали 1981 г. – дату выхода массовым тиражом (33 940 экз.) сборника [8], 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 чистую математику, перестав интересоваться практическими делами. Вторая позиционировала себя в качестве науки об обработке данных – результатов наблюдений, измерений, испытаний, анализов, опытов.

Вполне естественно, что в прикладной статистике стали развиваться свои новые математические методы и модели. Необходимость их развития вытекает из потребностей конкретных прикладных исследований. Это математизированное ядро прикладной статистики целесообразно 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.

2. Теоретическая статистика – наука, посвященная моделям и методам анализа конкретных статистических данных.

3. Прикладная статистика (в узком смысле) посвящена статистическим технологиям 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. Применения статистических методов в конкретных областях (в экономике и менеджменте – эконометрия, в биологии – биометрика, в химии – хеометрия, в технических исследованиях – технометрика, в геологии, демографии, социологии, медицине, истории, и т.д.).

Часто позиции 2 и 3 вместе называют прикладной статистикой. Иногда позицию 1 именуют теоретической статистикой. 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.

Примечание. Здесь мы уточнили схему внутреннего деления статистической теории, предложенную в [9]. Естественный смысл приобрели термины «теоретическая статистика» и «прикладная статистика» (в узком смысле). Однако необходимо иметь в виду, что в недавнем учебнике [1] 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») полностью оторвалась от задач практики.

Отметим, что математическая статистика, как и теоретическая с прикладной, не имеет ничего общего с ведомственной наукой органов официальной государственной статистики. Эти органы, именовавшиеся последовательно ЦСУ, Госкомстат, Росстат, применяли и применяют лишь проверенные временем приемы позапрошлого века. Возможно, следовало бы от этого ведомства отмежеваться полностью и сменить название дисциплины,

например, на «Анализ данных». Такое кардинальное решение, к сожалению, сделано бы неясным положение сотен тысяч публикаций, в названиях которых есть слова "статистика" или "статистический". В настоящее время компромиссным самоназванием нашей научно-практической дисциплины является термин «статистические методы».

Во второй половине 80-х годов развернулось общественное движение, имеющее целью создание профессионального объединения статистиков (об этом движении подробнее рассказано в статье [10]). Аналогами являются 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 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 последние годы большие ежегодные конференции проводятся в Ташкенте (см., например, материалы III научно-практической конференции "Статистика и ее применения" [11]).

В ходе создания ВСА было проанализировано состояние и перспективы развития теоретической и прикладной статистики. Обсудим их.

3.2. Новые идеи последних десятилетий: точки роста

В работе [12] впервые 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 (см. также [13, 14]). Кратко обсудим эти актуальные направления.

Непараметрика, или непараметрическая статистика, позволяет делать статистические выводы, оценивать характеристики и плотность распределения, проверять статистические гипотезы без 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. Математики думают, что это - экспериментальный факт, установленный в прикладных исследованиях. 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 [2]. Некритическое использование гипотезы нормальности часто приводит к значительным ошибкам, например, при отбраковке резко выделяющихся результатов наблюдений (выбросов), при статистическом

контроле качества и в других случаях [1]. Поэтому целесообразно использовать непараметрические методы, в которых на функции распределения результатов наблюдений наложены лишь весьма слабые требования. Обычно предполагается лишь их непрерывность. К настоящему времени с помощью непараметрических методов можно решать практически тот же круг задач, что ранее решался параметрическими методами [15, 16]. Однако эта информация еще не вошла в массовое сознание. До сих пор тупиковой тематике параметрической статистики посвящены обширные разделы учебников и программных продуктов.

Основная идея работ по робастности, или устойчивости, состоит в том, что выводы, полученные на основе математических методов исследования, должны мало меняться при небольших изменениях исходных данных и отклонениях от предпосылок модели [17, 18]. Здесь есть два круга задач [19, 20]. Один - это изучение устойчивости распространенных алгоритмов анализа данных. Второй - поиск робастных алгоритмов для решения тех или иных задач. Отметим, что сам по себе термин "робастность" не имеет точно определенного смысла. Всегда необходимо указывать конкретную вероятностно-статистическую модель. При этом модель «засорения» Тьюки - Хубера - Хампеля обычно не является практически полезной. Дело в том, что она ориентирована на «утяжеление хвостов», а в реальных ситуациях «хвосты» обрезаются априорными ограничениями на результаты наблюдений, связанными, например, с ограниченностью шкал используемых средств измерения.

Бутстреп - направление непараметрической статистики, опирающееся на интенсивное использование информационных технологий [21]. Основная идея состоит в «размножении выборок», т.е. в получении набора из многих выборок, напоминающих полученную в эксперименте. По такому набору можно непосредственно оценить свойства различных статистических процедур, не прибегая к излишне обременительным (а чаще и необоснованным) семействам вероятностно-статистических моделей. Простейший способ «размножения выборки» состоит в исключении из нее одного результата наблюдения. Исключаем первое наблюдение, получаем выборку, похожую на исходную, но с объемом, уменьшенным на 1. Затем возвращаем исключенный результат первого наблюдения, но исключаем второе наблюдение. Получаем вторую выборку, похожую на исходную. Затем возвращаем результат второго наблюдения, и т.д. Есть и иные способы «размножения выборок». Например, можно по исходной выборке построить ту или иную оценку функции распределения, а затем методом статистических испытаний смоделировать ряд выборок из элементов, функция распределения которых совпадает с этой оценкой. Обобщая, можно сказать, что к настоящему времени в дополнение к классическим инструментам прикладной статистики – предельным теоремам теории вероятностей – добавились новые, основанные на интенсивном использовании

компьютеров [22]. Бутстреп – лишь один из таких инструментов. Метод статистических испытаний (Монте-Карло) – вот партнер и конкурент асимптотическим методам математической статистики.

Интервальная статистика - это совокупность методов анализа интервальных статистических данных. Вполне очевидно, что все средства измерения имеют погрешности. Однако до недавнего времени это очевидное обстоятельство никак не учитывалось в статистических процедурах. Только недавно начала развиваться теория интервальной статистики, в которой предполагается, что исходные данные - это не числа, а интервалы. Интервальную статистику можно рассматривать как часть интервальной математики. Выводы в ней часто принципиально отличны от классических. Основные результаты статистики интервальных данных рассмотрены в статьях [23, 24], а подробные изложения включены в учебники [1, 3, 25], а также в монографию [26].

3.3. Статистика объектов нечисловой природы

Перейдем к статистике объектов нечисловой природы (она же - статистика нечисловых данных, или нечисловая статистика) [25, 27]. Сначала напомним, что 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;
- результаты парных сравнений или контроля качества продукции по альтернативному признаку ("годен" - "брак"), т.е. последовательности из 0 и 1;

- графы различных видов (неориентированные, ориентированные, с весами, иерархические структуры и т.п.);

- 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; и т.д.

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. Напомним, что теория нечетких множеств в определенном смысле сводится к теории случайных множеств. Цикл соответствующих теорем приведен в работах [17, 28], а также в учебниках [1 - 3], монографии [26].

С 70-х годов в основном на основе запросов теории экспертных оценок [29 - 31] (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 дана в монографии [17].

Следующий этап (80-е годы) - выделение статистики объектов нечисловой природы в качестве самостоятельной дисциплины в рамках математических методов исследования, ядром которого являются методы статистического анализа данных произвольной природы. Для работ этого периода характерна сосредоточенность на внутренних проблемах нечисловой статистики.

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 [1 - 3]).

Следует отметить, что в статистике объектов нечисловой природы одна и та же математическая схема может с успехом применяться во многих областях, для анализа данных различных типов, а потому ее лучше всего формулировать и изучать в наиболее общем виде, для объектов произвольной природы.

3.4. 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. 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 [17]. 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 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 [32]. При этом как эмпирическое, так и теоретическое средние как решения экстре-

мальных 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 [1, 2].

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 [25]. 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 том числе в дискретных пространствах. В частности, доказана их состоятельность, изучена скорость сходимости и установлен примечательный факт совпадения наилучшей скорости сходимости в произвольном пространстве с той, которая имеет быть в классической теории для числовых случайных величин [33, 34].

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, приобрела естественный (завершенный, изящный) вид именно для пространств произвольного вида, 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 [35].

Представляют практический интерес результаты, связанные с конкретными областями статистики объектов нечисловой природы [36] и соответствующими математико-статистическими моделями порождения нечисловых данных [37], в частности, со статистикой нечетких множеств 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 (бернуллиевских бинарных векторов) [38], с аксиоматическим введением метрик в конкретных пространствах объектов нечисловой природы [39], а также с рядом других конкретных постановок.

Для анализа нечисловых, в частности, экспертных данных весьма важны методы классификации [40]. Констатируем, что наиболее естественно ставить и решать задачи классификации, основанные на использовании расстояний или показателей различия, в рамках статистики объектов нечисловой природы. Это касается как распознавания образов с учителем (другими словами, дискриминантного анализа), так и распознавания образов без учителя (т.е. кластерного анализа) [41, 42].

3.5. О нерешенных проблемах теоретической и прикладной 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 упорядочений – 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 анализа нечисловых данных?

До сих пор не проведена классификация классических статистических методов с точки зрения теории измерений. Законченные результаты получены только для теории средних [1 - 3]. Установлено, что для измерений в порядковой шкале в качестве средних можно использовать только порядковые статистики, например, медиану (при нечетном объеме выборки). Среднее арифметическое, столь любимое профанами, применять нельзя. Однако многочисленные эксперименты показывают, что упорядочения объектов по средним арифметическим рангов и по медианам рангов в подавляющем большинстве случаев совпадают. Нужна теория, объясняющая этот экспериментальный факт.

Все более широкое распространение получает теория нечеткости. Давно установлено, что она в определенном смысле сводится к теории случайных множеств [1 - 3]. Требуется на основе этого сведения проанализировать различные теоретические и прикладные постановки теории не-

четкости и рассмотреть их в рамках вероятностно-статистического моделирования.

Перейдем к классическим областям статистики. Начнем с обсуждения влияния отклонений от традиционных предпосылок. 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 [1, 2].

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).

Пример 2. Для проверки однородности двух независимых выборок (на самом деле - для проверки равенства математических ожиданий) обычно рекомендуют использовать двухвыборочный критерий Стьюдента. Предпосылки 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 суще-

ственно 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 [1, 2, 43].

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 [1, 2].

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 ЦПТ, 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 факторного анализа к векторам из переменных, принимающих небольшое число градаций и к тому же измеренных в порядковой шкале.

Почему 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 (благодаря сложившейся системе образования прикладников). Например, в научных медицинских исследованиях 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 характери-

стики, в котором работает конкретное средство измерения. Следовательно, модель Тьюки - Хубера - Хампеля 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 теоретической и прикладной статистики посвящены статьи [44, 45]. 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.

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. Какой выбрать?

Критерии однородности проанализированы в [46]. 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 [46], не позволяет дать рекомендации для выбора критерия проверки однородности при анализе реальных данных.

Проблемы разработки высоких статистических технологий поставлены в [47, 48] (см. также одноименный сайт <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.

ГЛАВА 4. О ВЫСОКИХ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

При практическом использовании методов прикладной статистики применяются не отдельные методы описания данных, оценивания, проверки гипотез, а развернутые цельные процедуры - так называемые «статистические технологии». Понятие «статистическая технология» 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. 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. 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 настоящей главе обсуждаются статистические технологии и проблема «стыковки» алгоритмов. Введено понятие «высокие статистические технологии», обоснована необходимость их разработки и применения. В качестве примера приведены исследования Института высоких статистических технологий и эконометрики Московского государственного технического университета им. Н.Э Баумана. Кратко рассмотрен ряд вопросов подготовки специалистов по высоким статистическим технологиям.

При практическом использовании методов прикладной статистики применяются не отдельные методы описания данных, оценивания, проверки гипотез, а развернутые цельные процедуры - так называемые «статистические технологии». Понятие «статистическая технология» 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 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 учебнике «Эконометрика» [1], а в следующем году вышла программная статья [2] (поступила в редакцию 16 марта 2001 г.). 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 около 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 – «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.

4.1. 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 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, изучение 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».

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 статистиков. Наличие разногласий – причина того, что так называемые «экспертные системы в области статистического анализа данных» пока не стали рабочим инструментом статистиков.

4.2. Проблема «стыковки» алгоритмов

В литературе статистические технологии рассматриваются явно недостаточно. В частности, 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, [3, 4]), 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 соответствующего изучения, например, методом Монте-Карло, она может войти в число научно обоснованных процедур прикладной статистики.

4.3. 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 [5]. 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 нею (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 не легко. Проще сослаться на введение и все содержание учебника [6], на энциклопедию [7], справочник [8] и др. В частности, статистические данные - это результаты измерений, наблюдений, испытаний, анализов, опытов. 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, па-

раллельно или по более сложной схеме. Структура типовой статистической технологии описана выше. Обработка статистических данных - это информационный технологический процесс.

4.4. Всегда ли нужны «высокие статистические технологии»?

«Высоким статистическим технологиям» противостоят, естественно, «низкие статистические технологии» (а между ними расположены «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 [9, 10]. Или применение критерия Вилкоксона для проверки совпадения теоретических медиан или функций распределения двух выборок [11]. 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 [12, 13]. 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 статьи [12]. Прошло около 30 лет с момента ее публикации, но она по-прежнему актуальна, поскольку ошибочное применение критериев Колмогорова и омега-квадрат по-прежнему распространено.

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 [14]). 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, 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 [9, 10] 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 лаборатория. 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.

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 технологий, основанных на использовании лопаты? 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. Подобное представление и первичный анализ данных 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.

4.5. 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? Борьба с конкретными невеждами - дело почти безнадежное. Конечно, необходима демонстрация квалифицированного применения высоких статистических технологий. В 1960-70-х годах этим 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 студен-

там, то новое поколение исследователей и инженеров, экономистов и менеджеров, других специалистов вынуждено осваивать их поодиночке, в порядке самообразования, а то и переоткрывать 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 [15 – 17]), к настоящему времени 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 полном издании на русском языке по статистическим методам – трехтомнике [18 –20]). 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.

4.6. Необходимость высоких статистических технологий

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 прикладными 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 [21, 22]. 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 [23, 24]. В

широко известной монографии по контроллингу [25] 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 [26] содержит основы высоких статистических технологий, связанные с анализом выборок нечетких множеств (см. также [24]). Ни статистики нечисловых данных, ни статистики интервальных данных, ни статистики нечетких данных не было и не могло быть в классической статистике. Все это - высокие статистические технологии. Они разработаны за последние десятилетия. К сожалению, обычные вузовские курсы по общей теории статистики и по математической статистике разбирают научные результаты, полученные в первой половине XX века.

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.

4.7. 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. Основными интересами являются 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, [25, 27]).

Вначале Институт действовал как Всесоюзный центр статистических методов и информатики Центрального правления Всесоюзного экономического общества. В 1990 - 1992 гг. было выполнено более 100 хоздоговорных работ, в том числе для НИЦентра по безопасности атомной энергетики, ВНИИ нефтепереработки, ПО «Пластик», ЦНИИ черной металлургии им. Бардина, НИИ стали, ВНИИ эластомерных материалов и изделий, НИИ прикладной химии, ЦНИИ химии и механики, НПО «Орион», ВНИИ экономических проблем развития науки и техники, ПО «Уралмаш», «АвтоВАЗ», МИИТ, Казахского политехнического института, Донецкого государственного университета, Института питания (Алма-Ата) и многих других.

Затем Институт разрабатывал эконометрические методы анализа нечисловых данных, а также процедуры расчета и прогнозирования индекса инфляции 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, по экономико-математическому моделированию развития малых предприятий и созданию современных систем информационной поддержки принятия решений для таких организаций.

С 2010 г. Институт занимался проблемами прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий, обеспечения безопасности полетов (см., например, [28 – 33]), с 2013 г. – организационно-экономическим обеспечением управления проектами создания изделий ракетно-космической техники [34 – 38].

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>), который в 2000 – 2003 гг. ежегодно посещали более 10000 пользователей, а в 2006 г. – уже более 100000. Институтом издается компьютерный 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.

Область научных и практических работ по развитию и применению статистических методов в экономике и управлении организациями и территориями называется эконометрикой [1]. 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 [1].

Однако в нашей стране по ряду причин прикладная статистика и эконометрика 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.

4.8. 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 внутри-

математическое значение, а не развитию высоких статистических технологий. В настоящее время появилась надежда на эконометрику. В России развертываются 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 развернутый 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 [30]). 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.

ГЛАВА 5. О НОВОЙ ПАРАДИГМЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ

В 2011 - 2016 гг. научной общественности была представлена новая парадигма математических методов исследования в области организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики. Шла речь о новой парадигме прикладной статистики, математической статистики, математических методов экономики, анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления. Считаем необходимым при разработке организационно-экономического обеспечения для решения задач конкретной прикладной области, например, ракетно-космической отрасли, исходить из новой парадигмы математических методов исследования. Аналогичное требование предъявляем к преподаванию соответствующих дисциплин. При разработке учебных планов и рабочих программ необходимо исходить из новой парадигмы математических методов исследования. В настоящей главе мы приводим базовую информацию о новой парадигме математических методов исследования. Начинаем с краткой формулировки новой парадигмы. Изложение в этой главе посвящено в основном научной области «Математические и инструментальные методы экономики», включающей организационно-экономическое и экономико-математическое моделирование, эконометрику и статистику, а также теорию принятия решений, системный анализ, кибернетику, исследование операций. Обсуждаем основные понятия. Рассказываем о ходе разработки новой парадигмы. Проводим развернутое сравнение старой и новой парадигм математических методов исследования. Даем информацию об учебной литературе, подготовленной в соответствии с новой парадигмой математических методов исследования.

Итак, в 2011 - 2015 гг. в серии статей в научных журналах и докладов на международных, зарубежных и всероссийских научных конференциях была представлена научной общественности новая парадигма математических методов исследования [1] в области организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики [2 - 5]. Шла речь о новой парадигме прикладной статистики [6, 7], математической статистики [8, 9], математических методов экономики [10], анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления [11, 12].

Считаем необходимым при разработке организационно-экономического обеспечения для решения задач конкретной прикладной области, например, ракетно-космической отрасли, исходить из новой парадигмы математических методов исследования. Аналогичное требование предъявляем к преподаванию соответствующих дисциплин. При разработке учебных планов и рабочих программ необходимо исходить из новой парадигмы математических методов исследования.

В настоящей главе приведем базовую информацию о новой парадигме математических методов исследования.

5.1. Краткая формулировка новой парадигмы

Математические методы исследования используются для решения практических задач с давних времен. В Ветхом Завете рассказано о весьма квалифицированно проведенной переписи военнообязанных (Четвертая книга Моисеева "Числа"). В первой половине XX в. была разработана классическая парадигма методов обработки данных, полученных в результате измерений (наблюдений, испытаний, анализов, опытов). Математические методы исследования, соответствующие классической парадигме, широко используются. Со стороны может показаться, что в этой области основное давно сделано, современные работы направлены на мелкие усовершенствования. Однако это совсем не так. Новая парадигма математических методов исследования принципиально меняет прежние представления. Она зародилась в 1980-х гг., но была развита в серии наших монографий и учебников уже в XXI в.

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 классической 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. Старая парадигма 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). Однако математическая теория параметрических семейств распределений (методы оценивание 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 природы.

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) 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.

5.2. Математические и инструментальные методы экономики

Изложение в этой главе посвящено в основном научной области «Математические и инструментальные методы экономики», включающей организационно-экономическое и экономико-математическое моделирова-

ние, эконометрику и статистику, а также теорию принятия решений, системный анализ, кибернетику, исследование операций. Рассмотрим основное содержание новой парадигмы этой научно-практической области, разработанной в 80-х гг. в процессе создания Всесоюзной статистической ассоциации. Новая парадигма сопоставляем со старой (соответствующей середине XX века). Дадим сводку монографий, учебников и учебных пособий, подготовленных в XXI в. в соответствии с новой парадигмой.

Математические и инструментальные методы экономики – одна из специальностей научных работников, относящаяся к экономическим наукам (в классификации ВАК обозначается 08.00.13). Она посвящена разработке интеллектуальных инструментов для решения задач теории и практики экономического анализа.

Так, 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 [13] 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.

5.3. 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 [14].

Организационно-экономическое моделирование – научная, практическая и учебная дисциплина, посвященная разработке, изучению и применению математических и статистических методов и моделей в экономике и управлении народным хозяйством, прежде всего промышленными предприятиями и их объединениями [15].

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 даст новые знания о моделируемом объекте, которые позволят разработать и обосновать адекватные управленческие воздействия [16].

Эконометрика – это наука, изучающая конкретные количественные и качественные взаимосвязи экономических объектов и процессов с помощью математических и статистических методов и моделей [17]. Обычно используют несколько более узкое определение: эконометрика – это статистические методы в экономике [18].

Статистика исходит прежде всего из опыта; недаром ее зачастую определяют как науку об общих способах обработки результатов эксперимента [19]. Прикладная статистика – это наука о том, как обрабатывать данные [20].

Специалисту 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, хотя и позволяют организовать долгие дискуссии.

На международной научной конференции по организации производства "Вторые Чарновские чтения" [21] 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 области, 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 органи-

зации 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.

5.4. 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) [22] более 20 раз используются эконометрические (если угодно, математические и статистические) методы и модели, как это подробно продемонстрировано, например, в [23].

Рассматриваемые методы широко используются для решения различных задач теории и практики экономического анализа. В частности, проводится когнитивное моделирование [24] развития наукоемкой промышленности (на примере оборонно-промышленного комплекса) и систем налогообложения [25, 26], модельное обоснование инновационного развития наукоемкого сектора российской экономики [27]. Моделируют организационные изменения [28], применяют информационные технологии [29]. Все шире используются экспертные оценки [30 - 32], в том числе для построения обобщенных показателей (рейтингов) [33 - 41].

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) [42] 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.

5.5. Сравнение старой и новой парадигм

Проведем развернутое сравнение старой и новой парадигм математических методов исследования. При этом опираемся на материалы раздела "Математические методы исследования" научно-технического журнала "Заводская лаборатория. Диагностика материалов". С момента основания раздела в 1961 г. в нем опубликовано более тысячи статей.

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 [43]; см. также [44]). Однако математическая теория параметрических семейств распределений (методы оценивание параметров и проверки гипотез) оказалась достаточно интересной с теоретической точки зрения (в ее рамках был доказан ряд трудных теорем), 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 природы, т.е. нечисловая статистика [15, 45].

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) [46] 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 (по Мизесу), 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 [47]. 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 [13, 48].

Результаты сравнения парадигм удобно представить в виде табл. 1.

Таблица 1. Сравнение основных характеристик старой и новой парадигм

№	Характеристика	Старая парадигма	Новая парадигма
1	Типовые исходные данные	Числа, конечномерные вектора, функции	Объекты нечисловой природы [15, 45]
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 [[15, 45]]
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 [13, 48]
6	Оцениваемые величины	Параметры распределе-	Характеристики, функции и

	чины	ний	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 [15, 45]
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.) [49, 50]
10	Точность данных	Данные полностью известны	Учет неопределенности данных, в частности, интервальности и нечеткости [47]
11	Типовые результаты	Предельные теоремы (при росте объемов выборок)	Рекомендации для конкретных объемов выборок
12	Вид постановок задач	Отдельные задачи оценивания параметров и проверки гипотез	Высокие статистические технологии (технологические 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 [31, 32]
16	Роль методологии	Практически отсутствует	Основополагающая [13, 52, 53]

5.6. 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 в соответствии с ситуацией 90-х годов размах работ сокращался, 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 выпущенный в 2002 г. учебник по эконометрике [18], переизданный в 2003 г. и в 2004 г. Четвертое издание «Эконометрики» [54]

существенно переработано. Оно соответствует первому семестру курса, в отличие от первых трех изданий, содержащих материалы для годового курса. В четвертое издание [54] включены новые разделы, полностью обновлена глава про индекс инфляции, добавлено методическое обеспечение.

В нашем фундаментальном курсе 2006 г. по прикладной статистике [20] 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-м году в рамках новой парадигмы был выпущен курс теории принятия решений [26]. 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 [15] посвящена сердцевине новой парадигмы – нечисловой статистике. Ее прикладное «зеркало» - вторая часть [31], 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 вводная книга по менеджменту [58] и современный учебник по теории принятия решений [59], в которых содержание соответствует новой парадигме, в частности, подходам трехтомника по организационно-экономическому моделированию [15, 31, 57]. Отметим, что, в учебнике [59] значительно большее внимание по сравнению с более ранним учебником по теории принятия решений [26] уделено теории и практике экспертных оценок, в то время как общие проблемы менеджмента выделены для обсуждения в отдельное издание [58].

К рассмотренному выше корпусу учебников примыкают справочник по минимально необходимым для восприятия рассматриваемых курсов

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 несколько изданий, например, [63], но от их рассмотрения здесь воздержимся.

Публикация учебной литературы на основе новой парадигмы шла непросто. Зачастую издать определенную книгу удавалось с третьего-четвертого раза. Неценима 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 А.И. Орлова на сайте МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/> и на аналогичной странице форума <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=1370>, однако иногда различны названия и выходные данные книг в бумажном и электронном вариантах.

Информация о новой парадигме появилась в печати недавно – в 2011 г. (см. [1 - 12]), когда публикация книг с изложением научных подходов и результатов на основе новой парадигмы математических методов исследования была уже практически закончена. Разработчики новой парадигмы не без оснований опасались, что им могут помешать довести работу до конца. В своей тактике публикаций они во многом следовали Гауссу, который воздерживался от публикации работ по неевклидовой геометрии, опасаясь «криков беотийцев» [35, с.91].

Опасения, увы, имели основания. Так, в июне 2015 г. была сделана попытка удалить из Википедии статью "Орлов Александр Иванович (учёный)". Выставивший статью на удаление некий Булатов ("номинатор") написал: "Значимость учёного возможна, но подобный торжественно-помпезный стиль совершенно неприемлем для Википедии. Статья требует полного переписывания в нейтральном стиле с привлечением независимых источников. — Vulatov 18:18, 9 июня 2015 (UTC)". Нетрудно понять причины поведения номинатора. Как нетрудно установить, номинатор - Булатов Александр Вячеславович - работает (судя по <http://www.ipu.ru/node/116>) в ИПУ РАН в Лаборатории № 45 под названием «Математические методы исследования оптимальных управляемых систем». Поэтому он так резко отреагировал на фразу «Разработана новая парадигма математических методов исследования», в которой есть значительное совпадение с названием научного подразделения, в котором он числится. Следовало бы ожидать, что к.ф.-м.н. Булатов А.В. познакомится с новой парадигмой, которой посвящено достаточно публикаций (см.

РИНЦ). Или обратится к руководству своего института за разъяснениям. Например, к зам. директора ИПУ РАН член-корр. РАН Д.А. Новикову, со-автору проф. А.И. Орлова по ряду работ. Вместо этого к.ф.-м.н. Булатов А.В. потребовал удаления статья из-за одной фразы. Очевидно, обсуждению на научном уровне вопроса о новой парадигме в Википедии не место. Обсуждать его надо на научных собраниях, в научной печати. Если к.ф.-м.н. Булатов А.В. не согласен с проф. А.И. Орловым, он может написать об этом статью или выступить на конференции. [Этот абзац, разъясняющий суть дела, был сразу же кем-то удален из обсуждения в Википедии.]

Ярлык "К удалению" висел до октября 2015 г. С полным текстом обсуждения можно познакомиться на Интернет-ресурсе "Википедия:К удалению/9 июня 2015". В обсуждении наряду со здоровыми мнениями во всей красе показали себя лица, ничего не понимающие в научной деятельности. Отстоять само существование статьи "Орлов Александр Иванович (учёный)" удалось, лишь затратив десятки квалифицированных трудочасов (объем обсуждения превышает объем настоящей главы). При этом статья в Википедии испорчена большим числом безграмотных поправок.

На основе сказанного выше можно констатировать, что к настоящему моменту рекомендация Учредительного съезда Всесоюзной статистической ассоциации (1990) по созданию комплекта учебной литературы на основе новой парадигмы математических методов исследования выполнена. Предстоит большая работа по внедрению новой парадигмы организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики в научные исследования (теоретические и прикладные) и преподавание.

ГЛАВА 6. ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ - ИЗ НАУКИ В ПРЕПОДАВАНИЕ

Высокие статистические технологии - наиболее наукоемкая инновационная часть современных методов анализа данных. За последние 40 лет научные исследования и прикладные проекты в области анализа данных привели к разработке ряда новых разделов теории и существенному развитию ранее сформированных областей статистических методов. Так, создана статистика нечисловых данных и статистика интервальных данных. Существенное развитие получила непараметрическая статистика.

Однако преподавание статистических методов в вузах зачастую заметно отстает от фронта научных исследований. Входящий в курс математики раздел «Теория вероятностей и математическая статистика» обычно заканчивается методами, разработанными в первой половине XX в. Специальные курсы часто используют подходы столь же далеких времен. Поэтому при создании Всесоюзной статистической ассоциации (учредительный съезд состоялся в октябре 1990 г.), а затем Российской ассоциации статистических методов и Российской академии статистических методов одной из наиболее актуальных задач было признано внедрение современных научных достижений в практику преподавания.

Эконометрика, т.е. статистический анализ конкретных статистических данных, преподается в российских вузах с 1997 г. На факультете «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана высокие статистические технологии внедрены в практику преподавания курсов "Эконометрика", "Статистика", "Методы принятия управленческих решений", "Организационно-экономическое моделирование" и др. Это внедрение опирается на вновь разработанные учебные программы и учебники. Тем самым в рассматриваемых областях удалось преодолеть разрыв между наукой и преподаванием.

Высокие статистические технологии, прежде всего ориентированные на экспертные и маркетинговые исследования, весьма эффективны, в частности, в инновационном менеджменте при осуществлении организационно-экономической и маркетинговой поддержки конкретных инновационных проектов в области наукоемких технологий, а также при прогнозировании спроса на научно-техническую продукцию высокотехнологичных отраслей промышленности [44].

6.1. О развитии статистических исследований и преподавания статистики

Статистические исследования (с целью информационно-аналитической поддержки процесса принятия управленческих решений) проводятся с давних времен. Например, для принятия решений в военной

области необходима информация о числе военнообязанных. О переписи военнообязанных рассказано в Ветхом Завете в Четвертой книге Моисеевой "Числа" [1]. Поэтому вполне естественно, что в программы высшего образования включают статистические дисциплины.

Если в высшей школе США число преподавателей и кафедр в области статистики вполне сопоставимо с числом преподавателей и кафедр в области математики, то в нашей стране - совсем другая ситуация. Официально признаны лишь две составляющие статистики: математическая статистика и ведомственная наука Росстата. Первая составляющая относится к математике, к научной специальности 01.01.05 "теория вероятностей и математическая статистика". Вторая составляющая относится к экономическим наукам, к научной специальности 08.00.12 "Бухгалтерский учет, статистика". Все остальные составляющие статистики, например, статистические методы в технике, медицине, химии, истории, социологии, психологии и т.п., проигнорированы. Впрочем, некоторые из этих "забытых" составляющих укрепились и получили собственные имена. Например, эконометрика - статистические методы в экономике и управлении (менеджменте). В нашей стране создана отечественная научная школа в области эконометрики [2].

Очевидно, деятели научной специальности 01.01.05 "теория вероятностей и математическая статистика" ориентированы на доказательство теорем, а не на изучение проблем анализа реальных статистических данных. Они уходят от реального мира внутрь математики, их научные результаты зачастую бесполезны для практики.

Деятели научной специальности 08.00.12 "Бухгалтерский учет, статистика" исходят из экономической методологии, имеют экономическое образование, под статистикой понимают деятельность Росстата. Не зная математики, составляют учебники, например, по общей теории статистики, содержащие математико-статистические ошибки. Много конкретных ошибок приведено на Интернет-ресурсе "Профессора-невежды готовят себе на смену новых невежд" [3]. Причины появления ошибок проанализированы на Интернет-ресурсе "Типовые ошибки при вхождении в прикладную статистику" [4]. На деятельность Росстата, к сожалению, нельзя ориентироваться. Ложь официальной статистики постоянно разоблачается в различных публикациях [5].

В начале 1980-х годов мы выделили научную дисциплину "Прикладная статистика". Наш базовый учебник по этой дисциплине начинается словами: "Прикладная статистика - это наука о том, как обрабатывать данные" [6]. Методы прикладной статистики могут применяться в любой области науки, в любой отрасли научного хозяйства.

В 1980-х годах была создана попытка объединить статистиков различных научных направлений и ведомственной принадлежности. В 1990 г. был проведен Учредительный съезд Всесоюзной статистической ассоциа-

ции. Ассоциация состояла из четырех секций - специалистов по статистическим методам, специалистов по прикладным статистическим исследованиям (в нее входили в основном работников оборонных отраслей промышленности), преподавателей статистики в экономических вузах, работников официальной статистики. Автор настоящей статьи был избран вице-президентом (по секции статистических методов).

При подготовке к созданию Всесоюзной статистической ассоциации был проведен анализ ситуации в области статистики. В частности, было установлено, что в учебниках по "Общей теории статистики" обычно излагаются (с теми или иными математическими ошибками) основы прикладной статистики [7], к которым добавляется небольшая по объему информация о деятельности органов официальной статистики.

Наши работы исторического порядка, посвященные развитию статистических методов в нашей стране, суммированы в главе 2 (с.13 - 61) монографии [8]. Отметим, что подготовка адекватной истории отечественной статистики - дело будущего. Имеющиеся сочинения = удручающе односторонние. Так, в "учебном пособии" [9] даже не упомянут великий статистик XX в. член-корреспондент АН СССР Николай Васильевич Смирнов. Но и из имеющейся информации было ясно, что перестройка статистики назрела. Одним из наших предложений [10, 11] было создание Всесоюзной статистической ассоциации. Другим - организация Всесоюзного центра статистических методов и информатики, миссия которого - разработка и внедрение программных продуктов по статистическим методам.

Всесоюзная статистическая ассоциация - аналог Королевского статистического общества (1834) и Американской статистической ассоциации (1839). Однако вследствие развала СССР Всесоюзная статистическая ассоциация прекратила работу, как и другие союзные организации. С юридической точки зрения это незаконно, поскольку в ее Уставе была норма - ликвидация ассоциации возможна лишь по решению съезда. Такого съезда не было. Был лишь один съезд - Учредительный (1990). Поэтому юридически Всесоюзная статистическая ассоциация существует. На постсоветском пространстве наиболее активным является сообщество узбекских статистиков. Регулярно проводятся многочисленные международные конференции "Статистика и ее применения".

6.2. Статистическое образование в соответствии с новой парадигмой прикладной статистики

За 1990-е годы число участников статистических конференций и семинаров сократилось на порядок, поэтому мы сочли необходимым перейти к составлению учебников и монографий.

В ходе организации Всесоюзной статистической ассоциации было проанализировано состояние и перспективы развития рассматриваемой области научно-прикладных исследований и осознаны основы уже сло-

жившейся к концу 1980-х гг. новой парадигмы 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. Мы уже проводили сравнение старой и новой парадигм математических методов исследования. Напомним основные положения.

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 [12]; см. также [13]). Однако математическая теория параметрических семейств распределений (методы оценивание параметров и проверки гипотез) оказалась достаточно интересной с теоретической точки зрения (в ее рамках был доказан ряд трудных теорем), 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 природы, т.е. нечисловая статистика [14, 15].

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 вы-

водов (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) [16] 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 (по Мизесу), 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 [17]. 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 [18, 19].

Как уже отмечалось, на рубеже тысячелетий нами было принято решение сосредоточить усилия на подготовке учебной литературы, соответствующей новой парадигме.

Первым был выпущенный в 2002 г. учебник по эконометрике [20], переизданный в 2003 г. и в 2004 г. Четвертое издание «Эконометрики» [21] существенно переработано. Оно соответствует первому семестру курса, в отличие от первых трех изданий, содержащих материалы для годового курса. В четвертое издание включены новые разделы, полностью обновлена глава про индекс инфляции, добавлено методическое обеспечение.

В нашем фундаментальном курсе 2006 г. по прикладной статистике [22] 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-м году в рамках новой парадигмы был выпущен курс теории принятия решений [23]. Его сокращенный (в 1,5 раза) вариант вышел годом раньше [24].

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 [25].

Государственным образовательным стандартом по специальности «Менеджмент высоких технологий» предусмотрено изучение дисциплины «Организационно-экономическое моделирование». Одноименный учебник выпущен в трех частях (томах). Первая из них [26] посвящена сердцевине новой парадигмы – нечисловой статистике. Ее прикладное «зеркало» - вторая часть [27], современный учебник по экспертным оценкам. В третьей части [28] 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 вводная книга по менеджменту [29] и современный учебник по теории принятия решений [30], в которых содержание соответствует новой парадигме, в частности, подходам трехтомника по организационно-экономическому моделированию. В нем значительно большее внимание по сравнению с более ранними нашими книгами теории принятия решений уделено теории и практике экспертных оценок, в то время как общие проблемы менеджмента выделены для обсуждения в отдельное издание, указанное выше.

К рассмотренному выше корпусу учебников примыкают справочник по минимально необходимым для восприятия рассматриваемых курсов понятиям теории вероятностей и прикладной математической статистики [31] и книги по промышленной и экологической безопасности [32, 33], 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 несколько изданий, например [34], но от их рассмотрения здесь воздержимся.

Публикация учебной литературы на основе новой парадигмы шла непросто. Зачастую издать определенную книгу удавалось с третьего - четвертого раза. Неценима 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 А.И. Орлова на сайте МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/> и на аналогичной странице форума <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=1370>, однако иногда различны названия и выходные данные книг в бумажном и электронном вариантах.

Информация о новой парадигме появилась в печати недавно [35 - 39] – в 2011 - 2013 гг., когда публикация книг с изложением научных подходов и результатов на основе новой парадигмы математических методов исследования была уже практически закончена. Мы не без оснований опасались, что им могут помешать довести работу до конца. В своей тактике публикаций мы во многом следовали Гауссу, который воздерживался от публикации работ по неевклидовой геометрии, опасаясь «криков беотийцев» [40].

На основе сказанного выше можно констатировать, что к настоящему моменту рекомендация Учредительного съезда Всесоюзной статистической ассоциации (1990) по созданию комплекта учебной литературы на основе новой парадигмы математических методов исследования выполнена. Предстоит большая работа по внедрению новой парадигмы организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики в научные исследования (теоретические и прикладные) и преподавание.

6.3. Содержание современного курса "Статистика"

Приведем содержание курса "Статистика", который мы читаем на втором году обучения студентам факультета "Инженерный бизнес и менеджмент" Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана.

1. Первая статистическая публикация – описание процедуры и результатов переписи военнообязанных в книге «Числа» Ветхого Завета. Методологическая несостоятельность Росстата по сравнению с Библией.

2. Основные этапы развития представлений о статистике. Шекспир, государствоведение, Наполеон. Определение Б.В. Гнеденко.

3. Прикладная статистика – наука о том, как обрабатывать данные. Данные – любой вид зарегистрированной информации. Статистическая совокупность, генеральная совокупность, выборочная совокупность (выборка), их единицы. Современный этап - "большие данные" (пример - РИНЦ).

4. Признак – функция, определенная для единиц совокупности, значение признака – значение этой функции. Примеры значений признаков – числа, градации из некоторого множества (упорядоченные градации – порядковые признаки, неупорядоченные – номинальные признаки, два воз-

возможных значения - альтернативные (дихотомические, бинарные) признаки).

5. Выборка – 1) часть генеральной совокупности, 2) реализации (т.е. значения для определенного элементарного исхода) независимых одинаково распределенных случайных величин. Объем выборки.

6. Таблицы выборочных распределений. Данные с повторами (сгруппированные данные).

7. Вариационный ряд и порядковые статистики.

8. Выборочное среднее арифметическое и математическое ожидание. Закон больших чисел. Расчет выборочного среднего арифметического по сгруппированным данным.

9. Основные понятия теории статистического оценивания: состоятельные и несмещенные оценки (на примере выборочного среднего арифметического как оценки математического ожидания).

10. Выборочная и теоретическая дисперсии. Несмещенная оценка теоретической дисперсии. Две формулы для расчета выборочной дисперсии.

11. Выборочное среднее квадратическое отклонение и его аналог - теоретическое среднее квадратическое (среднее квадратичное, стандартное) отклонение.

12. Выборочный и теоретический коэффициенты вариации.

13. Минимум, максимум и размах как выборочные характеристики.

14. Мода выборки и амплитуда моды.

15. Выборочная медиана и теоретическая медиана.

16. Выборочные и теоретические верхний квартиль, нижний квартиль и межквартильное расстояние.

17. Расчет средних характеристик (средней арифметической, медианы, моды) заработной платы для условного предприятия.

18. Выборочные моменты. Показатели асимметрии и эксцесса.

19. Данные с повторами (сгруппированные данные) и соответствующие варианты формул для расчета выборочных характеристик.

20. Непосредственный анализ статистических данных. Сравнение объемов выпуска продукции в РФ за 1990 г. и 2016 г.

21. Динамика макроэкономических характеристик РФ в 1990-2016 гг.

22. Динамика доли государства в экономике в XX в.

23. Демографическая статистика. Демографические прогнозы.

24. Эмпирическая функция распределения. График эмпирической функции распределения. Свойства эмпирической функции распределения. Теорема Гливленко.

25. Статистика Колмогорова и ее распределение.

26. Основные идеи теории проверки статистических гипотез. Уровень значимости и мощность критерия. Лемма Неймана - Пирсона.

27. Критерий Колмогорова – критерий согласия с заданным фиксированным распределением.

28. Статистика омега-квадрат (Крамера - Мизеса - Смирнова) и ее распределение.

29. Критерий согласия с заданным фиксированным распределением на основе статистики омега-квадрат (Крамера - Мизеса - Смирнова).

30. Гистограммы. Формула Стерджесса.

31. Непараметрические ядерные оценки плотности.

32. Прикладная статистика как наука о том, как обрабатывать данные - результаты наблюдений, измерений, испытаний, анализов, опытов. Статистические технологии. Десять основных этапов прикладного статистического исследования.

33. Необходимость выборочных исследований.

34. Биномиальная и гипергеометрическая модели выборки, их близость в случае большого объема генеральной совокупности по сравнению с выборкой.

35. Построение выборочной функции ожидаемого спроса и расчет оптимальной розничной цены при заданной оптовой цене (издержках).

36. Интервальное оценивание выборочной доли. Вывод формул на основе теоремы Муавра-Лапласа.

37. Метод проверки гипотезы о равенстве долей.

38. Среднее арифметическое и его свойства. Сумма всех отклонений индивидуальных значений от выборочной средней арифметической. Изменение среднего арифметического при изменении всех значения варьирующего признака на одну и ту же величину.

39. Оптимизационные задачи, решениями которых являются выборочное среднее арифметическое и математическое ожидание. Разложение средних квадратов ошибки (теоретического и выборочного).

40. Среднее геометрическое. Свойства среднего геометрического. Неравенство между средним арифметическим и средним геометрическим. Изменение среднего геометрического при умножении усредняемых величин на константу. Переход к среднему арифметическому путем логарифмирования.

41. Среднее квадратическое и среднее гармоническое.

42. Степенное среднее и его частные случаи. Среднее геометрическое как предел степенных средних. Изменение степенного среднего при умножении усредняемых величин на константу.

43. Среднее по Коши и его частные случаи. Члены вариационного ряда как средние по Коши.

44. Оптимизационная задача, решением которой является выборочная медиана (при нечетном объеме выборки) и интервал между левой и правой медианами (при четном объеме выборки).

45. Средние по Колмогорову – определение и частные случаи. Степенные средние и среднее геометрическое как частные случаи средних по Колмогорову.

46. Взвешенные средние по Колмогорову (I типа – построенные по выборке, и II типа – построенные по вариационному ряду) и их частные случаи.

47. Эмпирическое распределение. Выборочная медиана как медиана эмпирического распределения (при четном объеме выборки $n = 2k$ – интервал от k -го до $(k+1)$ -го члена вариационного ряда).

48. Взвешенная медиана I типа (медиана случайной величины, вероятности совпадения которой с элементами выборки заданы) и взвешенная медиана II типа (медиана случайной величины, вероятности совпадения которой с членами вариационного ряда заданы).

49. Основные понятия теории измерений. Определения, примеры, группы допустимых преобразований для шкал наименований, порядка, интервалов, отношений, разностей, абсолютной. Требование устойчивости (инвариантности) статистических выводов относительно допустимых преобразований шкал.

50. Средние по Коши, результат сравнения которых устойчив в порядковой шкале.

51. Средние по Колмогорову, результат сравнения которых устойчив в шкалах интервалов и отношений.

52. Показатели разброса. Особая роль дисперсии.

53. Внутригрупповая дисперсия и межгрупповая дисперсия. Разложение общей дисперсии на внутригрупповую и межгрупповую (разложение дисперсий Р.А. Фишера). Однофакторный дисперсионный анализ и распределение Фишера.

54. Выборочный и теоретический линейные парные коэффициенты корреляции К. Пирсона и их свойства.

55. Выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

56. Вероятностно-статистические модели временных рядов. Математическое ожидание, дисперсия, автокорреляционная функция. Стационарные временные ряды.

57. Временные ряды (ряды динамики). Тренд, периодические колебания, случайные отклонения. Моментные и интервальные ряды. Полные и неполные ряды. Ряды абсолютных показателей и ряды относительных показателей. Графики.

58. Основные показатели (характеристики) временных рядов (рядов динамики). Абсолютный прирост. Темп роста. Темп прироста. Цепные показатели и базисные показатели.

59. Сглаживание временных рядов (рядов динамики). Метод укрупненных интервалов.

60. Скользящие средние.

61. Сглаживание временных рядов (рядов динамики) методом наименьших квадратов. Детерминированная постановка задачи минимизации. Метод наименьших квадратов (в сравнении с графическим методом, методом наименьших модулей (Лежандр) и методом минимизации максимального отклонения (Чебышёв). Подход метода наименьших квадратов к оцениванию параметров. Решение для случая линейного тренда. Пример восстановления линейной зависимости с помощью таблицы.

62. Восстановленные значения и оценка точности восстановления функции методом наименьших квадратов. Критерий правильности расчетов.

63. Вероятностно-статистическая модель порождения данных в методе наименьших квадратов. Оценка остаточной дисперсии. Точечный и интервальный прогноз.

64. Метод наименьших квадратов для модели, линейной по параметрам. Оценивание коэффициентов многочлена. Пакеты программ. Преобразования переменных.

65. Метод наименьших квадратов в случае нескольких независимых переменных (регрессоров). Оценивание параметров функции Кобба-Дугласа. Интерпретация результатов сравнения восстановленных и исходных значений производственной функции.

66. Оценивание динамики потребительских цен на товары и услуги. Краткая история инфляции в России (1990 - 2017). Индивидуальные индексы. Весовые коэффициенты, задаваемые потребительской корзиной. Индекс потребительских цен (индекс инфляции).

67. Теорема умножения для индекса инфляции. Средний индекс (темпа) инфляции. Годовая и среднемесячная инфляция.

68. Теорема сложения для индекса инфляции.

69. Применения индекса инфляции. Приведение к сопоставимым ценам. Реальные проценты платы за депозит. Реальные проценты платы за кредит. Оценка прожиточного минимума по методу Оршански.

70. Примеры инфляционных процессов в различных странах и в различные времена. Инфляция в Германии в 1922 г.

71. Курс доллара в сопоставимых ценах. Международные сопоставления на основе паритета покупательной способности.

72. Виды инфляции: спроса, издержек, административная.

73. Индекс –показатель сравнения двух состояний одного и того же явления. Индивидуальный индекс. Сводный (общий) индекс. Отчетные данные и базисные данные. Индекс как показатель центральной тенденции (индекс средний из индивидуальных). Примеры.

74. Индексы Ласпейреса, Пааше, Ирвинга Фишера.

75. Развитие статистики в России. Земская статистика. Вред решений Всесоюзного совещания статистиков 1954 г.

76. Структура современной статистической науки (математическая статистика – прикладная статистика – статистические методы в предметных областях).

77. Этапы развития прикладной математической статистики. Описательная статистика (до 1900 г.) - тексты, таблицы, графики, отдельные расчетные приемы (выборочное среднее арифметическое, МНК).

78. Параметрическая статистика (1900 – 1933) - модели параметрических семейств распределений – нормальных, гамма и др., теория оценивания параметров и проверки гипотез.

79. Непараметрическая статистика (1933 – 1979) - произвольные непрерывные распределения, непараметрические методы оценивания и проверки гипотез.

80. Нечисловая статистика (с 1979) - выборка состоит из элементов произвольных пространств, использование показателей различия и расстояний.

81. Деление статистики по виду данных: статистика случайных величин, многомерный статистический анализ, статистика временных рядов и случайных процессов, нечисловая статистика.

ЧАСТЬ II. ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ

ГЛАВА 7. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

В России в 1990-х годах заметное качественное и количественное развитие получили различные стороны экологии - экология как наука, как система экологических государственных и общественных организаций, как отрасль права - экологическое законодательство. Однако их рост еще далеко не закончен.

Рассмотрим несколько экономико-правовых вопросов, относящихся к экологическим рискам и экологической безопасности. Обычно такая тематика тесно связана с макроэкономикой и управлением на различных уровнях.

7.1. Постоянный экологический риск

При рассмотрении экологической безопасности предприятия, территории и т.п. обычно выделяют постоянный риск и аварийный риск.

Постоянный риск порождается тем, что предприятие выбрасывает в атмосферу, сбрасывает в водную среду и на почву отходы своей жизнедеятельности. Постоянный риск определяется используемой технологией и не может быть существенно изменен. От него можно избавиться, только перестав применять используемую технологию, т.е. закрыв предприятие или сменив оборудование. Такая радикальная технологическая революция весьма желательна, но маловероятна.

В результате выбросов вредных веществ в атмосферу, сброса их в поверхностные и подземные водные потоки, на почву и в горные выработки может быть нанесен вред окружающей природной среде, здоровью людей, нарушена нормальная жизнедеятельность животных и растений. Однако выбросы и сбросы вредных веществ не ведут однозначно к ощутимому вреду, что может создавать ложное впечатление их безвредности. Постоянный риск - это нежелательная возможность. Порождаемый им вред (другими словами, ущерб) имеет неопределенность, может быть тем или иным, иногда и нулевым.

Владельцы предприятия должны, естественно, возмещать наносимый окружающей природной среде вред (принцип «Загрязнитель платит»). Фактически речь идет о ренте за использование природных ресурсов, уплате соответствующих налогов и сборов.

Имеется целый ряд пока нерешенных практических экономико-правовых вопросов, связанных с постоянным риском. При проведении на-

шими сотрудниками расчетов для конкретных предприятий часто оказывалось, что предприятию экономически выгоднее загрязнять (прямо скажем, отравлять) окружающую среду, чем проводить мероприятия по очистке сбрасываемых отходов. Действующие налоги и сборы за использование природных ресурсов, особенно невозполнимых (нефть, газ, уголь, другие полезные ископаемые), представляются весьма заниженными. В результате добывающие отрасли находятся в неоправданно привилегированном положении. Значительную долю получаемой ими прибыли государству следует изымать в виде ренты через механизм налогов и сборов и направлять, в частности, на реализацию экологических программ. Бесспорно совершенно, что должна изыматься доля прибыли, соответствующая повышению мировых цен на нефть и иные природные ресурсы.

Обычно связанные с загрязнениями нормативы устанавливаются в виде предельно допустимых концентраций (ПДК) и аналогичных величин. Однако отходы жизнедеятельности предприятия, как правило, содержат самые разные вещества, оказывающие вредное действие на организм человека, а также на окружающую природную среду. Возникает проблема суммарной оценки, т.е. построения интегрального показателя экологического вреда данного предприятия. В настоящее время она далека от корректного решения.

Не в последнюю очередь это связано с проблемой адекватной оценки здоровья населения и влияния на него различных экологических факторов. Суть дела в том, что при увеличении обращаемости населения в медицинские учреждения, естественно, увеличивается выявленная заболеваемость. Что же касается латентной заболеваемости, т.е. внутренне присущей данному контингенту, то она может быть установлена лишь при сплошном обследовании (или оценена при выборочном), а потому в большинстве ситуаций остается неизвестной. Поэтому наблюдается парадоксальная зависимость - чем больше врачей, чем больше внимания к здоровью населения, тем больше заболеваемость (разумеется, выявленная). Например, за XX столетие значительно выросла заболеваемость - но одновременно в несколько раз увеличилась средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни (рассчитываемая по реальным годовым коэффициентам смертности). Объяснение парадокса достаточно очевидно - в начале XX в. многие люди за всю свою жизнь могли ни разу не попасть на прием к врачу, их болезни не включались в медицинскую статистику. Особенно это касалось крестьян.

С точки зрения экологического анализа полезными характеристиками здоровья населения могли бы быть коэффициенты смертности (дифференцированные по полу и возрасту) и реальная средняя продолжительность жизни (т.е. средняя ожидаемая продолжительность предстоящей жизни) для интересующего нас контингента. Однако в настоящее время подобные характеристики больше зависят от динамики общей социально-

политической обстановки в стране, в частности, от динамики доходов и инфляции, безработицы и степени криминализации, чем от влияния конкретных экологических факторов.

Необходимо отметить, что экологические вопросы часто являются предметом политических спекуляций, опирающихся на те смутные представления об экологии, которые имеются у большинства населения. Особенно часто в тех или иных целях преувеличивается опасность ядерной энергетики.

7.2. Аварийный риск и его оценивание

Как следует из названия, аварийный риск - это риск нежелательных экологических последствий, порожденных аварией на производстве или на транспорте. Аварийный риск, в отличие от постоянного риска, связан с неопределенностью. Можно сказать, что в рассматриваемом случае риск - это нежелательная возможность.

Предположим, что в результате аварии произошел выброс ядовитых веществ в атмосферу. Каковы будут последствия? Это зависит от многих обстоятельств. От направления и силы ветра - пойдет ли ядовитое облако в сторону жилого района или же рассеется над пустырем. От времени дня и сезона года - наибольшие потери будут в летний солнечный день, когда облако накроет пляж с массой отдыхающих, а наименьшие - в зимнюю ночь, когда все жители будут находиться в зданиях с плотно закрытыми окнами. Итак, потери обладают большой неопределенностью.

В математических терминах неопределенность можно моделировать различными способами - с помощью теории вероятностей, лингвистических переменных и нечетких множеств, интервальной математики и статистики, теории игр и т.п. Чтобы продемонстрировать сложность проблемы оценивания аварийного риска и различные существующие подходы, рассмотрим простейший случай. Пусть в принятой математической модели неопределенность носит вероятностный характер, а потери описываются одномерной случайной величиной (а не случайным вектором и не случайным процессом). Другими словами, ущерб адекватно описывается одним числом, а величина этого числа зависит от случая.

Итак, пусть величина порожденного риском ущерба моделируется случайной величиной X (в смысле теории вероятностей). Как известно, случайная величина описывается функцией распределения

$$F(x) = P(X < x),$$

где x – действительное число (т.е., как говорят и пишут математики, любой элемент действительной прямой, традиционно обозначаемой $R1$). Поскольку X обычно интерпретируется как величина ущерба, то X - неотрицательная случайная величина.

В простейшем постановке риск R оценивается как произведение вероятности p нежелательного события на математическое ожидание случайного ущерба $M(X)$, т.е.

$$R = p M(X).$$

В зависимости от предположений о свойствах функции распределения $F(x)$ вероятностные модели риска делятся на параметрические и непараметрические. В первом случае предполагается, что функция распределения входит в одно из известных семейств распределений – нормальных (т.е. гауссовских), экспоненциальных или иных. Однако обычно подобное предположение является мало обоснованным – реальные данные не хотят «втискиваться» в заранее заданное семейство. Тогда необходимо применять непараметрические статистические методы, не предполагающие, что распределение ущерба взято из того или иного популярного среди математиков семейства. При использовании непараметрических статистических методов обычно принимают лишь, что функция распределения $F(x)$ является непрерывной функцией числового аргумента x .

Обсудим два распространенных заблуждения. Во-первых, часто говорят, что поскольку величина ущерба зависит от многих причин, то она должна иметь т.н. нормальное распределение. Это неверно. Все зависит от способа взаимодействия причин. Если причины действуют аддитивно, то, действительно, в силу Центральной Предельной Теоремы теории вероятностей имеем основания использовать нормальное (гауссово) распределение. Если же причины действуют мультипликативно, то в силу той же Центральной Предельной Теоремы теории вероятностей следует приближать распределение величины ущерба X с помощью логарифмически нормального распределения. Если же основное влияние оказывает «слабое звено» (где тонко, там и рвется), то согласно теоремам, доказанным академиком АН УССР Б.В. Гнеденко, следует приближать распределение величины ущерба X с помощью распределения из семейства Вейбулла-Гнеденко. К сожалению, в конкретных практических случаях различить эти варианты обычно не удастся.

Во-вторых, неверно традиционное представление о том, что погрешности измерения нормально распределены. Проведенный многими специалистами тщательный анализ погрешностей реальных наблюдений показал, что их распределение в подавляющем большинстве случаев отличается от гауссова (сводка этих исследований приведена в работах [1, 2]). Среди специалистов распространено такое шуточное утверждение: «Прикладники обычно думают, что математики доказали, что погрешности распределены нормально, а математики считают, что прикладники установили это экспериментально.» И те, и другие ошибаются. К сожалению, в настоящее время в экологической и экономической литературе имеется масса ошибочных утверждений. Существенная часть ошибок относится к использованию математических методов. Особенно это касается статистики и эко-

нометрики. Причины появления ошибок разнообразны. Некоторые из них подробно обсуждаются в учебниках [2, 3].

Итак, рассмотрим ситуацию, когда возможная (случайная) величина ущерба, связанного с риском, описывается функцией распределения $F(x) = P(X < x)$. Обычно стараются перейти от функции, описываемой (с точки зрения математики) бесконечно большим числом параметров, к небольшому числу числовых параметров, лучше всего к одному. Для положительной случайной величины (величины ущерба) часто рассматривают такие ее характеристики, как:

- математическое ожидание;
- медиана и, более общо, квантили, т.е. значения $x = x(a)$, при которых функция распределения достигает определенного значения a ; другими словами, значение квантиля $x = x(a)$ находится из уравнения $F(x(a)) = a$;
- дисперсия (часто обозначаемая как «сигма-квадрат»);
- среднее квадратическое отклонение (квадратный корень из дисперсии, т.е. «сигма»);
- коэффициент вариации (среднее квадратическое отклонение, деленное на математическое ожидание);
- линейная комбинация математического ожидания и среднего квадратического отклонения (например, типично желание считать, что возможные значения ущерба расположены в таком интервале: математическое ожидание плюс-минус три сигма);
- математическое ожидание функции потерь, и т.д.

Этот перечень, очевидно, может быть продолжен [4].

Тогда задача оценки ущерба может пониматься как задача оценки той или иной из перечисленных характеристик. Чаще всего оценку проводят по эмпирическим данным (по выборке величин ущербов, соответствующим происшедшим ранее аналогичным случаям). Правила расчетов приведены в разд. 8.3. При отсутствии эмпирического материала остается опираться на экспертные оценки, которым посвящена глава 5. Наиболее обоснованным является модельно-расчетный метод, опирающийся на модели эколого-экономической ситуации, позволяющие рассчитать характеристик ущерба.

Подчеркнем здесь, что характеристик случайного ущерба имеется много. Выше перечислено 7 видов, причем некоторые из них - второй, шестой и седьмой - содержат бесконечно много конкретных характеристик. Нельзя ограничиваться только средним ущербом, под которым обычно понимают математическое ожидание, хотя медиана ущерба не меньше соответствует этому термину. Весьма важны верхние границы для ущерба, т.е. квантили порядка a , где a близко к 1, например, $a = 0,999999$. При этом с вероятностью, не превосходящей $0,000001$, реальный ущерб будет меньше $x(0,999999)$. Сложные проблемы состоят в обоснованном вычислении границы $x(0,999999)$, их мы не будем здесь касаться, поскольку математико-

статистическая теория оценивания вероятностей редких событий остается недостаточно разработанной.

7.3. Постановки задач управления риском

Задача управления риском может пониматься как задача минимизации той или иной из перечисленных выше характеристик. Тогда минимизация случайного ущерба по одному критерию может состоять:

1) в минимизации математического ожидания (средних ожидаемых потерь),

2) в минимизации квантиля распределения (например, медианы функции распределения потерь или квантиля порядка 0,999999, выше которого располагаются большие потери, встречающиеся крайне редко - в 1 случае из 1000000, т.е. в 1 случае из миллиона),

3) в минимизации дисперсии (т.е. показателя разброса возможных значений потерь),

4) в минимизации среднего квадратического отклонения, что с чисто математической точки зрения эквивалентно предыдущей задаче минимизации дисперсии;

5) в минимизации коэффициента вариации;

б) в минимизации суммы математического ожидания и утроенного среднего квадратического отклонения (на основе известного «правила трех сигм»), или иной линейной комбинации математического ожидания и среднего квадратического отклонения (такой подход используют в случае близости распределения потерь к нормальному (гауссову) распределению как комбинацию подходов, нацеленных на минимизацию средних потерь и минимизацию разброса возможных значений потерь),

7) в минимизации математического ожидания функции потерь (например, в случае, когда полезность денежной единицы меняется в зависимости от общей располагаемой суммы [5], в частности, когда необходимо исключить возможность разорения экономического агента), и т.д. [4].

Обсудим семь перечисленных постановок. Первая из них – минимизация средних потерь – представляется вполне естественной, если все возможные потери малы по сравнению с ресурсами предприятия (организации). В противном случае первый подход не всегда рационален.

Действительно, рассмотрим условный пример. У человека имеется 10 000 рублей. Ему предлагается следующее пари. Надо подбросить монету. Если выпадает «орел», то он получает 50 000 рублей. Если же выпадает «цифра», он должен уплатить 20 000 рублей. Стоит ли данному человеку участвовать в описанном пари? Естественно исходить из математического ожидания дохода. Поскольку по условию пари каждая сторона монеты имеет одну и ту же вероятность выпасть, равную 0,5, оно равно

$$50\,000 \times 0,5 + (-20\,000) \times 0,5 = 15\,000.$$

Казалось бы, пари весьма выгодно. Однако большинство людей на него не пойдет, поскольку с вероятностью 0,5 они лишатся всего своего достояния и останутся должны 10 000 рублей, другими словами, не только разорятся, но и будут иметь долги. Здесь проявляется психологическая оценка ценности рубля, зависящая от общей имеющейся суммы – 10 000 рублей для человека с обычным доходом значит гораздо больше, чем те же 10 000 руб. для миллиардера.

Второй подход нацелен как раз на минимизацию больших потерь, на защиту от разорения. Другое его известное применение – исключение катастрофических аварий на атомных электростанциях, например, типа Чернобыльской. При втором подходе средние потери могут увеличиться (по сравнению с первым), зато максимальные будут контролироваться. К сожалению, крайне трудно по статистическим данным делать обоснованные выводы о весьма больших значениях аргумента и соответствующих весьма малых вероятностях. На профессиональном языке специалистов по математической статистике и теории надежности: «трудно работать на хвостах». Например, иногда встречаются утверждения типа приведенного выше: «надежность равна шести девяткам», т.е. 0,999999. Другими словами, вероятность нежелательного исхода равна 0,000001. Такую малую вероятность непосредственно по статистическим данным оценить невозможно (для этого объем выборки должен быть не менее 10 миллионов). Значит, вывод получен с помощью модели, например, модели экспоненциального распределения. Хорошо известно, что выводы об обнаружении резко выделяющихся наблюдений (выбросов) крайне неустойчивы по отношению к малым отклонениям от предположений модели (см., например, учебники [2, 3]). Поэтому и к словам типа «надежность равна шести девяткам» надо относиться осторожно.

Во втором подходе заключены еще две идеи. Первая из них – использование медианы как более адекватной характеристики «центральной тенденции», чем математическое ожидание. Дело в том, что математическое ожидание может быть смещено в большую сторону из-за наличия редких, но чрезвычайно больших значений (именно поэтому средняя (арифметическая) зарплата или средний (арифметический) доход весьма завышают доходы основной массы работников). В математических терминах: медиана – робастная (устойчивая) характеристика центра распределения (по отношению к большим «выбросам»), а математическое ожидание – нет. Вторая из упомянутых идей – обеспечение защиты от разорения на «среднем» уровне достоверности – с вероятностью 0,95 или 0,99. Для этого достаточно, чтобы квантиль величины потерь порядка 0,95 или 0,99 не превосходил собственных активов фирмы. (Более экономически обоснованно из тех или иных соображений определить максимально допустимую величину допустимых потерь, с которой и сравнивать упомянутый квантиль.)

Третий и эквивалентный ему четвертый подходы нацелены на минимизацию разброса окончательных результатов. Средние потери при этом могут быть выше, чем при первом или втором подходах, но того, кто принимает решение, это не интересует. Ему нужна максимальная определенность будущего, пусть даже ценой повышения потерь. В литературе по финансовой математике такой подход часто рекомендуют использовать при составлении портфеля ценных бумаг. Поскольку наиболее прибыльные акции (и вообще экономические решения) обычно являются и наиболее рискованными, то желание сократить риск за счет расширения ассортимента акций представляется рациональным. Это – один из частных случаев диверсификации, которая наряду со страхованием являются универсальными способами понижения риска. К сожалению, при изложении третьего и четвертого подходов часто забывают про целесообразность повышения среднего дохода.

Пятый подход дает один из способов избавиться от такой забывчивости – используется не абсолютное значение среднего квадратического отклонения, а относительное. Это – аналог в теории риска общеэкономической идеи использования характеристик типа рентабельности.

Шестой подход сочетает в себе первый и третий, хотя и довольно примитивным образом. По существу, проблема в том, что управление риском в рассматриваемом случае – это по крайней мере двухкритериальная задача. Желательно средние потери снизить (другими словами, математическое ожидание доходов повысить), и одновременно уменьшить показатель неопределенности – дисперсию. Как известно, невозможно провести оптимизацию одновременно по двум критериям. Приходится тем или иным образом перейти к оптимизации по одному критерию. Например, можно один из критериев превратить в ограничение. Или объединить два критерия в один, например, минимизировать коэффициент вариации. Хорошо известны различные подходы, используемые при многокритериальной оптимизации, и практически все они могут быть применены в теории риска, развивая шестой подход.

Наиболее продвинутый подход – седьмой. Но для его применения необходимо построить функцию потерь или ее антипод – функцию полезности. Это – большая самостоятельная задача. Обычно ее решают с помощью специально организованного эконометрического или эколого-статистического исследования. Опыт построения функций полезности по экспериментальным данным накоплен, например, в Центральном экономико-математическом институте РАН, в лаборатории проф. Ю.Н. Гаврильца. Есть и теоретические подходы. Например, в монографии [5] исходя из некоторого аксиоматического подхода было установлено, что полезность денежных средств целесообразно измерять логарифмом их количества. Другими словами, надо анализировать не абсолютные значения, а относительные отклонения. Из системы аксиом вытекает, что потеря 1000 руб. для

лица, имеющего в реальном распоряжении 10000 руб., столь же чувствительна, как и потеря 1 000 000 руб. для лица, распоряжающегося 10 000 000 руб. - и в том, и в другом случае речь идет о потере 10% от имеющегося состояния.

Естественным часто представляется использование многокритериальных задач управления рисками. Например, как уже говорилось, желательно минимизировать как средний риск, так и разброс риска (дисперсию). К сожалению, невозможно одновременно добиться обеих целей. В этом нет ничего необычного. Нельзя добиться максимума прибыли при минимуме затрат, как и максимума дохода при минимуме риска.

Необходимо подчеркнуть, что задача управления риском редко является сама по себе. Обычно она появляется в паре с какой-либо иной задачей, например, с задачей максимизации прибыли или задачей нанесения максимального ущерба противнику. Предпринимателям хорошо известно, что обычно чем более выгоден проект, тем с большим риском он связан. Чтобы получить заметный экономический эффект, приходится идти на риск. Этот факт отражен в пословице: «Кто не рискует, тот не пьет шампанское», отмечая успех. Вполне естественно, стремясь к максимизации прибыли, минимизировать риск. Это - двухкритериальная задача. Если же под минимизацией риска понимаем минимизацию как математического ожидания, так и дисперсии случайного ущерба, то задача является трехкритериальной, и т.д.

При рассмотрении многокритериальных задач обычно стараются все критерии, кроме одного, превратить в ограничения. Например, минимизируют средний ущерб при условии, что дисперсия не превосходит заданной величины. Или, наоборот, минимизируют разброс (дисперсию) при условии, что средний ущерб не превосходит заданной границы.

Есть и метод, при котором критерии объединяются в один, например, в виде линейной комбинации, как в шестом подходе к управлению рисками, описанном выше. Более обоснованным представляется выделение границы Парето, т.е. вариантов, которые нельзя улучшить сразу по всем параметрам, а затем анализ этой границы с помощью экспертов (см. ниже главу 5 об экспертных оценках).

Кроме вероятностных методов моделирования риска, иногда рассматриваются методы описания рисков с помощью объектов нечисловой природы, в частности, качественных признаков, понятий теории нечетких множеств, интервальных математических и эконометрических моделей и других математических средств. Пока ещё все эти подходы можно рассматривать как экзотические. Однако вместо статистических данных в них обычно используются оценки экспертов, так что в недалекой перспективе будем иметь два крыла теории риска – вероятностное и экспертное [6] (в качестве аппарата использующее статистику нечисловых данных). Наше

представление о современном состоянии теории и практики экспертных оценок дано в главе 5.

Под использованием качественных признаков понимаем, в частности, использование терминов типа «высокий риск», «заметный риск», «малый риск» и аналогичных им. Такого рода оценки, конечно, более соответствуют обыденному сознанию, чем оценки в виде действительных чисел. Это хорошо известно в теории измерений – человеку гораздо легче сравнивать альтернативы по степени риска, чем пытаться говорить о том, что одна из них во столько-то раз лучше или на столько-то лучше. Другими словами, человеку гораздо легче работать в порядковой шкале, чем в шкалах количественных признаков – интервальной, отношений, разностей и др. Методы анализа статистических данных, измеренных в порядковой шкале, разработаны в статистике объектов нечисловой природы. Эта сравнительно новая область прикладной математической статистики выделена как самостоятельное направление в 1970-х годах (см. учебники [2, 3]).

Нечеткость, размытость, расплывчатость, туманность понятий, используемых в человеческом мышлении, отражается в прикладной математике в т.н. теории нечетких множеств. Это направление прикладной математики активно развивается с середины 60-х годов, хотя его истоки лежат еще в апориях философов Древней Греции. Полученное в 1970-х годах сведение теории нечетких множеств к теории случайных множеств (подробное описание этого сведения дано в монографии [7]) носит в основном теоретический характер, а конкретные расчетные формулы в этих теориях несколько различаются в большинстве конкретных случаев.

Если неопределенность носит интервальный характер, т.е. оценки рисков описываются интервалами, то естественно применить методы статистики интервальных данных (как части интервальной математики), рассчитать минимальный и максимальный возможный доходы и потери, и т.д. [2].

Как известно, разработаны различные способы уменьшения экономических и экологических рисков, связанные с выбором стратегий поведения. Одним из таких способов является диверсификация, т.е. создание многообразия видов деятельности. Этот способ описывается пословицей: «Не кладите все яйца в одну корзину». Крупные транснациональные корпорации обычно имеют весьма широкий спектр деятельности. Другой широко распространенный способ - страхование. Основные особенности экологического страхования описаны в разд. 6.5.

При разработке правового обеспечения методов управления промышленной и экологической безопасностью необходимо учитывать многообразие методов описания рисков. Выбор какого-либо одного определенного метода без должного обоснования может привести к неадекватному управлению риском. В соответствии с общей теорией устойчивости [7, 8] целесообразно провести расчеты по нескольким методам и сопоставить

результаты. Если они близки, то есть основания считать, что результаты расчетов соответствуют реальности. Если же различны, то они отражают субъективизм исследователя, выбравшего тот или иной метод. Для построения корректного всестороннего описания рисков могут оказаться полезны и даже необходимы экспертные оценки.

7.4. Понятие об экологической безопасности

Экологическая безопасность - это защита от экологической опасности. Эти два понятия всегда рассматривают вместе.

Экологическая опасность - возможность разрушения (полного или частичного) среды обитания человека, растений и животных в результате неконтролируемого развития экономики, отставания технологий, естественных катастроф и антропогенных аварий, вследствие чего нарушается приспособление живых систем к условиям существования [9, 10].

Экологическая опасность возрастает с развитием современного технологического кризиса. Техногенные загрязнения губительно действуют на организм человека, на окружающую природную среду. Технологический кризис порождает экологический кризис XXI в.

Безопасность пищевых продуктов и продовольственного сырья относят к основным факторам, определяющим уровень здоровья населения России и сохранения его генофонда. Полагают, что более 70% загрязнителей поступают в организм человека с продуктами питания. Положение дел с безопасностью продовольствия в РФ, особенно в последние два десятилетия, весьма ухудшилось в связи с приватизацией пищевой промышленности, увеличением объемов поставок некачественной продукции из-за рубежа, ослаблением государственного и общественного контроля за производством и реализацией продуктов питания. Бесконтрольное использование удобрений, средств защиты растений, консервантов, пищевых добавок, гормонов, трансгенных организмов при производстве продуктов питания в различных странах мира создает заметную экологическую опасность. Обеспечение населения экологически безопасными продуктами питания - одна из важнейших государственных задач. Однако она не в полной мере осознана и тем более не решена на должном уровне.

Рассмотрим еще два вида экологической опасности, известных как проблема озонового слоя и проблема радиоактивных отходов.

По мнению специалистов, в жизни растений, животных и растений велика роль озонового слоя атмосферы. Он защищает поверхность Земли от опасного для живых существ ультрафиолетового излучения Солнца. Промышленность выбрасывает в атмосферу миллионы тонн веществ (содержащих хлор, фреон и т.п.), разрушающих озоновый слой. В результате озоновый слой стал истощаться, в нем появились «дыры», сквозь которые на поверхность Земли хлынул поток губительного ультрафиолета. Много-

образные последствия не заставили себя ждать. Возросла заболеваемость раком кожи. Наблюдается рост числа болезней глаз, органов дыхания, иммунной системы. Загорать на солнце стало опасно для здоровья. Для обеспечения экологической безопасности необходимы скоординированные в масштабах Земли меры по защите озонового слоя, в частности, по снижению выбросов в атмосферу разрушающих его веществ. Есть и иная точка зрения, согласно которой проблема озонового слоя раздута искусственно, в интересах борьбы с корпорациями, производящими продукцию с использованием хлора, фреона и иных веществ.

Проблема радиоактивных отходов связана с тем, что топливные элементы ядерных реакторов, установленных на атомных электростанциях (АЭС), кораблях и подводных лодках, радиоактивные составляющие медицинских и научных приборов, промышленных средств контроля и т.п. рано или поздно вырабатывают свой ресурс. Они должны быть утилизированы. В частности, должна быть обеспечена экологическая безопасность отходов. Но дело в том, что надежные и в то же время достаточно дешевые методы утилизации радиоактивных отходов пока не разработаны. Те ученые, кто пятьдесят лет назад запускали первые АЭС, полагали, что методы утилизации будут вскоре разработаны. К сожалению, они ошиблись.

В настоящее время наиболее надежная технология утилизации радиоактивных отходов выглядит так. Отходы остекловывают (сплавляют в стекловидную массу). Помещают в стальные контейнеры (толщина стенок - 30 см). Контейнеры загружают в бетонные емкости (толщина более 1 м), а их - опускают в специальные шахты на глубину не менее 0,5 - 1 км. Шахты должны быть пробиты в граните или иной твердой породе в зоне тектонического спокойствия. Очевидно, такая технология утилизации радиоактивных отходов не только надежная, но и весьма дорогая. Поэтому в настоящее время большое количество радиоактивных отходов находится в «переходном состоянии» - они уже не «работают», выведены из соответствующих реакторов, но еще и не захоронены, находятся во временных хранилищах и потому представляют собой большую экологическую опасность.

Есть еще много иных видов экологических опасностей. Например, на здоровье жителей больших городов весьма вредно действуют выхлопные газы автомобилей. В данном случае обеспечить полную экологическую безопасность можно, ликвидировав автомобили с бензиновыми двигателями и перейдя, например, на электромобили. Но это - дело достаточно далекого будущего. Ближайшая задача - снизить объем выхлопных газов, организовав жесткий контроль за качеством регулировки автомобильных двигателей и составом бензина.

В нашей стране необходимость обеспечения экологической безопасности хорошо осознана. Она признана на государственном уровне. Совет Безопасности РФ включил компонент «экологическая безопасность» в

структуру национальной безопасности государства, общества и отдельной личности человека.

Обеспечением экологической безопасности занимаются как государственные экологические органы, так и общественные организации (объединения), входящие в «зеленое» движение. Государственные экологические службы осуществляют постоянное слежение (мониторинг) за экологическим состоянием воздуха, водных ресурсов, почвы. Они проводят экологический контроль деятельности предприятий (организаций) любой ведомственной принадлежности и любой формы собственности. Они осуществляют экологическую экспертизу намечаемой хозяйственной или иной деятельности, которая может оказать отрицательное влияние на окружающую природную или антропогенную среду, обеспечивают специальный природоохранный режим в заповедниках, заказниках и т.п. Общественные экологические организации (объединения) обычно ведут борьбу с конкретными нарушениями или «защищают» конкретный природный объект, например, озеро Байкал. Собрав десятки тысяч подписей, экологи добились того, что трасса трубопровода для перекачки нефти была перенесена с берега Байкала за горный хребет, хотя это и удорожило строительство. Собрав миллионы подписей по всему миру, предприняв захваты буровых установок в Арктике, международная экологическая организация «Гринпис» заставила нефтяные компании остановить проекты по добыче нефти со дна морей, примыкающих к Северному Ледовитому океану, вплоть до обеспечения экологической безопасности этого способа добычи полезных ископаемых.

Для обеспечения экологической безопасности обычно используют экономические, административные, правовые, социально-психологические (пропаганда, убеждение) меры. Наибольший успех может быть достигнут при совместном действии государственных структур и «зеленого» движения. К сожалению, в условиях общего социально-экономического кризиса экологические программы обычно лишь частично выполняются, к рекомендациям экологов не всегда прислушиваются. Однако в условиях экономического роста внимание к экологическим вопросам с неизбежностью будет расти.

ГЛАВА 8. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: ПОДЗЕМНЫЕ БЕЗОБОЛОЧЕЧНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ В МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТАХ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ

Актуальность экологических проблем была осознана примерно 50 лет назад. Пиком экологического движения в защиту окружающей среды была, по нашей оценке, Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.), на которой была принята концепция устойчивого развития. Затем интерес широких масс к экологии несколько стих, хотя сами экологические проблемы не только остались, но и проявились в большей мере. Однако уже есть правовая база для их решения. В частности, предприятия должны иметь сертифицированную систему экологического менеджмента, иначе на международных рынках они будут неконкурентоспособными.

Осознание человечеством необходимости защиты окружающей среды привело, в частности, к развертыванию научных исследований в области экологической безопасности. Поэтому мы сочли необходимым и полезным рассказать о работах нашего коллектива по этой тематике.

Проблемы обеспечения экологической безопасности весьма актуальны для топливно-энергетической отрасли, в частности, для газодобывающих предприятий. В качестве примера нового научного результата рассматриваем инновационный подход к захоронению отходов бурения. Его основная идея - использование подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения. Вечная мерзлота обычно отрицательно влияет на хозяйственное развитие, однако в рассматриваемой ситуации она оказывается определяющим положительным фактором, давая возможность снижать издержки по обеспечению экологической безопасности и, следовательно, повышать конкурентоспособность отечественных предприятий на мировом газовом рынке.

8.1. О некоторых работах по экологической безопасности

Настоящая глава продолжает наши работы по экологической тематике, которые целесообразно иметь в виду при рассмотрении полученных в данной главе результатов. Информацию о наших работах начнем с книжных изданий. С середины 90-х годов автор главы по предложению проф. В.Г. Горского участвовал в работах по уничтожению химического оружия, химической безопасности биосферы, экологическому страхованию. Было вполне естественно научные исследования дополнить работой со студентами, и в 1996 - 2007 гг. А.И. Орлов преподавал экологические дисциплины на кафедре «Экология и право» МГИЭМ (ту) - Московского государст-

венного института электроники и математики (технического университета). Коллективом сотрудников кафедры подготовлен ряд учебников и учебных пособий по экологической тематике [1 - 3]. В эти издания был включен новый материал, полученный в результате наших исследований, - использование статистического контроля при экологическом мониторинге и основы экологического страхования.

В начале следующего тысячелетия работы вышли за стены МГИЭМ (ту). В МГТУ им. Н.Э. Баумана читался курс «Экология и инвестиционная деятельность предприятия» (ф-т «Инженерный бизнес и менеджмент» и Межотраслевой институт повышения квалификации кадров по новым направлениям развития техники и технологии). Вместе с проф. В.Н. Федосеевым (каф. ИБМ-4 «Менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана) и др.мы подготовили учебное пособие по управлению промышленной и экологической безопасностью для Университета Российской академии образования, вышедшее двумя изданиями [4, 5].

Предварительным результатом научно-методической работы по экологической тематике является учебное пособие [6], в котором автором настоящей статьи написана примерно половина текста. Оно рекомендовано Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию для подготовки студентов по специальности «Безопасность жизнедеятельности». Этот гриф может ввести в заблуждение. На самом деле книгу можно рекомендовать будущим менеджерам промышленных предприятий, в частности, студентам факультета «Инженерный бизнес и менеджмент» МГТУ им. Н.Э. Баумана. В то же время в учебный план студентов по специальности «Безопасность жизнедеятельности» эта книга вписывается слабо, ибо в этой специальности сложилось иное распределение материала по учебным дисциплинам. В эту книгу вошло электронное учебное пособие «Проблемы управления экологической безопасностью», представленное на нашем сайте «Высокие статистические технологии» [7].

В 2012 г. мы обсуждали возможные прикладные работы по экологической тематике с сотрудниками ОАО "Российские железные дороги" (возможность не реализовалась). Эти обсуждения послужили стимулом к подведению предварительных итогов моих работ в области экологии в виде книги [8]. В частности, эти книга полностью покрывает содержание моих разделов в указанных выше учебниках и учебных пособиях, имеется в Интернете, однако менее доступна читателю в бумажном варианте. Она размещена на персональной странице А.И. Орлова на сайте МГТУ им. Н.Э. Баумана <http://www.bmstu.ru/ps/~orlov/>.

Перейдем к научным работам по экологической тематике. На ряде международных и всероссийских конференций был представлен ряд докладов от имени большого научного коллектива под руководством проф. В.Г. Горского, посвященных проблемам экологического страхования и

обеспечения безопасности больших химических систем [9 - 12]. Итоги наших работ по экологическому страхованию подведены в статьях [13, 14].

Экспертные оценки широко применяются при решении экологических задач. Достаточно сослаться на Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ (ред. от 29.12.2015) "Об экологической экспертизе". Под нашим руководством велись работы по разработке экспертных методов, в том числе по созданию автоматизированного рабочего места "Математика в экспертизе" (АРМ МАТЭК), а также по методическому обеспечению применения этих методов при решении задач экологического страхования и обеспечения химической безопасности [15, 16]. Совместно с В.Г. Горским был разработан новый метод экспертных оценок – метод согласования кластеризованных ранжировок. Необходимость его создания была выявлена при проработке проблем развития исследований в области экологического страхования и обеспечения химической безопасности. Математическое и программное обеспечение нового метода развил А.А. Гриценко [17 - 20].

Рискам в экологии посвящен ряд работ. Концепция экологического риска – центральная тема доклада [21]. Управление экологическими рисками основано на использовании математических моделей, как показано в [22, 23]. Ряд новых результатов в области оценки, анализа и управления риском, в том числе в связи с задачами управления экологической безопасностью, получен в принципиально важной для общей теории риска статье [24]. Крайние по времени доклады по проблемам экологической безопасности сделаны на международных конференциях в 2012 - 2013 гг. [25, 26]. Дальнейшее развитие теоретических и практических работ в области оценки, анализа и управления экологическими рисками происходило в ходе разработки нами общей теории риска [27 - 29].

Изучались и другие проблемы, относящиеся к экологии. Вопросы использования информационных технологий при обучении экологическим дисциплинам рассмотрены в докладе [30]. Растущее значение экологии в социально-экономическом устройстве общества XXI века обосновано в статье [31]. Проблемы, связанные с ратификацией Киотского договора, проанализированы в работе [32]. Социально-экологические вопросы управления в современной экономике изучены в принципиально важных статьях [33, 34].

Нами разработаны и реализованы при преподавании 6 рабочих учебных программ по экологическим дисциплинам для трех вузов: МГИЭМ (ту), МГТУ им. Н.Э. Баумана, Академии народного хозяйства при Правительстве РФ [35].

8.2. Обеспечение экологической безопасности при добыче природного газа

Рассмотрим конкретную проблему обеспечения экологической безопасности в топливно-энергетической отрасли.

В настоящее время добыча, транспортировка и продажа природного газа весьма важны для нашей страны. Доходы от этой деятельности являются одной из основных статей доходов России. Поэтому освоение и развитие месторождений является одной из стратегических задач государства.

При бурении новых скважин возникает проблема, как захоронить отходы от бурения так, чтобы оказать минимальное воздействие на окружающую среду, при этом не увеличивая стоимость строительства и эксплуатации необходимых для этого объектов.

Для решения этой двухкритериальной задачи на полуострове Ямал в ООО «Газпром Добыча Надым» впервые в практике ОАО «Газпром» разработана и внедрена инновационная технология строительства и эксплуатации подземных безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах.

Природный газ – полезное ископаемое. Его добычей занимается ряд ведущих стран мира. Далеко не у каждой страны есть газовые месторождения на их территории. Следует заметить, что Россия обладает внушительными запасами природного газа, большая часть которых расположена на полуострове Ямал. В данной местности находятся выявленные и подготовленные к освоению месторождения, которые являются уникальными и одними из самых крупных в мире.

В табл. 1 представлены сведения о самых крупных месторождениях газа в мире [36].

Таблица 1. Крупнейшие месторождения природного газа в мире

Месторождение	Государство	Запасы, млрд. куб. м
Южный Парс/ Северное	Иран/Катар	13450
Уренгойское	Россия	10200
Хейнсвиль	США	7079
Южный Иолотань	Туркмения	7000
Ямбургское	Россия	5242
Маркеллус	США	4452
Бованенковское	Россия	4400

По данным, представленным в табл. 1, видно, что в семерку крупнейших газовых месторождений мира входят три месторождения, расположенные в России на территории полуострова Ямал.

Сырьевые ресурсы региона столь значительны, что это только часть запасов газа, относящаяся на сегодняшний день к категории достоверных,

позволяет планировать увеличение объемов добычи газа до 210 - 360 млрд. м³ в год. Следует отметить, что на данный момент Россия занимает второе место по добыче природного газа в мире, незначительно уступая первенство США [37].

В табл.2 представлены прогнозируемые объемы добычи природного газа на Ямале, с учетом энергетической стратегии России до 2030 года, в которой сказано: «К 2030 году Уральский федеральный округ сохранит за собой позиции главного нефте- и газодобывающего района России, поставляющего энергоносители в энергодефицитные районы страны и на экспорт. Возрастет энергоэффективность экономики региона, будет реализован потенциал энергосбережения, использованы экологически безопасные и эффективные способы добычи и производства энергоресурсов в сложных природно-климатических условиях» [38].

Таблица 2. Прогнозные объемы добычи природного газа на полуострове Ямал

Год	2015	2020	2025	2030
Добыча газа, млрд м ³	75-115	135-175	200-250	310-360

Опираясь на информацию, представленную выше, можем точно сказать, что Россия занимает очень важное место в мировом рынке добычи газа, а добыча газа на полуострове Ямал является развивающимся промыслом, который способствует освоению большего количества территорий, открытию новых месторождений.

8.3. Проблемы и способы захоронения отходов бурения

Отходы бурения представляют собой очень сложные в физико-химическом отношении смеси различных веществ. Количество и физико-химический состав отходов зависит от геолого-технологических условий бурения скважин.

В настоящее время процесс сооружения скважин сопровождается применением химических реагентов и материалов, в различной степени опасных для окружающей среды. В буровой раствор, используемый при бурении скважин, добавляют самые разные химические реагенты. Например, некоторые из них способствуют понижению водоотдачи пласта, другие – снижают вязкость раствора. Так же используют поглотители сероводорода и стабилизаторы рН. Все это может достаточно негативно отразиться на экологической обстановке региона.

Наибольшую опасность несут в себе производственно-технологические отходы бурения, которые накапливаются и хранятся непосредственно на территории буровой. В их составе присутствуют спектр загрязнителей минеральной и органической природы, используемых для приготовления бурового раствора [39, с.10, 42]. Классификация возмож-

ных методов захоронения отходов, используемая в ООО «Газпром геотехнологии», представлена в табл. 3.

Таблица 3. Классификация технологий переработки отходов бурения

Метод	Основной квалификационный признак
1. Термический	Сжигание в открытых амбарах, печах различных типов.
2. Физический	Захоронение в специальных могильниках, разделение в центробежном поле, вакуумное фильтрование и фильтрование под давлением, замораживание.
3. Химический	Экстрагирование с помощью растворителей, отверждение с применением неорганических и органических добавок
4. Физико-механический	Применение специально подобранных реагентов, изменяющих физико-химические свойства, с последующей обработкой на специальном оборудовании.
5. Биологический	Микробиологическое разложение в почве непосредственно в местах хранения, биотермическое разложение

Столь разнообразное количество методов переработки и захоронения отходов бурения не всегда подходит для всех регионов добычи газа, и необходимо обращать внимания на особенности той или иной территории, где расположены месторождения. В нашем случае одним из основных факторов, на который обращают внимание, при разработке мероприятий по захоронению отходов бурения, является наличие многолетнемерзлых грунтов на полуострове Ямал, которые создают дополнительные сложности при освоении территорий, но в тоже время они могут дать возможность эффективно использовать их в хозяйственной деятельности.

Общий объем отходов бурения, запланированный на месторождениях Ямала на ближайшие 10 лет, составляет около 1,5 млн м³. Поэтому захоронение отходов является одной из важнейших технологических задач, при освоении новых месторождений и бурении новых скважин [39].

ООО «Газпром добыча Надым» занимается разработкой и внедрением технологии строительства и эксплуатации подземных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения. Эти технологии предполагается использовать в первую очередь на Бованенковском нефтегазоконденсатном месторождении, освоение которого ведется в настоящее время.

Одним из достоинств данного метода является минимизация воздействия на окружающую среду.

Строительство и эксплуатация подземного резервуара для захоронения буровых отходов не приведет к необратимым изменениям исходного

состояния грунтов территории строительства, которые сопровождаются активизацией негативных разрушительных процессов. Изменение температуры многолетнемерзлых грунтов в зоне влияния не прогнозируется.

Строительство подземного резервуара будет вестись на заранее подготовленной площадке, что исключает механическое воздействие на почвенный покров прилегающих территорий. Химическое загрязнение, связанное с выбросами в атмосферу, при работе строительной техники, является кратковременным и не приведет к загрязнению почв за пределами площадки строительства.

Площадка под строительство подземного резервуара находится за пределами водоохранных зон и прибрежных защитных полос водных объектов.

В штатном режиме строительства поступление загрязнителей на поверхность почв и грунтов и в воды сезонно-талого слоя исключено, так как предусмотрена их надежная изоляция от окружающей природной среды с последующим вывозом или захоронением. Сброс сточных вод на рельеф или в водные объекты не планируется. Принятые технические решения позволяют исключить загрязнение поверхностных вод в аварийных ситуациях.

При соблюдении предусмотренных проектом организационных, технических и природоохранных мероприятий, эксплуатация подземного резервуара не повлияет на несущую способность грунтов, вмещающих подземную выработку, их деформационные и прочностные свойства, не приведет к появлению и развитию необратимых негативных экзогенных процессов, а также к деградации почвенного покрова прилегающих к строительной площадке территорий.

Подземные резервуары предназначены для захоронения отходов бурения, образующихся при бурении скважин в районе базы бурения Бованенковского нефтегазоконденсатного месторождения.

Подземный резервуар сооружается в центральной части площадки подземного резервуара в многолетнемерзлых песчаных породах, в интервале глубин 36 - 64 м от поверхности. Полезный объем подземного резервуара от 2 до 5 тыс. м³. Покрывающими породами для подземного резервуара являются многолетнемерзлые суглинки и глины.

После завершения строительства, испытаний и удаления воды из подземного резервуара, в нем производится захоронение твердых и жидких отходов бурения, образующихся в результате бурения наблюдательной и поглощающих скважин.

Твердые буровые отходы, поступающие из буровой установки, загружаются в бункеры и с помощью бульдозера перемещаются на расстояние до 250 м к подземному резервуару, в который и выгружаются с использованием шнекового выгрузателя через технологическую скважину диаметром 350 мм. Для облегчения выгрузки бурового шлама использует-

ся передвижная парогенераторная установка, с помощью которой производится оттаивание шлама в холодный период.

Жидкие буровые отходы от буровой установки вывозятся и размещаются в подземном резервуаре с помощью автоцистерны.

В состав комплекса для захоронения буровых отходов входят:

Подземный резервуар, бульдозер;

Бункеры передвижные со шнековыми выгрузателями;

Передвижная парогенераторная установка;

Автоцистерна для вывоза жидких буровых отходов.

После захоронения буровых отходов подземный резервуар будет заполнен на объем не более 70%. В дальнейшем подземный резервуар консервируется.

Для сравнения рассмотрим уже используемый вариант захоронения отходов бурения, а именно, метод отдельного захоронения твердой и жидкой фазы отходов бурения, в котором жидкую фазу отходов (отработанный буровой раствор и буровые сточные воды) вывозятся автоцистернами в цех нейтрализации отработанных буровых растворов, на котором проходят очистку до осветленной технической воды, затем вторично используются для приготовления бурового раствора или подлежат переработке на установке «Лёдиго». Извлеченная при переработке твердая фаза вывозится спецавтотранспортом на полигон

Для использования данного метода необходимы следующие объекты:

Полигон, размещенный на территории карьера, площадь участка складирования отходов составляет около 16 га.

Цех нейтрализации отработанного бурового раствора, который предназначен для приема, переработки и нейтрализации отработанного раствора, используемого в технологии бурения, что позволяет сократить объемы размещения отходов.

Установка «Лёдиго», позволяющая осуществлять переработку буровых отходов после цеха нейтрализации в капсульный материал, пригодный для использования при проведении общестроительных работ (отсыпки производственных площадок).

На основе вышеприведенных данных были выявлены преимущества и недостатки безоболочечных резервуаров, по отношению к методу отдельного захоронения отходов, которые представлены в табл. 4.

Таблица 4. Преимущества и недостатки подземных безоболочечных резервуаров

Преимущества	Недостатки
Экологическая безопасность. Отходы гарантированно локализируются в пределах хранилища, что обеспечивается низкой проницаемостью	Не происходит процесса переработки и вторичного использования отхо-

<p>многолетнемерзлых пород; Простота технологии строительства подземных резервуаров, снижение удельной себестоимости захоронения отходов; Простота технологии утилизации отходов. Отсутствие необходимости их специальной подготовки к утилизации; Возможность максимального приближения мест захоронения отходов к месту их образования Резерв для других способов захоронения отходов. При поломке цеха нейтрализации или при капитальном ремонте, подземные резервуары являются резервным способом захоронения отходов.</p>	<p>дов бурения и растворов Необходимо наличие многолетнемерзлых пород</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------

Следует отметить, что немаловажным преимуществом подземных безоболочечных резервуаров является значительное уменьшение стоимости строительства и снижение затрат на эксплуатацию более чем на 30 процентов [39].

Добыча природного газа в мире увеличивается с каждым годом. Три из семи крупнейших месторождений в мире расположены на территории полуострова Ямал. На основе имеющихся природных возможностей специалисты топливно-энергетической отрасли прогнозируют, что объемы добычи газа на полуострове Ямал к 2030 году увеличатся в 3 раза. Происходит освоение новых месторождений, где необходимо решать проблему захоронения отходов бурения. Новый метод захоронения отходов бурения, а именно, подземные безоболочечные резервуары значительно уменьшают воздействие на экологическую ситуацию в регионе, более просты в эксплуатации и позволяют уменьшить затраты на строительство комплексов по захоронению отходов бурения. Наличие многолетнемерзлых грунтов является в рассматриваемой отрасли конкурентным преимуществом России.

ЧАСТЬ III. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА КАЧЕСТВО ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА

ГЛАВА 9. ПРОБЛЕМА И ПОДХОДЫ К ЕЕ РЕШЕНИЮ

9.1. Цель и задачи исследования

Целью исследования является разработка инновационной интеллектуальной технологии исследования влияния экологических факторов на различные аспекты качества жизни населения региона. Для достижения сформулированной цели необходимо решить ряд задач, которые получены в результате декомпозиции цели и являются этапами достижения цели:

задача-1: обоснование актуальности достижения поставленной цели;

задача-2: исследование характеристик исходных данных и обоснование требований к методу достижения цели;

задача-3: выбор метода по обоснованным критериям;

задача-4: разработка этапов достижения цели с применением выбранного метода;

задача-5: провести когнитивно-целевую структуризацию предметной области;

задача-6: выполнить формализацию предметной области (разработку классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки);

задача-7: осуществить синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологических факторов на качество жизни населения региона;

задача-8: решить задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области в наиболее достоверной из созданных моделей.

9.2. Формулировка проблемы и обоснование требований к методу ее решения (задача-1 и задача-2)

Все в принципе согласны с тем, что «хорошая экология – это хорошо, а плохая экология – это плохо». Чтобы дать подобную оценку на качественном уровне нет необходимости в проведении каких-то специальных научных исследований, т.е. это не сложно. Соответственно и влияние подобных малосодержательных по существу выводов на экологическое сознание и на принятие решений руководителями различных уровней не недостаточно.

Чтобы повысить обоснованность подобных выводов и их вес в формировании экологического сознания необходимо количественно оценить силу и направление влияния разнородных экологических факторов, например, таких как уровень загрязнения окружающей среды (воздуха, вод и почв), на какие-то значимые интегральные показатели, непосредственно касающиеся основной массы населения, например на качество жизни населения региона [1-4].

Совершенно четко однозначно сформулируем основополагающую на наш взгляд мысль: *«Экология важна не только сама по себе, но и потому, что она оказывает существенное влияние на то, что важно для нас: на наше физическое и психическое здоровье, качество жизни, рождаемость и смертность, физическая продолжительность жизни, а также продолжительность активной и творческой жизни и работоспособного состояния и многое-многое другое».*

Чтобы исследовать влияние экологических факторов на все эти аспекты жизни недостаточно лишь экологических баз данных о степени загрязнения земли, воды, воздуха, пищи, строительных материалов, одежды, мебели, игрушек и т.п. и т.д. Необходимы также базы данных, отражающие наше физическое и психическое здоровье, качество жизни, рождаемость и смертность, продолжительность жизни, продолжительность активной и творческой жизни и работоспособного состояния. И все эти базы данных необходимо обрабатывать **совместно** в сопоставимой форме по одной методологии, технологии и методике и в одной реализующей их программной системе. Проблема состоит не в том, что такой методологии, технологии, методики программной системы нет, т.к. они есть, а в том, что они совершенно неизвестны специалистам в конкретных областях, для которых они предназначены, в частности совершенно неизвестны экологам.

Резюме.

Задача-1: обоснование актуальности достижения поставленной цели. Влияние экологии на качество жизни очевидно. Однако чтобы повысить достоверность и обоснованность выводов о влиянии экологии на качество жизни и решать различные задачи в этой области не на основе экспертных оценок, а на основе точных математических методов, необходимо перейти от общих рассуждений к применению количественных методов моделирования. Были обоснованы следующие научные положения, которые можно рассматривать и как требования к методу достижения данной цели. Этот метод должен обеспечивать: 1) создание математической модели влияния экологии на качество жизни (далее: «модель») на путем совместной обработки экологических баз данных и баз данных, отражающих различные аспекты качества жизни; 2) эти базы данных должны обрабатываться в сопоставимой форме по одной методологии, технологии и методике и в одной реализующей их программной системе; 3) в результате должны быть созданы, верифицированы и применены для решения различных задач мо-

дели, отражающие в количественной сопоставимой форме влияние экологических факторов на различные аспекты качества жизни населения региона.

9.3. Исследование характеристик исходных данных и обоснование требований к методу решения проблемы (задача-2)

Для создания модели, отражающей влияние экологических факторов на продолжительность жизни в России, использовались данные Федеральной службы государственной статистики¹ по регионам России, с одной стороны по продолжительности жизни, а с другой стороны – по экологии:

– данные по продолжительности жизни при рождении по регионам России (ожидаемая) за 2013 год взята с сайта: http://www.statdata.ru/spg_reg_rf;

– данные по числу умерших по регионам России с указанием причин на странице: «Социальное положение и уровень жизни населения России»: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138698314188

 [Приложение к сборнику \(информация по субъектам Российской Федерации\), 2014г. \(0,3 Мб\)](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/pril_soc-pol2014.rar)

http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/pril_soc-pol2014.rar

– данные по экологическим факторам по регионам России на странице: «Охрана окружающей среды в России»: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1139919459344

 [Приложение к сборнику \(информация в разрезе субъектов Российской Федерации\), 2014г. \(0,4 Мб\)](http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/Pril-ohrana.rar)

http://www.gks.ru/free_doc/doc_2014/Pril-ohrana.rar

Все эти данные из различных источников были собраны в одном Excel-файле, приведенном в таблице 1:

Таблица 1 – Исходные данные по регионам России для модели влияния экологических факторов на продолжительность жизни и причины смерти

¹ Огромная благодарность сотрудницам Росстата Новиковой Ирине Владимировне и Шашловой Наталье Викторовне за душевность и содействие в поиске необходимых исходных данных

	Продолжител ность жизни (Оба пола)	Продолжите льность жизни (Мужчины)	Продолжите льность жизни (Женщины)	Умерших от инфи параз бол езней	Умерших от туберкулеза	Умерших от новообразо ваний	Умерших от бол. сист. кров обращения	Умерших от бол. орг. дих ания	Умерших от бол. орг. глищ еварения	Умерших от внешних причин	Умерших от всего 100 тыс. чел.	Выбросы в атм. загр. вещ -всего	Выбросы в атм. загр. ве щ. от стационарн. %.	Выбросы в атм. загр. вещ от передв. источ. %	Число водосточн ников-всего	Водн.исто ч.не соотв.сан. нормам,%	Водн.исто ч.не соотв.сан. нормам, %	Водн.исто ч.не соотв.нор мам по микробио л.%
Регион Российской Федерации																		
Алтайский край	69,77	64,11	75,44	42,55	24,22	226,80	660,05	72,79	46,73	140,65	1213,78	430,60	46,73	53,27	40,00	0,00	9,30	0,00
Амурская область	66,38	60,59	72,59	24,81	21,01	194,08	724,49	60,19	68,17	212,87	1305,62	216,50	57,92	42,08	450,00	7,78	39,10	28,70
Архангельская область	70,16	64,11	76,27	10,19	5,60	240,85	743,77	44,78	60,82	157,81	1263,81	365,00	67,23	32,77	916,00	31,22	26,10	22,70
Астраханская область	71,34	65,91	76,72	28,27	21,47	195,92	683,41	41,47	50,93	114,26	1135,74	225,10	57,97	42,03	18,00	0,00	45,80	12,50
Белгородская область	72,16	66,86	77,32	4,54	1,88	213,47	862,31	49,40	41,16	96,47	1271,23	274,60	42,86	57,14	2991,00	13,07	47,00	30,20
Брянская область	69,75	63,32	76,33	15,46	10,82	214,32	903,89	62,81	79,80	160,16	1447,25	109,10	33,64	66,36	6090,00	15,48	38,00	37,20
Владимирская область	69,13	62,78	75,44	12,84	7,27	259,60	980,84	53,47	103,35	142,15	1559,52	133,90	24,20	75,80	1291,00	22,77	52,80	44,60
Волгоградская область	71,42	66,11	76,57	22,01	13,39	227,29	752,71	66,96	80,24	113,31	1275,92	386,70	44,69	55,31	628,00	9,87	36,60	27,00
Вологодская область	69,35	63,21	75,63	9,63	5,36	214,59	892,19	46,87	91,23	152,07	1411,93	600,30	83,16	16,84	464,00	20,91	38,20	38,10
Воронежская область	70,89	64,81	77,03	9,40	5,97	201,84	763,35	65,42	62,80	142,04	1250,81	325,20	23,31	76,69	176,00	0,00	42,20	4,60
г. Москва	76,37	72,31	80,17	11,94	3,26	204,24	529,61	24,06	39,29	51,44	863,83	995,90	6,63	93,37	73,00	17,81	2,50	5,50
г. Санкт-Петербург	74,22	69,43	78,38	26,56	6,69	252,43	697,66	39,17	45,71	83,96	1152,18	537,00	13,46	86,54	1,00	0,00	0,00	0,00
Еврейская автономная область	64,94	58,84	71,66	45,47	34,40	225,62	774,80	49,55	83,95	209,30	1423,09	37,10	65,23	34,77	277,00	19,13	19,90	17,70
Забайкальский край	67,11	61,47	73,10	24,43	14,09	172,50	566,45	71,38	52,89	214,04	1115,78	244,30	52,03	47,97	1287,00	3,57	13,70	7,20
Ивановская область	69,84	63,90	75,42	18,07	5,64	221,12	645,38	95,22	113,57	124,28	1223,27	135,90	22,37	77,63	6939,00	30,31	45,80	52,50
Иркутская область	66,72	60,32	73,28	61,94	32,81	205,65	680,69	72,81	75,41	192,01	1321,31	974,00	70,42	29,58	1922,00	4,89	23,20	6,60
Кавардино-Балкарская Республика	73,71	69,03	78,08	13,98	9,90	142,54	552,81	24,46	37,03	71,04	851,75	62,70	3,51	96,49	0,00	0,00	0,00	0,00
Калининградская область	70,51	65,10	75,68	21,07	8,24	207,21	721,31	33,58	62,99	135,15	1189,53	139,20	14,73	85,27	347,00	19,31	28,60	9,60
Калужская область	70,02	64,43	75,51	15,92	7,96	239,58	885,61	53,73	81,29	147,15	1431,24	118,20	12,94	87,06	4090,00	31,49	17,50	35,40
Камчатский край	67,98	62,59	74,07	18,11	14,99	183,95	611,49	29,04	57,15	138,66	1053,39	90,50	36,13	63,87	46,00	28,26	0,00	18,60
Карачаево-Черкесская Республика	73,94	69,21	78,33	5,52	2,97	135,50	567,08	32,07	38,66	81,98	863,78	63,80	33,07	66,93	22,00	66,18	12,50	36,40
Кемеровская область	67,72	61,50	74,04	50,14	27,50	226,85	647,73	61,17	68,69	192,78	1274,87	1575,70	86,08	13,92	728,00	28,24	22,70	24,40
Кировская область	70,26	64,31	76,29	9,51	6,24	214,30	888,23	72,09	57,26	175,06	1422,69	216,90	47,63	52,37	205,00	0,00	35,00	25,40
Костромская область	69,86	64,31	75,29	7,60	3,95	237,82	924,82	68,81	61,58	128,64	1413,24	106,30	47,22	52,78	640,00	8,44	26,60	33,60
Краснодарский край	72,29	67,16	77,27	15,35	8,68	196,74	675,22	43,75	60,13	99,33	1099,19	732,30	28,02	71,98	166,00	1,20	8,90	12,30
Красноярский край	69,06	63,35	74,77	32,46	19,16	227,54	610,57	69,52	69,27	164,37	1192,88	2812,20	88,80	11,20	1501,00	36,44	36,00	9,90
Курганская область	68,27	61,93	74,97	42,20	31,43	270,58	667,78	84,86	62,97	192,64	1352,46	138,10	39,61	60,39	1158,00	7,60	43,70	16,30
Курская область	70,14	64,27	76,00	14,03	11,53	228,58	779,65	68,72	67,73	118,58	1288,81	141,70	26,75	73,25	4604,00	20,13	3,00	3,80
Ленинградская область	70,36	64,73	76,05	31,47	11,44	224,75	813,75	46,37	73,06	168,02	1368,85	418,30	58,50	41,50	717,00	29,57	54,10	38,70
Липецкая область	70,66	64,56	76,77	6,55	4,13	199,99	740,46	64,60	56,85	150,73	1223,30	475,30	72,94	27,06	692,00	15,75	37,90	25,90
Магаданская область	67,12	61,84	72,77	15,86	9,25	210,79	544,49	58,15	62,11	181,06	1081,71	57,10	50,79	49,21	0,00	0,00	62,50	20,80
Московская область	70,78	65,10	76,30	14,13	6,83	230,78	849,76	42,03	64,07	117,98	1325,56	942,60	21,11	78,89	12376,00	12,79	28,00	31,70
Мурманская область	70,48	65,15	76,28	13,15	5,67	173,26	639,15	29,91	57,37	102,62	1021,12	338,10	79,80	20,20	26,00	0,00	34,60	18,10
Невский автономный округ	65,76	60,22	75,21	6,99	2,33	174,80	552,06	25,64	46,61	198,10	976,54	77,90	93,32	6,68	37,00	24,32	16,70	9,20
Нижегородская область	69,42	63,06	75,75	14,97	9,74	230,58	991,33	44,53	75,78	130,72	1497,65	466,60	26,98	73,02	3473,00	9,39	46,80	49,20
Новгородская область	67,87	60,89	74,75	16,50	7,21	228,79	1076,01	60,08	91,00	169,03	1648,62	115,40	39,17	60,83	1372,00	52,48	52,40	31,80
Новосибирская область	70,19	64,29	76,13	44,11	20,88	197,74	747,62	49,15	53,23	138,08	1250,81	506,30	38,64	61,36	226,00	9,73	100,00	0,00
Омская область	69,74	63,88	75,57	25,08	16,31	213,02	722,09	80,65	53,04	153,95	1264,14	376,10	56,79	43,21	622,00	4,02	49,90	16,00
Оренбургская область	69,90	63,10	74,69	36,08	15,31	230,28	770,46	60,08	69,87	147,39	1329,47	763,40	67,17	32,83	111,00	20,72	31,70	3,00
Орловская область	70,22	64,36	75,92	5,95	2,20	260,57	1024,18	51,62	77,37	123,17	1545,07	121,90	19,52	80,48	1425,00	10,74	11,50	15,30
Пензенская область	71,54	65,47	77,59	9,16	5,06	208,05	928,77	52,98	70,72	134,47	1409,20	137,70	20,62	79,38	996,00	6,33	10,40	14,40
Пермский край	68,75	62,61	74,89	29,83	15,14	199,71	776,61	53,09	78,47	174,29	1329,12	637,10	57,76	42,24	1426,00	12,20	28,20	25,70
Приморский край	68,19	62,77	73,92	33,56	24,45	219,72	729,00	58,67	79,57	155,95	1300,91	406,60	44,49	55,51	2446,00	27,06	38,00	55,60
Псковская область	67,82	61,81	74,05	15,93	11,38	252,03	1130,57	63,73	91,04	176,77	1741,46	117,00	23,08	76,92	487,00	13,14	26,30	32,20
Республика Адыгея	71,80	66,55	76,97	16,84	10,55	220,02	786,48	39,96	56,35	103,05	1235,25	46,60	17,70	82,30	119,00	8,40	42,10	4,50
Республика Алтай	67,34	61,48	73,44	27,49	18,96	154,51	502,39	74,41	44,08	256,15	1037,96	36,60	25,14	74,86	229,00	0,00	7,20	4,80
Республика Башкортостан	69,63	63,66	75,84	16,70	9,79	146,92	601,84	64,15	52,98	149,97	1042,36	785,10	57,18	42,82	2272,00	10,52	16,50	9,60
Республика Бурятия	67,87	62,32	73,06	23,95	10,90	176,40	557,47	79,56	63,53	215,87	1127,68	213,90	53,34	46,66	1109,00	53,92	12,30	11,50
Республика Дагестан	75,63	72,31	78,82	8,26	5,52	73,40	234,12	61,39	21,19	50,90	454,77	226,70	7,06	92,94	670,00	17,01	12,20	12,80
Республика Ингушетия	78,81	75,97	81,32	9,38	7,82	47,59	184,53	78,82	5,81	25,25	288,19	28,20	2,13	97,87	24,00	37,50	42,90	27,70
Республика Калмыкия	71,35	65,65	77,25	15,90	12,01	162,85	476,20	30,73	50,52	136,36	884,57	40,10	16,71	83,29	140,00	39,29	30,50	54,20
Республика Карелия	69,19	63,17	75,05	15,89	9,12	235,35	803,74	44,68	69,38	140,33	1318,48	197,00	60,15	39,85	601,00	30,12	40,30	18,10
Республика Коми	69,27	63,22	75,39	15,29	10,84	197,98	538,47	47,58	89,35	166,94	1066,45	851,40	90,94	9,06	629,00	28,30	59,00	31,10
Республика Марий Эл	69,30	62,82	76,13	19,28	6,53	179,26	677,45	105,68	71,21	195,65	1245,26	73,10	36,80	63,20	1058,00	8,98	16,70	13,60
Республика Мордовия	70,56	64,79	76,39	12,76	4,78	184,09	666,91	62,92	53,84	134,67	1121,96	96,70	36,78	63,22	175,00	8,57	34,00	13,80
Республика Саха (Якутия)	69,13	63,54	75,00	11,83	6,60	126,78	403,70	30,15	42,82	160,50	782,38	262,50	62,90	37,10	167,00	22,75	23,50	13,40
Республика Северная Осетия-Алания	73,94	68,46	79,06	12,77	9,79	164,95	684,05	21,13	63,40	61,84	1017,92	67,60	17,40	92,60	0,00	0,00	0,00	0,00
Республика Татарстан	72,12	66,35	77,73	13,19	6,48	176,28	634,12	48,35	51,98	116,99	1047,39	605,00	49,27	50,73	1861,00	12,68	32,00	14,30
Республика Тыва	61,79	56,37	67,51	67,82	59,46	118,60	362,88	72,00	65,89	326,88	1073,54	38,60	48,96	51,04	945,00			

Отметим также, что файл исходных данных, представленный в таблице 1, соответствует требованиям универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (рисунок 1):



Рисунок 1. Экранная форма с требованиями к файлу исходных данных (Help - универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных)

9.4. Традиционные подходы к решению проблемы и их недостатки (задача-2)

Экологи до сих пор надеются на то, что их задачи позволит решить MS Excel и системы «Статистика» и SPSS. Но постепенно их иллюзии рассеиваются, и они начинают понимать, что возможности инструмента решения проблемы должны соответствовать сложности проблемы, и что для

этого мало пригодны математические методы, разработанные 100 лет назад и более, например факторный анализ.

Экологи с завидным упорством пытаются применять эти методы, однако оказывается, что *корректно сделать это довольно проблематично* по целому ряду вполне объективных, независимых от исследователей, реально имеющих место причин. Мы назовем лишь некоторые из них.

Во-первых, это отсутствие или малодоступность необходимых для подобных исследований исходных данных. Те же данные, которые все же удается найти, охватывают небольшие периоды наблюдений (малый лонгитюд), а их восполнение, в т.ч. путем проведения экспериментов, принципиально невозможно. В результате невозможно требовать от таких данных полных повторностей, что является необходимым условием корректного применения факторного анализа.

Во-вторых, экологические факторы описываются разнородными показателями, измеренными в различных типах измерительных шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения. Математические методы сопоставимой обработки подобных данных, а также реализующий эти методы программный инструментарий, фактически отсутствуют.

В-третьих, подобные задачи относятся к задачам большой размерности, т.е. в них идет речь не о 5 или максимум 7 факторах, как в факторном анализе, а о сотнях и тысячах. Обычно в руководствах по факторному анализу начинаются с сакраментальной фразы: «Выберем небольшое число наиболее важных факторов, которые будем исследовать». Но при этом авторы этих руководств благоразумно воздерживаются от рассмотрения методологических, методических и практических подходов к тому, как это сделать, т.к. они просто отсутствуют или малоизвестны, как и необходимый для этого программный инструментарий. На практике обычно все сводится не к исследованию объекта, который надо исследовать, а к исследованию данных, которые фактически есть и удовлетворяют этим жестким требованиям, но мягко говоря, не очень полно отражают исследуемый объект.

В-четвертых, факторный анализ является *неустойчивым* методом в том смысле, что, даже небольшие вариации значений исходных данных приводят к сильному изменению результатов применения метода, т.е. требует, чтобы исходные данные были абсолютно точными. Ясно, что реальные исходные данные сильно зашумлены и не удовлетворяют этому требованию. Да и даже в принципе вряд ли можно всерьез говорить о каких-то гипотетических абсолютно точных данных, т.е. ясно, что это некая абстракция, которой в полной мере практически ничего в действительности не соответствует.

В-пятых, факторный анализ является линейным, параметрическим методом, т.е. требует выполнения нормального распределения и независи-

мости исследуемых факторов. Дело в том, что нормальное распределение выполняется только при действии большого числа случайных и независимых друг от друга аддитивных факторов, а на практике они конечно не случайны и часто взаимозависимы, не аддитивны, зависят от каких-то третьих более фундаментальных факторов.

Резюме.

Задача-2: исследование характеристик исходных данных и обоснование требований к методу достижения цели. Исходные данные Росстата по отдельным экологическим факторам и некоторым аспектам качества жизни охватывают небольшие периоды наблюдений (малый лонгитюд), а их восполнение, в т.ч. путем проведения экспериментов, принципиально невозможно. В результате в этих данных отсутствуют полные повторности. Экологические факторы в общем случае описываются разнородными показателями, измеренными в различных типах измерительных шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения. Решаемые задачи относятся к нелинейным задачам большой размерности, т.е. в них вообще говоря могут исследоваться не 5 или максимум 7 факторов, а десятки, сотнях и даже тысячи. Исходные данные зашумлены, не случайны и взаимозависимы, не аддитивны, зависят от каких-то третьих более фундаментальных факторов.

9.5. Предлагаемое решение проблемы с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» (задача-3)

Для решения подобных задач предлагается применить новую инновационную интеллектуальную технологию: автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос» [6, 7].

Система «Эйдос» имеет ряд особенностей, которые обусловили ее выбор в качестве инструмента решения проблемы:

- имеют *теоретическое обоснование*, основой которого является *семантическая мера целесообразности информации* А.Харкевича;
- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);
- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt);
- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта

(есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 143, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (<http://aidos.byethost5.com/map3.php>);

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний;

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf)

Об АСК-анализе написано довольно много. На момент написания данной работы это десятки монографий и учебных пособий [8-36] и сотни статей в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ [67]. На программный инструмент АСК-анализа – интеллектуальную систему «Эйдос» и различные ее режимы и подсистемы получено 30 свидетельств РосПатента² [37-66]. Краткое описание АСК-анализа дано в работе [7], в которой есть и основные необходимые ссылки.

По этим причинам нет необходимости в описании теоретических основ, математической модели, методики численных расчетов (т.е. алгорит-

² Есть материалы еще на десятки, но стало очень дорого их оформлять и этот процесс замедлился...

мов и структур данных) и программного инструментария АСК-анализа и мы кратко остановимся лишь на двух ключевых моментах: метризации измерительных шкал и нелинейности моделей в АСК-анализе.

Резюме.

Задача-3: выбор метода по обоснованным критериям. Всем обоснованным при решении первых двух задач требованиям соответствует новая инновационная технология искусственного интеллекта: автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий интеллектуальная система «Эйдос». Для достижения цели проекта и решения поставленных задач применен АСК-анализ, который обеспечивает корректную сопоставимую количественную обработку разнородных по своей природе взаимосвязанных факторов, измеряемых в различных единицах измерения, высокую точность и независимость результатов расчетов от единиц измерения исходных данных, построение многомерных непараметрических нелинейных моделей объекта моделирования непосредственно на основе неполных (фрагментированных) и зашумленных (искаженных) эмпирических данных о нем, имеет развитую и доступную программную реализацию в виде универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» (открытое программное обеспечение: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm).

ГЛАВА 10. ОСНОВЫ АСК-АНАЛИЗА

10.1. Введение

Существует три основных точки роста современных информационных технологий: это глобальные сети и мобильные коммуникации (Net), перспективные человеко-машинные интерфейсы (Int), интеллектуальные технологии (intelligent technology – IT) (рисунок 1):

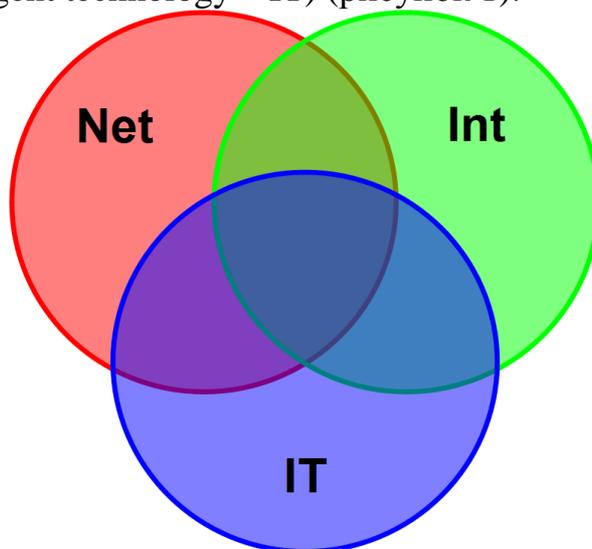


Рисунок 1. Три наиболее перспективных направления развития современных информационных технологий

Как известно, системный (синергетический) эффект обычно наблюдается в мультидисциплинарных и междисциплинарных научных исследованиях. Это означает, что большой интерес представляют направления исследований и разработок, находящиеся на перекрытии перечисленных выше трех перспективных направлений, а именно: перспективные интерфейсы в глобальных мобильных сетях, перспективные интеллектуальные интерфейсы и применение технологий искусственного интеллекта в Internet и мобильных коммуникациях. И особенно высокую актуальность имеет разработка и применение перспективных интеллектуальных интерфейсов в Internet и мобильных коммуникациях

10.2. От больших данных к большой информации, а от нее к большим знаниям

Internet постепенно интеллектуализируется и превращается из нелокального хранилища больших данных (big data) в информационное пространство, содержащее осмысленные большие данные, т. е. «большую информацию» (great info), а затем в пространство знаний или «когнитивное пространство», в котором большая информация активно используется для

достижения целей (управления) и тем самым превращается в «большие знания» (great knowledge).

10.2.1. Данные

Данные – это информация, записанная на каком-либо носителе (или находящаяся в каналах связи) и представленная на каком-то языке или в системе кодирования.

Это определение является общепринятым³, но не смотря на это не выдерживает никакой критики.

Во-первых, обычно определение понятия дается через более общее понятие и выделение специфического признака.

Например: млекопитающее – это животное (более общее понятие), выкармливающее своих детенышей молоком (специфический признак).

Если следовать этой логике, то понятие информации должно быть более общим, чем понятие данных, а на самом деле как раз наоборот. Кроме того, специфическим признаком информации, которая является данными, оказывается то, что она записана на каком-то носителе, в том время как и данные и информация, всегда записаны на каком-либо носителе в какой-то системе кодирования и невозможно даже представить себе информации, не записанной на носителе и не представленной на каком-либо языке.

Во-вторых, естественно, и более общее понятие, и специфический признак, должны быть *известны* и сами не требовать определения, иначе получится, что мы определяем одно неизвестное через другое неизвестное, иногда даже более неизвестное, чем первое. Но понятие информации является не менее неизвестным, чем определяемое через него понятие данных.

Например, мы определяем что такое бутерброд и говорим: «бутерброд это хлеб, на который намазано масло». А когда мы спрашиваем, что же такое хлеб, нам отвечают: «Но так это же просто: это то, на что намазывают масло, когда делают бутерброд». И когда, наконец, мы спрашиваем, а что такое масло, нам говорят: «Но это Вы уже и сами должны были догадаться, – это то, что намазывают на хлеб, когда делают бутерброд». Мы уже не говорим о смысле слова: «намазывают». Все вместе взятые эти «определения» выглядят уже просто как издевательство. Наверное это было бы даже смешно, если бы не было грустно, т. к. в науке подобный способ давать определения, как это ни странно, довольно распространен. Например нетрудно найти подобные «определения» материи и сознания друг через друга: *материя – это то, что существует вне и независимо от сознания, а сознание это способность мозга отражать материю*⁴.

³ См., например: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/71919>

⁴ См., например: <http://nounivers.narod.ru/bibl/diam9.htm>: «Материя есть объективная реальность, существующая вне и независимо от сознания, тогда как сознание производно от материи и зависит от неё. Сознание есть отражение объективного мира в мозгу человека. Сознание-свойство высокоорганизованной материи, способность нашего мозга отражать вне нас существующий материальный мир.»

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, о том, какие воздействия на объект моделирования к каким последствиям приводят, и в знания о том, какие значения факторов применить для воздействия на объект моделирования, чтобы он перешел в заранее заданные желательные целевые состояния.

10.2.2. Информация

Информация есть осмысленные данные.

Смысл данных, в соответствии с концепцией смысла Шенка-Абельсона [1], состоит в том, что известны причинно-следственные зависимости между событиями, которые описываются этими данными. Понятие причинно-следственных связей относится к реальной области. Данные же являются лишь моделью, с определенной степенью адекватности *отражающей* реальную предметной область. Поэтому в данных никаких причинно-следственных связей нет и выявить их в данных невозможно.

Но причинно следственные связи вполне возможно выявить между *событиями*, отражаемыми этими данными. Но для этого нужно предварительно преобразовать базу исходных данных в базу событий. Операция выявления причинно-следственных связей между событиями, отраженными в данных, называется «Анализ данных». По сути, анализ данных представляет собой их осмысление и преобразование в информацию.

Например, анализируя временные ряды, отражающие события на фондовом рынке, мы начинаем замечать, что если вырос спрос на какую-либо валюту, то за этим обычно следует повышение ее курса.

Анализ данных включает следующие этапы:

1. Выявление событий в данных:
 - разработка классификационных и описательных шкал и градаций;
 - преобразование исходных в базу событий – эвентологическую базу, путем кодирования исходных данных с применением классификационных и описательных шкал и градаций, т. е. по сути путем нормализации исходных данных.
2. Выявление причинно-следственных зависимостей между событиями в эвентологической базе данных.

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, соответствующие классам, 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 порядковых лингвистических переменных (типа: «малые», «средние», «большие» значения 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 хорошо известно, что это совершенно не так, т. к. для выявления причинно-следственных связей в соответствии с методом научной индукции (Ф. Бэкон, Дж. Милль) необходимо сравнивать результаты по крайней мере в двух группах, в одной из которых фактор действовал, а в другой нет.

Например, на плакате, выпущенном полицией⁵, написано: «По статистике, порядка 7,5-8 % аварий в России ежегодно совершается по вине водителей, находящихся в состоянии алкогольного опьянения»⁶. Все. Точка. Больше ничего не написано. Однако, чтобы понять, является ли состояние алкогольного опьянения фактором, увеличивающим риск совершения ДТП или его тяжесть, этой информации недостаточно. Для этого обязательно необходима также информация о том, *сколько процентов аварий в России ежегодно совершается по вине трезвых водителей. Но эта информация не приводится*, поэтому формально здесь возможно три варианта: 1) по вине трезвых водителей аварий совершается меньше, чем по вине пьяных; 2) по вине трезвых водителей аварий совершается столько же, сколько по вине пьяных; 3) по вине трезвых водителей аварий совершается больше, чем по вине пьяных. Первый вариант содержит информацию о том, что опьянение – это фактор риска совершения ДТП, второй – что это никак не влияет на риск совершения ДТП, а третий – что опьянение уменьшает его. Конечно, все понимают, что в жизни реализуется 1-й вариант. Но об этом ведь нет прямых статистических данных. Таким образом, знак разности этих процентов определяет направление влияния этого фактора, а модуль этой разности силу его влияния, что и используется как

⁵ Автор такой плакат видел, когда проходил медосмотр перед получением прав нового образца.

⁶ См., например: <https://cnev.ru/polezno/stati/osnovnye-prichiny-dtp-pyanstvo-za-rulem>

один из частных критериев знаний в АСК-анализе и системе «Эйдос» [2-30].

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. Все эти меры причинно-следственных связей основаны на сравнении условных вероятностей встречи различных значений факторов при переходе объекта моделирования в различные состояния и по всей выборке.

10.2.3. Знания

Знания – это информация, полезная для достижения целей, т. е. для управления.

Значит для преобразования информации в знания необходимо:

1. Поставить цель (классифицировать будущие состояния моделируемого объекта на целевые и нежелательные в какой-то шкале, лучше всего в порядковой или числовой).

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.

Процесс преобразования данных в информацию, а ее в знания называется анализ. Основные его этапы приведены на рисунке 2.

В системе «Эйдос» этот процесс осуществляется в следующей последовательности (рисунок 3).

О соотношении содержания понятий: «Данные», «Информация» и «Знания»

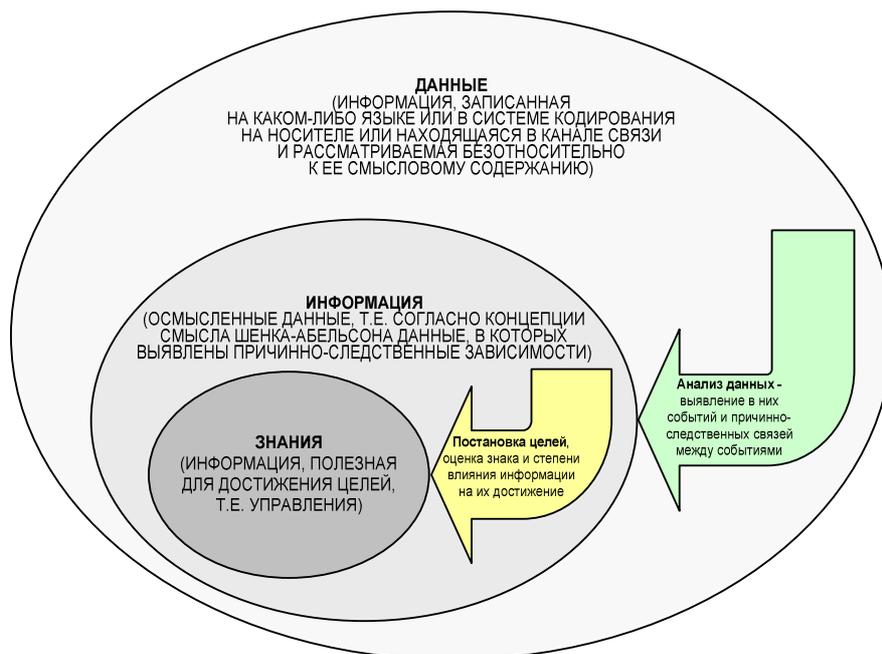


Рисунок 2. Преобразование данных в информацию, а ее знания

Основные публикации авторов по вопросам выявления, представления и использования знаний [2, 22].

Из вышеизложенного можно сделать обоснованный вывод о том, что *АСК-анализ и система «Эйдос» обеспечивают движение познания от эмпирических данных к информации, а от нее к знаниям. По сути, это движение от феноменологических моделей, описывающих явления внешне, к содержательным теоретическим моделям [3].*

Появляется все больше сайтов, посвященных искусственному интеллекту, в открытом доступе появляются базы данных для машинного обучения (UCI⁷, Kaggle⁸ и другие) и даже on-line интеллектуальные приложения, совершенствуется и интерфейсы, применяемые в Internet.

В этом смысле показательно приобретение разработчиком одной из первых и наиболее популярный по сегодняшний день глобальных социальных сетей Facebook Марком Цукербергом фирмы Oculus, являющейся

⁷ <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.html>

⁸ <https://www.kaggle.com/datasets>

ведущим в мире разработчиком и производителем амуниции виртуальной реальности.

Однако учащиеся и ученые до сих пор практически не замечают, что уже давно существует и действует открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда для обучения и научных исследований, основанная на автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ) и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос», а также сайте автора.

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос-X++»

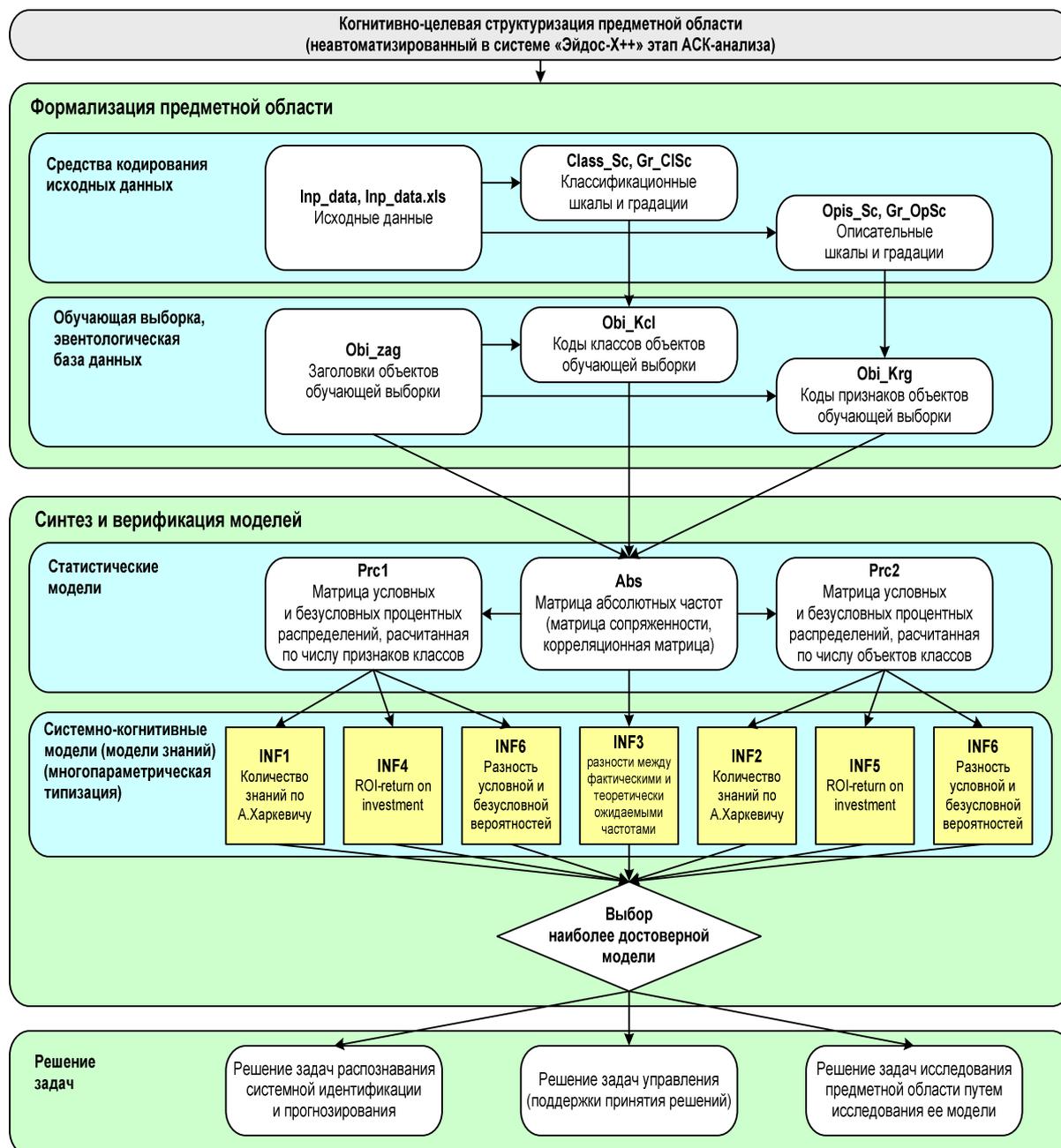


Рисунок 3. Преобразование данных в информацию, а ее знания в системе «Эйдос» Ниже рассмотрим основные компоненты этой среды подробнее.

10.3. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»

10.3.1. Что же такое АСК-анализ?

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) – это 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 методология научного познания. Однако как впервые заметил еще в 1984 году проф. И. П. Стабин⁹ практическое применение системного анализа наталкивается на **проблему**, суть которой состоит в том, что методология системного анализа успешно применяется в сравнительно простых случаях, в которых в принципе можно обойтись и без нее, тогда как в реальных сложных ситуациях, она чрезвычайно востребована и у нее нет альтернатив, сделать это удастся очень редко. Проф. И. П. Стабин первым предложил и путь решения этой проблемы, состоящий в автоматизации системного анализа, он же ввел и термин: «Автоматизированный системный анализ» (АСА).

10.3.2. Работы каких ученых сыграли большую роль в создании АСК-анализа?

Автора идеи АСА проф. И. П. Стабина мы упомянули выше.

Теперь необходимо отметить отечественных классиков методологии системного анализа проф. Ф. И. Перегудова и проф. Ф. П. Тарасенко, которые в своих фундаментальных работах¹⁰ подробно рассмотрели математические методы, которые могли бы быть успешно применены для автоматизации отдельных этапов системного анализа. Однако даже самые лучшие математические методы не могут быть использованы на практике без эффективно реализующих их программных средств, а путь от научного метода, реализуемого с помощью математики к его эффективной программной системе долог и сложен. Обусловлено это тем обстоятельством, что ЦЭВМ – это дискретный автомат, работающий только в рамках дискретной математики. Для использования ЦЭВМ необходимо разработать численные методы или методики их реализации на компьютере. А затем реализовать и отладить компьютерную программу, основанную на этом численном методе.

⁹ Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ.- М.: Машиностроение, 1984. –309 с.

¹⁰ 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.

В числе первых попыток реального использования автоматизированного системного анализа следует отметить монографию [7]¹¹ и докторскую диссертацию проф. В. С. Симанкова (2002). В этих работах идея автоматизации системного анализа была основана на высокой детализации этапов системного анализа и подборе уже существующих программных систем, автоматизирующих эти этапы. Эта попытка была реализована проф. В. С. Симанковым, однако лишь для специального случая исследования в области возобновляемой энергетики, где использовались системы разных разработчиков, созданные с помощью различного инструментария и не имеющие программных интерфейсов друг с другом, т. е. не образующие единой автоматизированной системы. Эта попытка, безусловно, была большим шагом по пути, предложенному проф. И. П. Стабиным, но ее нельзя признать обеспечившей достижение поставленной им цели: создание работающего автоматизированного системного анализа. Эта работа не привела к созданию единой универсальной программной системы, автоматизирующей системный анализ, которую можно было бы успешно применять в различных предметных областях.

10.3.3. Кем и когда создан АСК-анализ?

Автоматизированный системно-когнитивный анализ, как реально работающий АСА, предложен и разработан проф. Е. В. Луценко в 2002 году [8] и получил детальное и всестороннее развитие в десятках монографий и сотнях научных статей [4-32]¹².

Основная идея Е. В. Луценко, позволившая сделать это, состоит в рассмотрении автоматизированного системного анализа как метода познания (отсюда и использование термина: «когнитивный» от «*cognitio*» – знание, познание, лат.).

Эта идея позволила структурировать автоматизированный системный анализ не по этапам, как это пытались сделать другие ученые, а по конкретным базовым когнитивным операциям (БКОСА), т. е. таким операциям, из комбинаций которых конструируются всевозможные операции системного анализа. Таких базовых операций оказалось 10 и они образуют когнитивный конфигуратор:

- 1) присвоение имен;
- 2) восприятие;
- 3) обобщение (синтез, индукция);
- 4) абстрагирование;
- 5) оценка адекватности модели;

¹¹ 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.

¹² Ссылки на некоторые из них приведены здесь:

http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm
<http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf>

- 6) сравнение, идентификация и прогнозирование;
- 7) дедукция, силлогизм и абдукция;
- 8) классификация и генерация конструкторов;
- 9) содержательное сравнение;
- 10) планирование и принятие решений об управлении.

Каждая из этих операций достаточно элементарна для формализации и программной реализации.

Рассмотрим чуть подробнее п. 7. Пример силлогизма (или дедуктивного рассуждения «от общего к частному»):

Всякий человек смертен (большая посылка)

Сократ – человек (меньшая посылка)

Сократ смертен (заключение)

Абдукция представляет вид [вывода](#) с той особенностью, что из *посылки*, которая является условным высказыванием, и *заключения* вытекает *вторая посылка*. Например, если рассмотреть тот же пример Сократом:

Всякий человек смертен (большая посылка)

Сократ смертен (заключение)

Мы можем *предположить*, что меньшая посылка: «Сократ – человек (меньшая посылка)».

Однако, кроме указания одного признака Сократа: что он смертен, мы можем привести и другие его признаки, которые могут помочь идентифицировать его как человека или препятствовать этому.

По сути, при абдукции мы по признакам объекта, его экстенциональному описанию, относим его к обобщающим категориям: *референтным* классам [63], т. е. восстанавливаем его интенциональное описание, и делаем это путем решения задачи определения степени *релевантности* объекта классу или решения задачи классификации (идентификации, распознавания, прогнозирования, классификации, диагностики). При этом мы никогда не можем точно установить принадлежит ли объект классу, но можем лишь высказать *гипотезу* [64] об этом и оценить степень достоверности этой гипотезы (ее релевантности). Поэтому абдукция имеет широкое применение в системах искусственного интеллекта, в т. ч. в системе «Эйдос».

10.3.4. Что включает в себя АСК-анализ?

АСК-анализ Е. В. Луценко представляет собой единственный существующий в настоящее время реально работающий вариант автоматизированного системного анализа. Но, конечно, это совершенно не исключает того, что в будущем, возможно, будут разработаны и другие его варианты.

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 постоянно совершенствуемая автором 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;
- обобщенная и частные математические модели АСК-анализа, основанные на системном обобщении теории информации и других количественных мерах знаний;
- методика численных расчетов, в универсальной форме реализующая математическую модель АСК-анализа на компьютерах, 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) когнитивно-целевая структуризация предметной области;
- 2) формализация предметной области (конструирование классификационных и описательных шкал и градаций и подготовка обучающей выборки);
- 3) синтез системы обобщенных и частных моделей предметной области (в настоящее время система «Эйдос» поддерживает 3 статистические модели и 7 системно-когнитивных моделей);
- 4) оценка достоверности (верификация) системы моделей предметной области;
- 5) повышение достоверности системы моделей, в т. ч. адаптация и пересинтез этих моделей;
- 6) решение задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений;
- 7) исследование объекта моделирования (процесса, явления) путем исследования его моделей: кластерно-конструктивный анализ классов и факторов; содержательное сравнение классов 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).

10.3.5. Суть математической модели АСК-анализа и модели знаний системы «Эйдос»

10.3.5.1. Частные критерии и синтез моделей

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых данных, представленных в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения [22, 65].

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

Непосредственно на основе эмпирических данных рассчитывается матрица абсолютных частот (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица абсолютных частот

		Классы					Сумма
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}	
	...						
	i	N_{i1}		N_{ij}		N_{iW}	$N_{i\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{ij}$
	...						
	M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество Признаков по классу				$N_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^M N_{ij}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$

На ее основе рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 2).

Отметим, что в АСК-анализе и его программном инструментарии интеллектуальной системе «Эйдос» используется два способа расчета матриц условных и безусловных процентных распределений:

1-й способ: в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу;

2-й способ: в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу.

Таблица 2 – Матрица условных и безусловных процентных распределений

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	j	...	w	
Значения факторов	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1w}	
	...						
	i	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		P_{iw}	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{Mw}	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

Затем на основе таблицы 2 с использованием частных критериев, приведенных таблице 3 рассчитываются матрицы системно-когнитивных моделей (таблица 4).

Таблица 3 – Различные аналитические формы частных критериев знаний

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
ABS , матрица абсолютных частот	---	N_{ij}
PRC1 , матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
PRC2 , матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
INF1 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$

<i>j</i> -му классу. Вероятность того, что если у объекта <i>j</i> -го класса обнаружен признак, то это <i>i</i> -й признак		
INF2 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по <i>j</i> -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект <i>j</i> -го класса, то у него будет обнаружен <i>i</i> -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_iN_j}$
INF3 , частный критерий: Хи-квадрат : разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_iN_j}{N}$
INF4 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по <i>j</i> -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
INF5 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по <i>j</i> -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
INF6 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по <i>j</i> -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
INF7 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по <i>j</i> -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Обозначения к таблице 3:

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;

Ψ – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), 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 .

Таблица 4 – Матрица системно-когнитивной модели

		Классы				Значимость фактора	
		I	...	j	...		W
Значения факторов	I	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$\sigma_{1\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{1j} - \bar{I}_1)^2}$
	...						
	i	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
	...						
	M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$\sigma_{M\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{Mj} - \bar{I}_M)^2}$
Степень редукции класса		$\sigma_{\Sigma I}$		$\sigma_{\Sigma j}$		$\sigma_{\Sigma W}$	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

Суть этих методов в том, что вычисляется количество информации в факте наличия или определенной степени выраженности того или иного личностного свойства о том, что обладающий им кандидат будет проявлять определенную степень успешности профессиональной деятельности, работая на той или иной должности. Это позволяет сопоставимо и корректно обрабатывать разнородную информацию о респондентах, полученную с помощью различных тестов и других различных источников [65].

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 4 (отличаются частыми критериями), решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели [1-65].

Для решения этих задач в АСК-анализе и системе «Эйдос» в настоящее время используется два интегральных критерия.

10.3.5.2. Интегральные критерии и решение задач

Задача принятия управляющих решений представляет собой обратную задачу прогнозирования. Если при прогнозировании на основе значений факторов, воздействующих на объект управления, определяется в какое состояние он под их воздействием перейдет, но при принятии решений наоборот, по желательному (целевому) состоянию объекта управления определяется система значений факторов, обуславливающих переход объекта в это целевое состояние.

Не все модели обеспечивают решение обратной задачи прогнозирования. Для этого они должны обеспечивать многопараметрическую типизацию, т.е. создавать обобщенные образы в будущих состояниях объекта управления. Как влияет на поведение объекта управления одно значение фактора отражено в системно-когнитивных моделях. Как влияние система факторов определяется с помощью интегральных критериев. В настоящее время в системе «Эйдос» используется два аддитивных интегральных критерия:

- сумма знаний;
- резонанс знаний.

1-й интегральный критерий «Сумма знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе значений 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:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

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).

2-й 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 и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}),$$

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков);

\bar{I}_j – средняя информативность по вектору класса;

\bar{L} – среднее по вектору объекта;

σ_j – среднее квадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

σ_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.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где } n > 0, \text{ если } i - \text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

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).

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.

Система «Эйдос» обеспечивает построение информационно-измерительных систем в различных предметных областях [1-65]. В системе «Эйдос» реализовано большое количество программных интерфейсов, обеспечивающий автоматизированный ввод в систему данных различных типов: текстовых, табличных и графических.

Путем многопараметрической типизации в системе создается системно-когнитивная модель, с применением которой, если модель окажется достаточно достоверной, могут решаться задачи системной идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его системно-когнитивной модели [1-65].

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и его программного инструментария интеллектуальной системы «Эйдос» в качестве инструментария решения поставленной проблемы.

10.3.5.3. Модель знаний системы «Эйдос»

Модели знаний АСК-анализа основаны на нечеткой декларативной модели представления знаний, предложенной автором в 1979 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;

- от четкой продукционной модели – нечеткими продукциями, 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 объект моделирования.

Суть метода АСК-анализа в том, что он позволяет рассчитать на основе исходных данных какое количество информации содержится в значе-

ниях факторов, обуславливающих переходы объекта моделирования в различные будущие состояния, причем как в желательные, так и в нежелательные [65]¹³.

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.

10.3.6. Какие ученые принимали и сейчас принимают участие в развитии АСК-анализа?

Необходимо отметить, что в развитии различных теоретических основ и практических аспектов АСК-анализа приняли участие многие ученые: д.э.н., к.т.н., проф. Луценко Е. В., Засл. деятель науки РФ, д. т. н., проф. Лойко В. И., к. ф. -м. н., Ph. D., проф., Трунев А. П. (Канада), д.э.н., д. т. н., к. ф. -м. н., проф. Орлов А. И., к.т.н., доц. Коржаков В. Е., д.э.н., проф. Барановская Т. П., д.э.н., к.т.н., проф. Ермоленко В. В., к. пс. н. Наприев И. Л., к. пс. н., доц. Некрасов С. Д., к.т.н., доц. Лаптев В. Н., к. пс. н., доц. Третьяк В. Г., к. пс. н., Шукин Т. Н., д. т. н., проф. Симанков В. С., д.э.н., проф. Ткачев А. Н., д. т. н., проф. Сафронова Т. И., д.э.н., доц. Горпинченко К. Н., к. э. н., доц. Макаревич О. А., к. э. н., доц. Макаревич Л. О., к. м. н. Сергеева Е. В. (Лаптева Е. В.), Бандык Д. К. (Белоруссия), Чердниченко Н. А., к. ф. -м. н. Артемов А. А., д.э.н., проф. Крохмаль В. В., д. т. н., проф. Рябцев В. Г., к.т.н., доц. Марченко А. Ю., д. т. н., проф. Фролов В. Ю., д. ю. н., проф. Швец С. В., Засл. деятель науки Кубани, д. б. н., проф. Трошин Л. П., Засл. изобр. РФ, д. т. н., проф. Серга Г. В., Сергеев А. С., д. б. н., проф. Стрельников В. В. и другие.

10.3.7. Наукометрические показатели ученых, принимающих участие в развитии АСК-анализа

Работы по АСК-анализу вызывают большой интерес у научной общественности. Это подтверждается высокими индексами цитирования этих ученых. Авторы данной монографии имеют следующие наукометрические показатели:

проф. В.И.Лойко: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=18073;

проф. Е.В.Луценко: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162;

проф. А.И.Орлов: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1844.

Профессор В.И.Лойко занимает 17-ю позицию в рейтинге РИНЦ по индексу Хирша (22) среди ученых в области кибернетики и теории управления (из 3353 авторов).

¹³ Вопреки тому, как его поняли некоторые авторы

Профессор Е.В.Луценко занимает 2-ю позицию в рейтинге РИНЦ по индексу Хирша (39) и числу цитирований среди ученых в области кибернетики и теории управления (из 3353 авторов), к которой относится искусственный интеллект.

Профессор А.А.Орлов занимает 5-6 позиции в рейтинге РИНЦ по индексу Хирша (37) и числу цитирований в области математики (из 13259 авторов), 9-ю позицию по числу цитирований в области экономики (из 56519 авторов).

10.3.8. Докторские и кандидатские диссертации защищенные с применением АСК-анализа в различных 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, биологическим, психологическим и медицинским наукам. С применением АСК-анализа проведены исследования и защищены диссертации:

- 5 докторов 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>

К.Н.Горпинченко: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=646>

О.А.Макаревич: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=730>

- 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>

ФИО В стадии выхода на защиту

- 2 доктора биологических наук

Н.Н. Карпун [Nata_Karpun\Disser_dr_Karpun.pdf](#), [Nata_Karpun\Avtoref_dr_Karpun.pdf](#), https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=347344

ФИО В стадии выхода на защиту

- 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>

На текущий момент времени в процессе выполнения и выхода на защиту находится еще несколько диссертаций на соискание ученых степеней кандидатов и докторов экономических, технических и биологических наук.

10.3.9. Сколько грантов РФФИ и РГНФ выполнено и выполняется с применением АСК-анализа?

С применением АСК-анализа с использованием системы "Эйдос" были выполнены (или находятся в процессе выполнения) следующие гранты РФФИ и РГНФ (пронумерованы только одобренные проекты):

РФФИ:

№	Номер проекта	Название проекта	Начало - окончание
	02-01-00035-a	Разработка компьютерных методов изучения эмерджентных свойств плодовых культур с дальнейшим использованием их для оптимизации выращивания	2002 -2004
1	02-05-64234-a	Разработка теории многокритериальной оценки ландшафтных и метеорологических характеристик юга России для увеличения продуктивности плодовых культур на основе создания системы банков данных и компьютерного моделирования.	2002 - 2003
2	03-04-96771-r2003юг_a	Разработка новой методологии районирования сортов сельскохозяйственных культур на основе системного подхода при анализе и математическом прогнозе их жизнеобеспечения и продуктивности	2003 - 2005
3	03-07-96801-r2003юг_в	Создание системы мониторинга, прогнозирования, анализа и поддержки управленческих решений по продуктивности плодовых культур на основе электронных баз данных	2003- 2005
	06-06-96644-r_юг_a	Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом	2006 - 2008
	07-07-13510-офи_ц	Инвестиционное управление АПК на основе методологии системно-когнитивного анализа	2007 - 2008
	08-06-99005-r_офи	Управление в АПК исходя из критерия качества жизни	2008 - 2009
	09-06-13509-офи_ц	Системно-когнитивные основы инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом	2009 - 2010
4	11-06-96508-r_юг_ц	Системно-когнитивные основы инвестиционного управления региональным агропромышленным комплексом	2011 - 2012
	13-07-96507	Принципы создания облачного сервиса по курсу математики с визуализацией понятийного аппарата, процесса доказательств теорем и выполнения практических заданий	2013 - 2014

5	15-06-02569	Когнитивные модели прогнозирования развития многоотраслевой корпорации	2015 - 2017
6	16-06-00114	Разработка интеллектуальной технологии исследования влияния экологических факторов на различные аспекты качества жизни населения региона	2016 – 2018
	15-29-02530	Управление генресурсами семейства Rosaceae и Juglandacea для сохранения и использования биорарнообразия культурных растений на основе информационной системы, включая оцифровку коллекций	2015 - 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 - 2017

РГНФ:

№	Номер проекта	Название проекта	Начало - окончание
1	13-02-00440а	Методологические основы управления экономической устойчивостью перерабатывающего комплекса региона с применением технологий искусственного интеллекта	2013 - 2015
	16-02-00185а	Управление качеством жизни населения региона через объемы и направленность инвестиций в АПК на примере Краснодарского края	2018 – 2018
2	17-02-00064а	Системно-когнитивный анализ в управлении номенклатурой и объемами закупки-реализации продукции в торговой агрофирме	2017 – 2019

10.3.10. Сколько монографий, патентов, публикаций, есть по АСК-анализу?

По проблематике АСК-анализа издано 29 монографий и учебных пособий [4-32] (еще несколько в стадии подготовки к печати), получено 30 патентов на системы искусственного интеллекта, их подсистемы, режимы и приложения [33-62], издано около 250 статей в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm). В одном только Научном журнале КубГАУ (входит в Перечень ВАК РФ с 26-го марта 2010 года) автором АСК-анализа и разработчиком системы «Эйдос» профессором Е.В.Луценко опубликовано: 230 статей, общим объёмом 418,622 у.п.л., в среднем 1,82 у.п.л. на одну статью: (<http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>)¹⁴.

¹⁴

<http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>

Свидетельства Роспатента на систему "Эйдос"



10.3.11. В каких предметных областях уже применялись АСК-анализ и система «Эйдос»?

Анализ приведенных выше грантов, диссертаций и публикаций позволяет констатировать, что АСК-анализ успешно применяется в следующих предметных областях и научных исследованиях:

- 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.

На рисунке ниже представлены использование системы «Эйдос» в различных странах мира, причем довольно много не в России (рисунок 4):

№ п/п	Дата ДД.ММ.ГГ	Время ЧЧ:ММ:СС	IP-адрес	Долгота	Страна	Обл/рф	Регион	Город	Почтовый индекс	Временной пояс	Широта	Долгота	GeoNameId
0	09.12.2016	17:31:18	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
1	09.12.2016	17:31:51	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
2	09.12.2016	17:33:15	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
3	09.12.2016	17:45:53	176.59.52.241	RU	Russia	NOV	Moscow	Moscow	101194	Europe/Moscow	55,7500	38,00	0
4	09.12.2016	17:57:21	213.215.118.194	SK	Slovak Republic	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Europe/Batavia	48,6700	20,00	0
5	09.12.2016	18:43:30	2.95.13.30	RU	Russia	SAM	Samarakaya Oblast'	Samara	443013	Europe/Samara	53,1800	50,00	0
6	09.12.2016	18:58:06	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
7	09.12.2016	18:58:47	71.246.99.47	US	United States	NY	New York	College Point	11356	America/New_York	40,7800	-74,00	0
8	09.12.2016	19:00:16	71.246.99.47	US	United States	NY	New York	College Point	11356	America/New_York	40,7800	-74,00	0
9	09.12.2016	19:00:20	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
10	09.12.2016	19:01:05	71.246.99.47	US	United States	NY	New York	College Point	11356	America/New_York	40,7800	-74,00	0
11	09.12.2016	21:23:15	2.95.13.30	RU	Russia	SAM	Samarakaya Oblast'	Samara	443013	Europe/Samara	53,1800	50,00	0
12	09.12.2016	23:24:39	62.138.2.243	DE	Germany	NW	North Rhine-Westphalia	Boest	47652	Europe/Berlin	51,6500	6,00	0
13	09.12.2016	23:37:09	128.71.142.145	RU	Russia	ARK	Arkhangel'skaya	Unknown	Unknown	Europe/Moscow	64,5600	40,00	0
14	10.12.2016	5:13:19	217.236.124.225	DE	Germany	HH	Hamburg	Hamburg	20099	Europe/Berlin	53,5600	10,00	0
15	10.12.2016	8:56:12	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
16	10.12.2016	9:01:58	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
17	10.12.2016	9:11:11	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
18	10.12.2016	11:19:54	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
19	10.12.2016	16:06:19	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
20	10.12.2016	16:08:05	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
21	10.12.2016	16:24:58	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
22	10.12.2016	19:44:11	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
23	10.12.2016	20:13:01	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
24	10.12.2016	20:13:01	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0

Рисунок 4а. Фрагмент базы данных системы «Эйдос» с информацией о запусках системы «Эйдос» в мире с 12.11.2016 по 02.02.2019

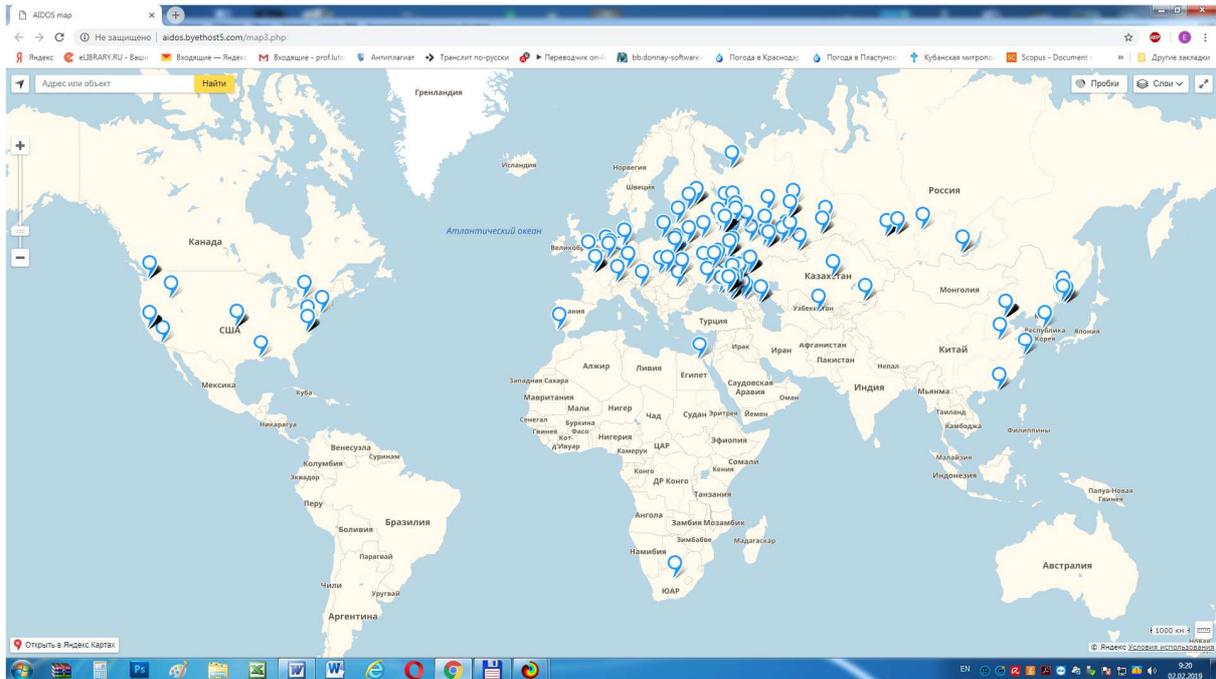


Рисунок 4б. Карта и база данных системы «Эйдос» с информацией о запусках системы «Эйдос» в мире с 09.12.2016 по 02.02.2019

Вместо пояснения по рисунку приведем ниже экранную форму помощи по режиму, обеспечивающему отображение на карте мира и в базе данных информации о запусках системы «Эйдос» (рисунок 5):

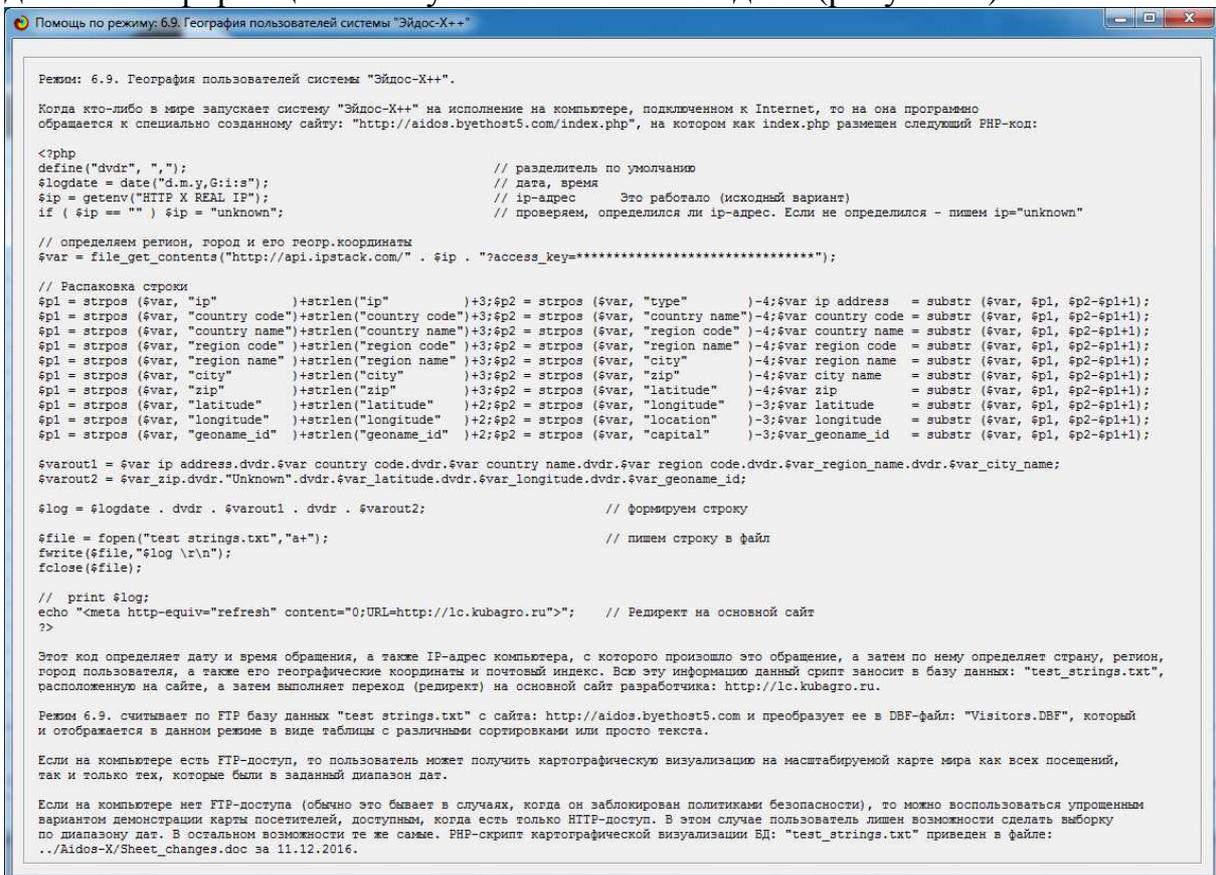


Рисунок 5. Экранная форма Help по режиму 6. 9 системы «Эйдос»:

Исследования по некоторым из перечисленных направлений мы стараемся отразить в данной работе.

Две монографии проф. Е. В. Луценко размещены в библиотеке конгресса США [6, 19]:

– Симанков В. С. , Луценко Е. В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433>.

– 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737>.

10.3.12. В каких областях может применяться АСК-анализ?

По мнению авторов АСК-анализ, как метод искусственного интеллекта, может успешно применяться во всех областях, в которых для решения своих профессиональных задач специалист использует свой естественный интеллект, при этом АСК-анализ выступает в качестве инструмента, многократно увеличивающего возможности естественного интеллекта.

АСК-анализ может применяться во всех предметных областях, где ученый или практики решает свои профессиональные задачи и проблемы, постоянно развивает свои знания, используя новейшие достижения в сфере искусственного интеллекта.

Главный вывод: автоматизированный системно-когнитивный анализу присущи все основные признаки нового перспективного междисциплинарного научного направления в рамках автоматизированного системного анализа.

10.3.13. Internet-ссылки по АСК-анализу

Интернет-ссылки по АСК-анализу лучше всего представлены на сайте проф. Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>. Данный сайт посетило уже более 533000 посетителей с уникальными IP-адресами.

Очень популярным у ученых и учащихся является сайт проф. А.И.Орлова по высоким статистическим технологиям: <http://orlovs.pp.ru/about.php>.

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 308730 прочтений статей.

Страничка проф. В.И.Лойко на сайте Научного журнала КубГАУ: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=10>. В расчете на фамилию автора приходится более 124478 прочтений статей.

Страничка проф. А.И.Орлова на сайте Научного журнала КубГАУ: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=2744>. В расчете на фамилию автора приходится более 87699 прочтений статей.

Таким образом, статьи авторов монографии, опубликованные только в одном Научном журнале КубГАУ прочитаны уже более 520907 читателями.

10.3.14. О плагиаторах, использующих работы по АСК-анализу, находящиеся в Internet в открытом доступе

Все авторы научных работ по АСК-анализу всегда размещали и размещают их в свободном открытом бесплатном доступе, чем не преминули воспользоваться плагиаторы. Лучше всего их деятельность описана в статье «Групповой плагиат: от студента до министра»¹⁵. Чтобы найти многочисленные «труды» плагиаторов, включая диссертации, достаточно в любой поисковой системе Internet сделать запрос, например: «Коэффициенты эмерджентности Хартли, Харкевича, Шеннона», которые автор системной теории информации (СТИ) проф. Е. В. Луценко назвал так в честь этих выдающихся ученых в области теории информации. При этом автор следовал сложившейся научной традиции называть единицы измерения и математические выражения в честь выдающихся ученых (Ом, Джоуль, Ватт, Ньютон, Тесла и т.д). Причем часто *плагиаторы даже не понимают, что сами основоположники и классики теории информации не предлагали этих коэффициентов, а предложены они были в работах проф. Е. В. Луценко [8]*¹⁶. Наверное, поэтому они и не считают нужным делать ссылки и пишут, например:

1. «По Харкевичу коэффициент эмерджентности определяет степень детерминированности ситемы...» (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

¹⁵ 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/grupповојјі-plagiат-от-studenta-do-ministra/> или: <http://trv-science.ru/2011/11/08/grupповојјі-plagiат-от-studenta-do-ministra/print/>

¹⁶ См., также: Луценко Е.В. Подборка публикаций по вопросам системного обобщения математики, теории множеств и теории информации: <http://www.twirpx.com/file/780491/>

плагиаторская деятельность не просто продолжается, а даже набирает обороты.

10.4. Описание открытой масштабируемой интерактивной интеллектуальной on-line среды для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос»

10.4.1. Структура и функции открытой масштабируемой интерактивной интеллектуальной on-line среды «Эйдос»

Основной функцией открытой масштабируемой интерактивной интеллектуальной on-line среды «Эйдос» (ИС «Эйдос») является предоставление разработчикам облачных Эйдос-приложений, их пользователям и учащимся бесплатной возможности обучения интеллектуальным технологиям (на примере АСК-анализа и системы «Эйдос») и их применению в самых различных предметных областях для решения широкого круга задач идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений по управлению сложными системами, и научного исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели.

Структура ИС «Эйдос» обеспечивает поддержку ее основной функции и других обеспечивающих функций и включает два сайта разработчика АСК-анализа и системы «Эйдос», а также саму систему «Эйдос».

Рассмотрим их подробнее, на сколько это возможно в рамках одной статьи.

10.4.2. Сайт проф. Е. В. Луценко

Сайт проф. Е. В. Луценко (<http://lc.kubagro.ru/>) предназначен для бесплатного:

– предоставления всем заинтересованным лицам максимально полной информации по **теоретическим основам** АСК-анализа (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);

– предоставления всем заинтересованным лицам максимально полной информации по **практическому применению** программного инструментария АСК-анализа – интеллектуальной системы «Эйдос» (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm> статьи в открытом доступе по этой проблематике);

– **скачивания** самой системы «Эйдос» со встроенными учебными приложениями и без них, а также обновлений вместе с реальными исходными текстами системы (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>);

– переадресации на другие сайты, содержащие информацию по вышеперечисленным задачам (Научный журнал КубГАУ: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>, образовательный портал: <http://www.twirpx.com/user/858406/files-uploaded/>) и другие.

10.4.2.1. Главная страница

Главная страница сайта имеет адрес: <http://lc.kubagro.ru/> и приведена на рисунке 6:

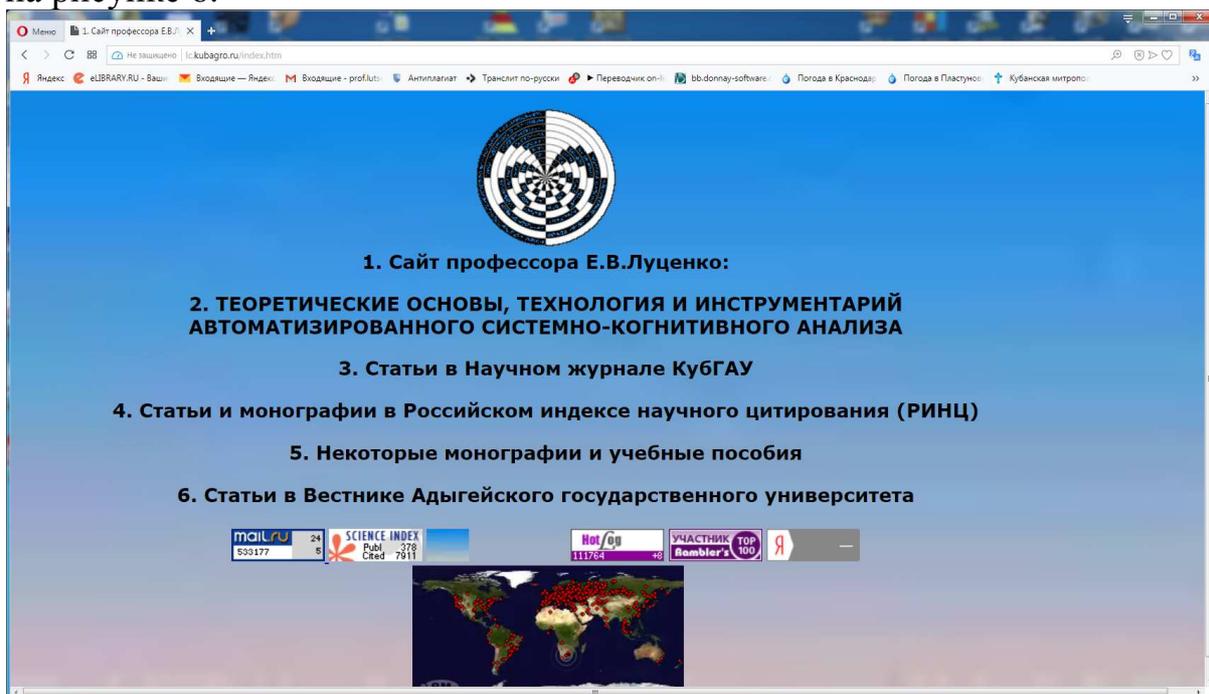


Рисунок 6. Главная страница сайта: <http://lc.kubagro.ru/>

10.4.2.2. Монографии в полном открытом бесплатном доступе

На сайте <http://lc.kubagro.ru/> по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm> в открытом доступе размещено 29 монографий и учебных пособий [4-32], имеющих непосредственное отношение к АСК-анализу и системе «Эйдос»

10.4.2.3. Ссылки на статьи в Научном журнале КубГАУ и материалы на образовательном портале

Статьи в Научном журнале КубГАУ можно почитать по адресу: <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11> на сайте журнала, а также по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm ниже описания структуры системы «Эйдос».

10.4.2.4. Скачивание системы «Эйдос» и обновлений с сайта автора и облачных дисков

Ниже приведена инструкция по скачиванию и установке системы «Эйдос» (объем полной инсталляции около 220 Мб) с сайта разработчика: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm:

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 полную версию системы «Эйдос-X++» (около 220 Мб) с сайта разработчика 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). Компактный вариант: без лабораторных работ, возможности создания новых языковых баз и базы лемматизации: <http://lc.kubagro.ru/a-min.rar> (около 50 Мб). Скачивание самой новой версии системы «Эйдос» из облака. В режиме 1..4 в качестве текущего может быть задан русский язык (по умолчанию) или любой другой (без иероглифов), перевод на который с русского обеспечивает <https://translate.google.ru/>.
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 корневой каталог 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-X.exe`», полностью снимающая с пользователя системы «Эйдос-X++» заботу о проверке наличия и скачивании обновлений. Эту программу надо просто скачать по ссылке: http://lc.kubagro.ru/_START_AIDOS-X.exe, поместить в папку с исполнимым модулем системы и всегда запускать систему с помощью этого файла.

Если библиотеки (*.DLL) системы «Эйдос-X++» расположены в папке, на которую прописан путь поиска (скачиваются по п.1), то вместо выполнения пунктов 1,2,3 можно просто запускать файл: «`__START_AIDOS-X.exe`» и он сам все скачает, развернет и даже запустит систему «Эйдос-X++». Кроме того, этот модуль подсчитывает контрольную сумму исполнимого модуля системы «Эйдос» `__AIDOS-X.exe`, и если, ее нет в текущей папке системы, то записывает ее (в виде файла: `(c:\Aidos-X\CheckSum.txt)`), а если есть, то сравнивает их. Если эти суммы совпадают, то просто запускается скачивание обновлений системы (если они есть), а если контрольные суммы не совпадают, то выдается сообщение о том, что исполнимый модуль системы несанкционированно модифицирован (скорее всего вирусами) и ее работоспособность не гарантируется.

При запуске программы `__START_AIDOS-X.exe` система «Эйдос-X++» 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-X.exe` определяет дату исполнимого модуля системы «Эйдос» в текущей папке: `__AIDOS-X.exe` и дату обновлений на FTP-сервере разработчика **не скачивая их**, и, если исполнимый модуль системы «Эйдос» в текущей папке устарел, то скачивает минимальные обновления [Downloads.exe](#) объемом около 10 Мб. Если же в текущей папке вообще нет исполнимого модуля системы «Эйдос»:

__AIDOS-X.exe, то программа __**START_AIDOS-X.exe** скачивает полную инсталляцию системы «Эйдос» объемом около 217 Мб в виде самораспаковывающегося архива [Update.exe](#).

2. После завершения процесса скачивания появляется диалоговое окно с сообщением, что надо **сначала** разархивировать систему, заменяя все файлы (опция: «Yes to All» или «OverWrite All»), и только **затем** закрыть данное окно.

3. Потом программа __**START_AIDOS-X.exe** запускает скачанные 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.

5. Если Вы собираетесь работать с текстами, то необходимо скачать базу данных для лемматизации “Lemma.DBF” по ссылке: <http://lc.kubagro.ru/Lemma.rar> и разархивировать ее в папку с системой «Эйдос-X++» (архив имеет размер около 10 Мб, сама база около 217 Мб). База для лемматизации сделана на основе словаря Зализняка и статьи: <https://habrahabr.ru/company/realweb/blog/265375/> Сейчас эта база входит в комплект поставки. Если Вы не собираетесь работать с текстами, то эта база не нужна и можно удалить ее и индексный массив Lemma.ntx из директории с системой. На работу остальных функций системы это не повлияет, а размер директории с системой заметно сократится.

Примечания:

1. Если __**START_AIDOS-X.exe** запускается в папке с уже ранее установленной системой устаревшей версии, то при разархивировании будут возникать конфликты при попытке разархивирования библиотек (DLL-файлов), которые используются самим модулем __**START_AIDOS-X.exe**. Поэтому, если мы хотим их обновить, надо выйти из этого модуля и разархивировать скачанный архив **Update.exe**, запустив его вручную. Если этого не делать, то просто останутся предыдущие версии библиотек. Так что достаточно один раз сделать это вручную или поместить библиотеки в папку, на которую прописан путь доступа.

2. Если Вам не нужны лабораторные работы, то можно удалить папку: ..\Aidos-X\AID_DATA\LabWorks\. На работу остальных функций системы это не повлияет, а размер директории с системой заметно сократится.

Лицензия:

Автор отказывается от какой бы то ни было ответственности за Ваш выбор или не выбор системы «Эйдос» и последствия применения или не применения Вами системы «Эйдос».

Проще говоря, пользуйтесь если понравилось, а если не понравилось – не пользуйтесь: решайте сами и сами же несите ответственность за Ваше решение.

PS

1. Еще считаю важным отметить, что система «Эйдос-X++» 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).

2. [Персональная открытая масштабируемая мультязычная интерактивная интеллек-](#)

[туальная on-line среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос»](#)

3. Картографическая визуализация мест расположения пользователей, запустивших систему «Эйдос»: <http://aidos.byethost5.com/map3.php> (уникальные IP-адреса, только метки), <http://aidos.byethost5.com/map4.php> (уникальные IP-адреса, метки с надписями), <http://aidos.byethost5.com/map5.php> (все IP-адреса, кластеры).

В режиме 6.9. системы «Эйдос» эта визуализация доступна в виде базы данных, а также на карте все посещения или запуски в заданном диапазоне дат. Но для работы этого режима необходимо, что на компьютере не был заблокирован FTP.

В упрощенном (текстовом) виде без фильтра по датам базу посещений можно посмотреть по ссылке: http://aidos.byethost5.com/test_strings.txt

10.4.3. Интеллектуальная система «Эйдос» (функции и структура)

Структура и функции универсальной когнитивной аналитической системы "Эйдос-X++" версии от 26.12.2018 (показана глубина диалога главного меню, т.е. без меню, кнопок и переключателей на экранных формах)

'1. Администрирование' 'Подсистема администрирования'

'1.1. Авторизация ' F1_1() 'Авторизация сисадмина, администратора приложения или пользователя'

'1.2. Регистрация администратора приложения ' F1_2() 'Регистрация и удаление регистрации администраторов приложений и задание паролей пользователей. Этот режим доступен только системному администратору и администраторам приложений.'

'1.3. Диспетчер приложений ' F1_3() 'Это подсистема администрирования приложений. Она предназначена для создания новых приложений, как пустых, так и на основе учебных примеров (лабораторных работ), имеющихся в системе, а также для выбора приложения для работы из уже имеющихся и удаления приложения. Выбор приложения для работы осуществляется путем отметки его любым символом. Удалять любые приложения разрешается только сисадмину, а Администратору приложений - только те, которые он сам создал.'

'1.4. Multi-language support' F1_4() 'Данный режим обеспечивает: 1) задание текущего языка интерфейса (по умолчанию - русский); 2) корректировку локальной языковой базы данных по текущему языку (улучшение перевода); 3) объединение локальных и облачных языковых баз данных'

'1.5. Задание путей на папки с группами приложений' F1_5() 'Папки с различными группами приложениями могут быть на локальном компьютере, в локальной сети или в Internet. Пути на них задаются сисадмином при инсталляции системы и могут быть изменены им когда угодно. Один из этих путей, а именно первый из отмеченный специальных символов, считается текущим и используется при СОЗДАНИИ приложений в диспетчере приложений 1.3, а в последующем при запуске приложений на исполнение пути берутся уже из БД диспетчера приложений'

'1.6. Задание цветовой схемы главного меню ' F1_6() 'Задается по умолчанию если в папке с системой нет файла: ColorSch.arx при инсталляции системы, но может быть изменена когда угодно сисадмином'

'1.7. Задание размера главного окна в пикселях ' F1_7() 'Задается по умолчанию 1024 x 769 если в папке с системой нет файла: _MainWind.arx при инсталляции системы, но может быть изменена когда угодно сисадмином'

'1.8. Задание градиентных фонов главного окна ' F1_8() 'Градиентные фоны главного окна задаются по умолчанию при инсталляции системы, но могут быть изменены когда угодно сисадмином'

'1.9. Прописывание путей по фактическому положению' F1_9() 'Доступно только сисадмину. Определяет фактическое месторасположение системы и приложений и прописывает пути на них в БД: PathGrAp.DBF и Appls.dbf, а также восстанавливает имена приложений в Appls.dbf на данные им при их создании'

'1.10. Экспериментальная графика Роджера ' DC_Graph()Графика Роджера. Операции с графикой на основе манипулирования массивами. Определение характеристик пикселей.'

'1.11. Локализация и инициализация (сброс) системы' F1_11() 'Доступно только сисадмину. Прописывает все пути по фактическому месторасположению системы, пересоздает общесистемные базы данных, удаляет все приложения и всех пользователей. Определяет фактическое месторасположение системы и приложений, удаляет все директории приложений с поддиректориями и всеми файлами в них, а затем прописывает все пути на них по фактическому месторасположению, т.е. пересоздает и переиндексирует БД: PathGrAp.DBF, Appls.dbf и Users.dbf'

'1.12. Режим специального назначения ' F1_12() 'Комментарий: "Без комментариев"'

'2. Формализация предметной области' 'Разработка классификационных и описательных шкал и градаций и формирование обучающей выборки'

'2.1. Классификационные шкалы и градации ' F2_1("Close") 'Ручной ввод-корректировка классификационных шкал и градаций'

'2.2. Описательные шкалы и градации ' F2_2("Close") 'Ручной ввод-корректировка описательных шкал и градаций'

'2.3. Ввод обучающей выборки' "

'2.3.1. Ручной ввод-корректировка обучающей выборки ' F2_3_1()'

'2.4. Просмотр эвентологических баз данных ' F2_4() 'Просмотр эвентологических баз данных (баз событий), в которых исходные данные закодированы с помощью классификационных и описательных шкал и градаций и представлены в форме кодов событий, между которыми существуют причинно-следственные связи'

'2.3.2. Программные интерфейсы с внешними базами данных' 'Автоматизированная формализация предметной области'

'2.3.2.1. Импорт данных из текстовых файлов ' F2_3_2_1() 'Универсальный программный интерфейс ввода данных из TXT, DOC и Internet (HTML) файлов неограниченного объема. Атрибуция текстов, АСК-анализ мемов'

'2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему' F2_3_2_2("") 'Режим представляет собой УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ИМПОРТА ДАННЫХ В СИСТЕМУ "ЭЙДОС-Х". Данный программный интерфейс обеспечивает автоматическое формирование классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки на основе XLS, XLSX или DBF-файла с исходными данными стандарта, описанного в Help режима. Кроме того он обеспечивает автоматический ввод распознаваемой выборки из внешней базы данных. В этом режиме может быть до 1000000 объектов обучающей выборки до 1500 шкал.'

'2.3.2.3. Импорт данных из транспонированных внешних баз данных ' F2_3_2_3() 'Режим представляет собой ПРОГРАММНЫЙ ИНТЕРФЕЙС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ИМПОРТА ДАННЫХ В СИСТЕМУ "ЭЙДОС-Х". Данный программный интерфейс обеспечивает автоматическое формирование классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки на основе XLS, XLSX или DBF-файла с исходными данными стандарта, описанного в Help режима стандарта, представляющего собой ТРАНСПОНИРОВАННЫЙ файл стандарта режима 2.3.2.2. Кроме того он обеспечивает автоматический ввод распознаваемой выборки из внешней базы данных. В этом режиме может быть до 1000000 шкал и до 1500 объектов обучающей выборки.'

'2.3.2.4. Оцифровка изображений по внешним контурам ' F2324ok() 'Данный режим обеспечивает оцифровку изображений по внешним контурам, т.е. кодирование и ввод в систему "Эйдос" изображений и формирование файла исходных данных

и не идентифицированных, ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов (ошибки 1-го и 2-го рода)'

'3.5. Синтез и верификация заданных из 10 моделей' F3_5(.Т.)'Оценивается достоверность (адекватность) заданных стат.моделей и моделей знаний. Для этого осуществляется синтез заданных моделей, обучающая выборка копируется в распознаваемую и в каждой заданной модели проводится распознавание с использованием двух интегральных критериев, подсчитывается количество верно идентифицированных и не идентифицированных, ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов (ошибки 1-го и 2-го рода)'

'3.6. Синтез и верификация заданной группы моделей' Razrab() 'В различных приложениях текущей группы приложений создаются и верифицируются модели: Abs, Prc1, Prc2, Inf1~Prc1, Inf2~Prc2, Inf3-хи-квадрат, Inf4-roi~Prc1, Inf5-roi~Prc2, Inf6-Dp~Prc1, Inf7-Dp~Prc2 с фиксированными и адаптивными интервалами со сценариями и без и для каждого класса определяется модель, в которой его идентификация осуществляется наиболее достоверно'

'3.7. Повышение качества модели' ' '

'3.7.1. Поиск и удаление артефактов (робастная процедура) ' F3_7_1()'Строится частотное распределение абсолютных частот встреч признаков в классах по матрице сопряженности Abs.dbf и пользователю предоставляется возможность удалить редко встречающиеся факты (сочетания), как случайные выбросы или артефакты. Для работы профессиональной графики нужна MS Windows 7 или выше'

'3.7.2. Значимость классификационных шкал ' Razrab()'В данном режиме классификационные шкалы ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. средней значимости их градаций, т.е. классов'

'3.7.3. Значимость градаций классификационных шкал (классов)' Razrab()'В данном режиме все градации классификационных шкал (классы) ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. варибельности значений частных критериев статистических баз и баз знаний'

'3.7.4. Значимость описательных шкал ' F3_7_4()'В данном режиме описательные шкалы ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. средней значимости их градаций, т.е. признаков'

'3.7.5. Значимость градаций описательных шкал (признаков) ' F3_7_5()'В данном режиме все градации описательных шкал (признаки) ранжируются в порядке убывания значимости, т.е. варибельности значений частных критериев статистических баз и баз знаний'

'3.7.6. Разделение классов на типичную и нетипичную части ' F3_7_6()'Из файла исходных данных "Inp_data.dbf" стандарта программного интерфейса 2.3.2.2 либо удаляются объекты обучающей выборки, которые привели к ошибкам неидентификации или ложной идентификации, либо для таких объектов создаются новые классы. В данном режиме используются результаты распознавания.'

'3.7.7. Генерация подсистем классов и докод.об.и расп.выб. ' F3_7_7()'На основе сочетания классов по 2, 3, N формируются подсистемы классов, которые добавляются в качестве градаций в классификационные шкалы подсистем классов и в объекты обучающей и распознаваемой выборки'

'3.7.8. Генерация подсистем признаков и докод.об.и расп.выб.' F3_7_8()'На основе сочетания признаков по 2, 3, N формируются подсистемы признаков, которые добавляются в качестве градаций в описательные шкалы подсистем признаков и в объекты обучающей и распознаваемой выборки'

'4. Решение задач с применением модели' 'Применение модели для решения задач идентификации (расознавания), прогнозирования и поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также для исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели'

'4.1. Идентификация и прогнозирование' ' '

'4.1.1. Ручной ввод-корректировка распознаваемой выборки' F4_1_1() ' '

'4.1.2. Пакетное распознавание в текущей модели'
F4_1_2(0,Т.,"4_1_2")'Распознаются по очереди все объекты распознаваемой выборки в стат.модели или базе знаний, заданной текущей в режиме 3.3 или 5.6.'

'4.1.3. Вывод результатов распознавания' ''

'4.1.3.1. Подробно наглядно: "Объект - классы" ' F4_1_3_1()'Визуализация результатов распознавания в подробной наглядной форме в отношении: "Один объект - много классов" с двумя интегральными критериями сходства между конкретным образом распознаваемого объекта и обобщенными образами классов: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний"

'4.1.3.2. Подробно наглядно: "Класс - объекты" ' F4_1_3_2()'Визуализация результатов распознавания в подробной наглядной форме в отношении: "Один класс - много объектов" с двумя интегральными критериями сходства между конкретным образом распознаваемого объекта и обобщенными образами классов: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний"

'4.1.3.3. Итоги наглядно: "Объект - класс" ' F4_1_3_3()'Отображение итоговых результатов распознавания в наглядной форме: отображаются пары: "Объект-класс" у которых наибольшее сходство по двум интегральным критериям сходства: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний". Приводится информация о фактической принадлежности объекта к классу.'

'4.1.3.4. Итоги наглядно: "Класс - объект" ' F4_1_3_4()'Отображение итоговых результатов распознавания в наглядной форме: отображаются пары: "Класс-объект" у которых наибольшее сходство по двум интегральным критериям сходства: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний". Приводится информация о фактической принадлежности объекта к классу.'

'4.1.3.5. Подробно сжато: "Объекты - классы" F4_1_3_5()'В подробной сжатой (числовой) форме приводится информация об уровне сходства всех объектов со всеми классами по двум интегральным критериям сходства: "Семантический резонанс знаний" и "Сумма знаний", а также о фактической принадлежности объекта к классу.'

'4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разных интегральных крит.' 'Отображаются обобщенные результаты измерения достоверности идентификации по всем моделям и интегральным критериям из БД: Dost_mod.DBF. 'Отображаются частотные распределения уровней сходства верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных объектов при разных моделях и интегральных критериях'

'4.1.3.7. Обобщ.стат.анализ результатов идент. по моделям и инт.крит.' 'Отображаются результаты обобщенного стат.анализа достоверности идентификации по всем моделям и интегральным критериям из БД: VerModClsIT.dbf. 'Отображаются частотные распределения уровней сходства верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных объектов при разных моделях и интегральных критериях '

'4.1.3.8. Стат.анализ результ. идент. по классам, моделям и инт.крит.' 'Отображаются результаты стат.анализа достоверности идентификации по всем классам, моделям и интегральным критериям из БД: VerModCls.dbf'

'4.1.3.9. Достоверность идент.объектов при разных моделях и инт.крит.' 'Отображается достоверность идентификации объектов по классам (F-мера Ван Ризбергена) в разрезе по объектам при разных моделях (т.е. разных частных критериях) и при разных интегральных критериях из БД: Dost_clsF.dbf. Позволяет удалять из обучающей выборки плохо распознаваемые объекты.'

'4.1.3.10.Достоверность идент.классов при разных моделях и инт.крит.' 'Отображается достоверность идентификации объектов по классам (F-мера Ван Ризбергена) в разрезе по классам при разных моделях (т.е. разных частных критериях) и при разных интегральных критериях из БД: Dost_clsF.dbf'

'4.1.3.11.Объединение в одной БД строк по самым достоверным моделям ' 'Объединение в одной БД "AddData.dbf" строк по наиболее достоверным моделям из Dost_modCls, формируемых в режиме 4.1.3.6.'

'4.1.4. Пакетное распознавание в заданной группе моделей'
Razrab()'Распознаются по очереди все объекты распознаваемой выборки в

стат. модели или базе знаний, заданной текущей, в всех моделях заданной группы моделей'

'4.1.5. Докодирование сочетаний признаков в распознаваемой выборке' Razrab()'

'4.1.6. Рациональное назначение объектов на классы (задача о ранце)'

F4_1_6()'Управление персоналом на основе АСК-анализа и функционально-стоимостного анализа (задача о назначениях)'

'4.1.7. Интерактивная идентификация - последовательный анализ Вальда'

Razrab()'

'4.1.8. Мультираспознавание (пакетное распознавание во всех моделях)'

Razrab()'При идентификации объекта распознаваемой выборки с каждым классом он сравнивается в той модели, в которой этот класс распознается наиболее достоверно, как в системе "Эйдос-астра"

'4.1.9. Подготовка результатов распознавания для <http://kaggle.com> ') F4_1_9()

'Подготовка результатов распознавания в форме CSV-файлов в стандарте <http://kaggle.com>. Данный режим предполагает, что: 1) в модели 2 класса; 2) результаты распознавания во всех моделях уже получены в режиме 3.5'

'4.2. Типология классов и принятие решений' "

'4.2.1. Информационные портреты классов' F4_2_1()'Решение обратной задачи прогнозирования: выработка управляющих решений. Если при прогнозировании на основе значений факторов оценивается в какое будущее состояние перейдет объект управления, то при решении обратной задачи, наоборот, по заданному целевому будущему состоянию объекта управления определяется такая система значений факторов, которая в наибольшей степени обуславливает переход в это состояние'

'4.2.2. Кластерный и конструктивный анализ классов' ''

'4.2.2.1. Расчет матриц сходства, кластеров и конструкторов ' F4_2_2_1()''

'4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа ' F4_2_2_2()'Состояния, соответствующие классам, расположенные около одного полюса конструктора, достижимы одновременно, т.к. имеют сходную систему детерминации, а находящиеся около противоположных полюсов конструктора являются альтернативными, т.е. одновременно недостижимы.'

'4.2.2.3. Агломеративная древовидная кластеризация классов' F4_2_2_3(), 'Когнитивная кластеризация, путем объединения пар классов в матрице абсолютных частот и пересчет матриц условных и безусловных процентных распределений и системно-когнитивных моделей. Построение и визуализация древовидных диаграмм объединения классов (дендрограмм) в графическом виде'

'4.2.2.4. Дивизивная древовидная кластеризация классов' F3_7_6() 'Кластеризация, путем разделения классов на типичную и нетипичную части пока реализована в упрощенной форме (по сравнению с DOS-версией системы "Эйдос". Из файла исходных данных "Inp_data.dbf" стандарта программного интерфейса 2.3.2.2 либо удаляются объекты обучающей выборки, которые привели к ошибкам неидентификации или ложной идентификации, либо для таких объектов создаются новые классы. В данном режиме используются результаты распознавания.)' .'

'4.2.3. Когнитивные диаграммы классов' F4_2_3()'Данный режим показывает в наглядной графической форме какими признаками сходны и какими отличаются друг от друга заданные классы'

'4.3. Типологический анализ признаков' "

'4.3.1. Информационные портреты признаков' F4_3_1()'Семантический (смысловой) портрет признака или значения фактора, т.е. количественная характеристика силы и направления его влияния на поведение объекта управления'

'4.3.2. Кластерный и конструктивный анализ признаков'

'4.3.2.1. Расчет матриц сходства, кластеров и конструкторов ' F4_3_2_1()''

'4.3.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа ' F4_3_2_2()'Признаки или градации факторов, расположенные около одного полюса конструктора, оказывают сходное влияние на объект управления, т.е. на его принадлежность к классам или его переход в состояния, соответствующие классам и могут быть заменены одни другими,

а находящиеся около противоположных полюсов конструкта оказывают сильно отличающееся влияние на объект управления и не могут быть заменены одни другими.'

'4.3.2.3. Агломеративная древовидная кластеризация признаков' F4_3_2_3(), 'Когнитивная кластеризация, путем объединения пар признаков в матрице абсолютных частот и пересчет матриц условных и безусловных процентных распределений и системно-когнитивных моделей. Построение и визуализация древовидных диаграмм объединения признаков (дендрограмм) в графическом виде'

'4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков' F4_3_3() 'Данный режим показывает в наглядной графической форме какими классами сходны и какими отличаются друг от друга заданные признаки'

'4.4. Исследование предметной области путем исследования ее модели' ' '

'4.4.1. Оценка достоверности обучающей выборки ' Razrab() 'Выявление объектов с нарушенными корреляциями между классами и признаками. Выявление очень сходных друг с другом объектов обучающей выборки'

'4.4.2. Оценка достоверности распознаваемой выборки ' Razrab() 'Выявление очень сходных друг с другом объектов распознаваемой выборки'

'4.4.3. Измерение адекватности 3 стат.моделей и 7 моделей знаний ' Razrab() 'Любой заданной или всех'

'4.4.4. Измерение сходимости и устойчивости 10 моделей ' Razrab() ' '

'4.4.5. Зависимость достоверности моделей от объема обучающей выборки ' Razrab() ' '

'4.4.6. Измерение независимости классов и признаков (анализ хи-квадрат) ' Razrab() ' '

'4.4.7. Графические профили классов и признаков ' Razrab() ' ' '

'4.4.8. Количественный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа ' F4_4_8() 'АСК-анализ обеспечивает построение SWOT-матрицы (модели) для заданного класса с указанием силы влияния способствующих и препятствующих факторов непосредственно на основе эмпирических данных и поэтому является инструментом автоматизированного количественного SWOT-анализа (прямая задача SWOT-анализа). Классы интерпретируются как целевые и нежелательные состояния фирмы, факторы делятся на внутренние, технологические, описывающие фирму, и внешние, характеризующие окружающую среду, а количество информации, содержащееся в значении фактора, рассматривается как сила и направление его влияния на переход фирмы в те или иные будущие состояния'

'4.4.9. Количественный SWOT-анализ факторов средствами АСК-анализа ' F4_4_9() 'АСК-анализ обеспечивает построение количественной SWOT-матрицы (модели) для заданного значения фактора с указанием степени, в которой он способствует или препятствует переходу объекта управления в различные будущие состояния, соответствующие классам (обратная задача SWOT-анализа). Эта модель строится непосредственно на основе эмпирических данных и поэтому АСК-анализ может рассматриваться как инструмент автоматизированного количественного SWOT-анализа. Факторы делятся на внутренние, технологические, описывающие саму фирму, и внешние, характеризующие окружающую среду'

'4.4.10. Графическое отображение нелокальных нейронов ' F4_4_10() 'Нелокальный нейрон отражает силу и знак влияния значений факторов (рецепторов-признаков) на активацию или торможение нейрона, т.е. на принадлежность или не принадлежность объекта с этими признаками к классу, соответствующему данному нейрону'

'4.4.11. Отображение Паретто-подмножеств нелокальной нейронной сети' F4_4_11('NeuroNet') 'В этом режиме изображается вместе сразу несколько нелокальных нейронов, которые в режиме 4.4.10 изображались по одному, т.е. Паретто-подмножество нелокальной нейронной сети'

'4.4.12. Классические и интегральные когнитивные карты ' F4_4_11('IntCognMaps') 'Это нелокальная нейронная сеть с указанием не только связей между значениями факторов и классов (как в режиме 4.4.11), но и с корреляциями между классами (как в режиме 4.2.2), и корреляциями между значениями факторов (как в режиме 4.3.2)'

'4.5. Визуализация когнитивных функций: текущее приложение, разные модели' F4_5() 'В данном режиме осуществляется визуализация и запись когнитивных функций, созданных в текущем приложении на основе различных стат.моделей и моделей знаний'

'4.6. Подготовка баз данных для визуализация когнитивных функций в Excel ' F4_6() 'Данный режим готовит базы данных для визуализации в MS Excel прямых и обратных, позитивных и негативных точечных и средневзвешенных редуцированных когнитивных функций, созданных на основе различных стат.моделей и моделей знаний'

'4.7. АСК-анализ изображений по пикселям, спектрам и контурам' F4_7() 'Данный режим обеспечивает АСК-анализ изображений, как сгенерированных в учебных целях, так и внешних для системы "Эйдос-Х++", относящихся к какой-либо предметной области. АСК-анализ изображений возможен: по пикселям, спектру, по внешним контурам, по внутренним и внешним контурам (в разработке). Кроме того в данном режиме по кнопке "Формирование облака точек" возможна визуализация когнитивных функций, аналогично режимам 4.5 и 4.6. Данный режим интегрирован с Геокогнитивной подсистемой системы "Эйдос" (режим 4.8.)'

'4.8. Геокогнитивная подсистема ' F4_8() 'Обеспечивает восстановление значений функций по признакам аргумента. Преобразует 2D Excel-таблицу с именем "Inp_mar.xls" в файл исходных данных "Inp_data.dbf", содержащий координаты X,Y,Z точек и их признаки (модель описательной информации картографической базы данных). Визуализирует исходные данные из БД "Inp_data.dbf" или итоговые результаты распознавания из БД: "Rsp_it.dbf" в картографической форме (сетка и градиентная заливка цветом) с применением триангуляции Делоне. Обеспечивает пакетный ввод и оконтуривание изображений и формирование соответствующих файлов "Inp_data" и др. для создания и применения модели, созданной на основе этих изображений. Режим интегрирован с 4.7.'

'5. Сервис' 'Конвертирование, печать и сохранение модели, пересоздание и переиндексация всех баз данных'

'5.1. Конвертер приложения OLD => NEW' F5_1() 'Преобразование модели из стандарта БД системы Эйдос-12.5 в стандарт Эйдос-Х++. Для конвертирования старого приложения надо скопировать в папку: <OldAppls> файлы: Object.Dbf, Priz_Ob.Dbf, Priz_Per.Dbf, Priz_Per.Dbt, Obinfzag.Dbf, Obinfkpr.Dbf'

'5.2. Конвертер приложения NEW => OLD' F5_2() 'Преобразование модели из стандарта БД системы Эйдос-Х++ в стандарт Эйдос-12.5 в папку OldAppls. Все файлы из этой папки надо скопировать в текущую папку системы "Эйдос-12.5", выполнить режимы 7.2 и 2.3.5'

'5.3. Конвертер всех PCX (BMP) в GIF ' Razrab()'

'5.4. Конвер. результатов расп.для SigmaPlot' F5_4() 'Конвертирует результаты распознавания, т.е. БД Rasp.dbf в параметрическую форму в стиле: "X, Y, Z", удобную для картографической визуализации в системе SigmaPlot. Это возможно, если предварительно были выполнены режимы 3.7.7 и 3.4(3.5.) и 4.1.2.'

'5.5. Просмотр основных БД всех моделей' F5_5() 'Обеспечивает просмотр и экспорт в Excel основных баз данных всех статистических моделей: Abs, Prc1, Prc2 и моделей знаний: Inf1~Prc1, Inf2~Prc2, Inf3-хи-квадрат, Inf4-roi~Prc1, Inf5-roi~Prc2, Inf6-Dp~Prc1, Inf7-Dp~Prc2'

'5.6. Выбрать модель и сделать ее текущей' F5_6(4,.Т., "MainMenu")'Данная функция позволяет выбрать среди ранее рассчитанных в 3-й подсистеме статистических баз Abs, Prc1, Prc2 и моделей знаний INF#, текущую модель для решения в 4-й подсистеме задач идентификации, прогнозирования, притяжения решений и исследования предметной области путем исследования ее модели'

'5.7. Переиндексация всех баз данных' F5_7() 'Заново создаются все необходимые для работы системы индексные массивы общесистемных баз данных (находящихся в папке с исполнимым модулем системы), а также баз данных текущего приложения, необходимые для работы с ним'

'5.8. Сохранение основных баз данных модели' Razrab()'

'5.9. Восстановление модели из основных БД' Razrab()' '

'5.10. Выгрузка исходных данных в "Inp_data" F5_10() 'Данный режим выполняет функцию, обратную универсальному программному интерфейсу с внешними базами данных 2.3.2.2(), т.е. не вводит исходные данные в систему, а наоборот, формирует на основе исходных данных файлы: Inp_data.dbf и Inp_data.txt, на основе которых в режиме 2.3.2.2() можно сформировать эту же модель'

'5.11. Внешнее управление системой "Эйдос" F5_11() 'Данный режим обеспечивает управление системой "Эйдос" в реальном времени со стороны внешней программы путем задания ею последовательности функций системы "Эйдос" для исполнения (по сути программы, написанной на языке "Эйдос") в специальной базе данных: "ExternalControl.dbf" и программного контроля их исполнения'

'5.12. Печать структур всех баз данных' F5_12() 'Распечатка структур (даталогических моделей) всех баз данных текущего приложения'

'5.13. Редактирование БД лемматизации' F5_13() 'Ввод-корректировка базы данных лемматизации: "Lemma.dbf"'

'5.14. On-line HELP по лабораторным работам' F5_14() 'On-line описания лабораторных работ (статьи и с сайта автора: <http://c.kubagro.ru/>), а также пояснения по смыслу частных и интегральных критериев'

'5.15. Локальные HELP по режимам системы' F5_15() 'Локальные пояснения по режимам системы "Эйдос", входящие в ее исполнимый модуль'

'5.16. Минимизация инсталляции системы' F5_16() '5.16. Минимизация инсталляции системы. Удаление из текущей инсталляции системы локальных лабораторных работ, базы лемматизации, всех языковых баз, кроме текущей, а также SygWin, обеспечивающей on-line генерацию языковых баз. В результате минимизации системы архив папки с системой получается уже не более 220Мб, а около 40Мб. Ранее установленные приложения не затрагиваются. Для удаления приложений служит режим 1.11.'

'6. О системе' "

'6.1. Информация о системе, разработчике и средствах разработки' F6_1() ' '

'6.2. Ссылки на патенты, документацию и текущую версию системы' F6_2() 'Internet-ссылки на патенты, монографии, учебные пособия, научные статьи и самую новую (на текущий момент) версию системы "Эйдос-Х++", а также полный комплект документации на нее одним файлом"

'6.3. Карта системы (дерево диалога)' Razrab()' '

'6.4. Порядок преобразования данных в информацию, а ее в знания' F6_4() 'В режиме раскрывается соотношение содержания понятий: "Данные", "Информация" и "Знания", а также последовательность преобразования данных в информацию, а ее в знания в системе "Эйдос-Х++" с указанием имен баз данных и ссылками на основные публикации по этим вопросам'

'6.5. Графическая заставка системы "Эйдос-12.5" ' F6_5() ' '

'6.6. Roger Donnay, Professional Developer, Developer eXPress++' F6_6() 'Roger Donnay, профессиональный разработчик программного обеспечения, разработчик высокоэффективной инструментальной системы программирования eXPress++, широко использованной при создании системы "Эйдос-Х++". Roger Donnay, Professional Developer, Developer eXPress++'

'6.7. Логотипы мультимodelей' F6_7() ' '

'6.8. Свидетельство РосПатента РФ на систему "Эйдос-Х++" ' F6_8() ' '

'6.9. География пользователей системы "Эйдос-Х++" F6_9() 'Когда кто-либо в мире запускает систему "Эйдос-Х++" на исполнение на компьютере, подключенном к Internet, то она программно обращается к специально созданному сайту, на котором размещен PHP-код, определяющий дату и время обращения, а также IP-адрес компьютера, с которого произошло это обращение, и по нему определяет страну, регион и город пользователя. Вся эта информация отображается в текстовой, табличной и картографической форме'

'7. Выход' F7()'Закрывает все базы данных и корректно выйти из системы'

Необходимо отметить, что все эти режимы, за исключением подсистемы администрирования и диспетчера приложений, были реализованы в предыдущей версии системы «Эйдос» и системах окружения. В текущей версии системы «Эйдос-X++» пока реализованы не все режимы системы «Эйдос», версии 12.5 (это последняя версия системы «Эйдос» под MS DOS от июня 2012 года). Такие режимы отмечены как разрабатываемые; Razrab()).

Система непрерывно совершенствуется автором.

10.4.4. Локальные встроенные учебные Эйдос-приложения

Система «Эйдос» имеет 31 встроенное учебное приложение (лабораторную работу), которые можно использовать для освоения системы «Эйдос» без наличия Internet на компьютере пользователя. Эти приложения находятся в архивах полной инсталляции системы, которые скачиваются по приведенным выше ссылкам.

На рисунке 7 приведен перечень встроенных локальных лабораторных работ:

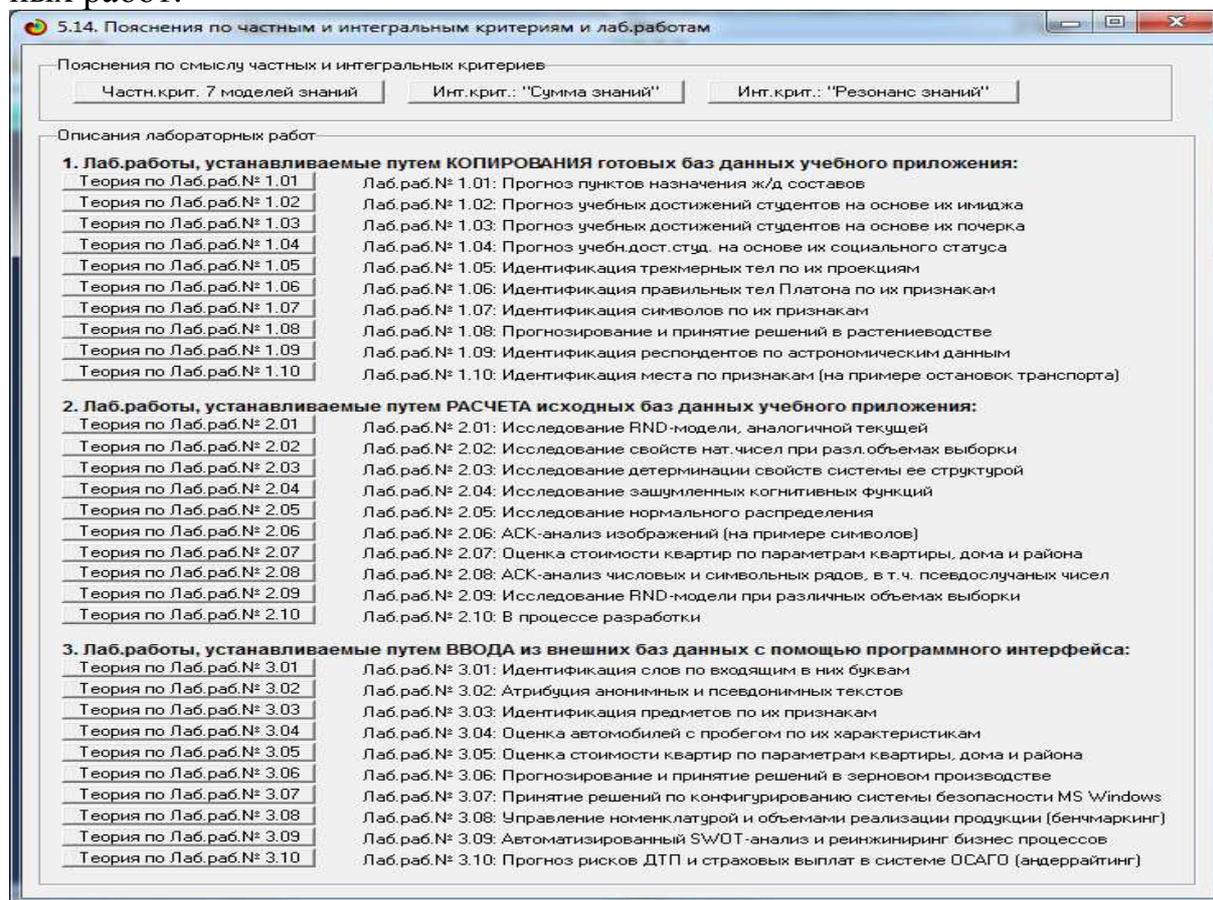


Рисунок 7. Перечень встроенных локальных лабораторных работ системы «Эйдос»

Как правило лабораторная работа снабжена описанием, которое представляет собой либо раздел учебного пособия, размещенного на сайте автора, либо статью, размещенную на сайте Научного журнала КубГАУ.

Описание лабораторной работы загружается при клике на кнопке: «Теория по лаб. раб. №###».

Установка локальных (встроенных) лабораторных работ осуществляется в диспетчере приложений (режим 1.3).

10.4.5. Учебные и научные облачные Эйдос-приложения

В системе «Эйдос» в диспетчере приложений (режим 1.3) есть возможность:

- скачивания из облака размещенных там и установки разнообразных интеллектуальных облачных Эйдос-приложений;
- записи в облако текущего приложения, установленного в системе «Эйдос», если исходные данные по нему находятся в папке: `..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\`;
- обсуждения выбранного облачного Эйдос-приложения.

На рисунке 8 приведена экранная форма Help к режимам работы с облачными Эйдос-приложениями:

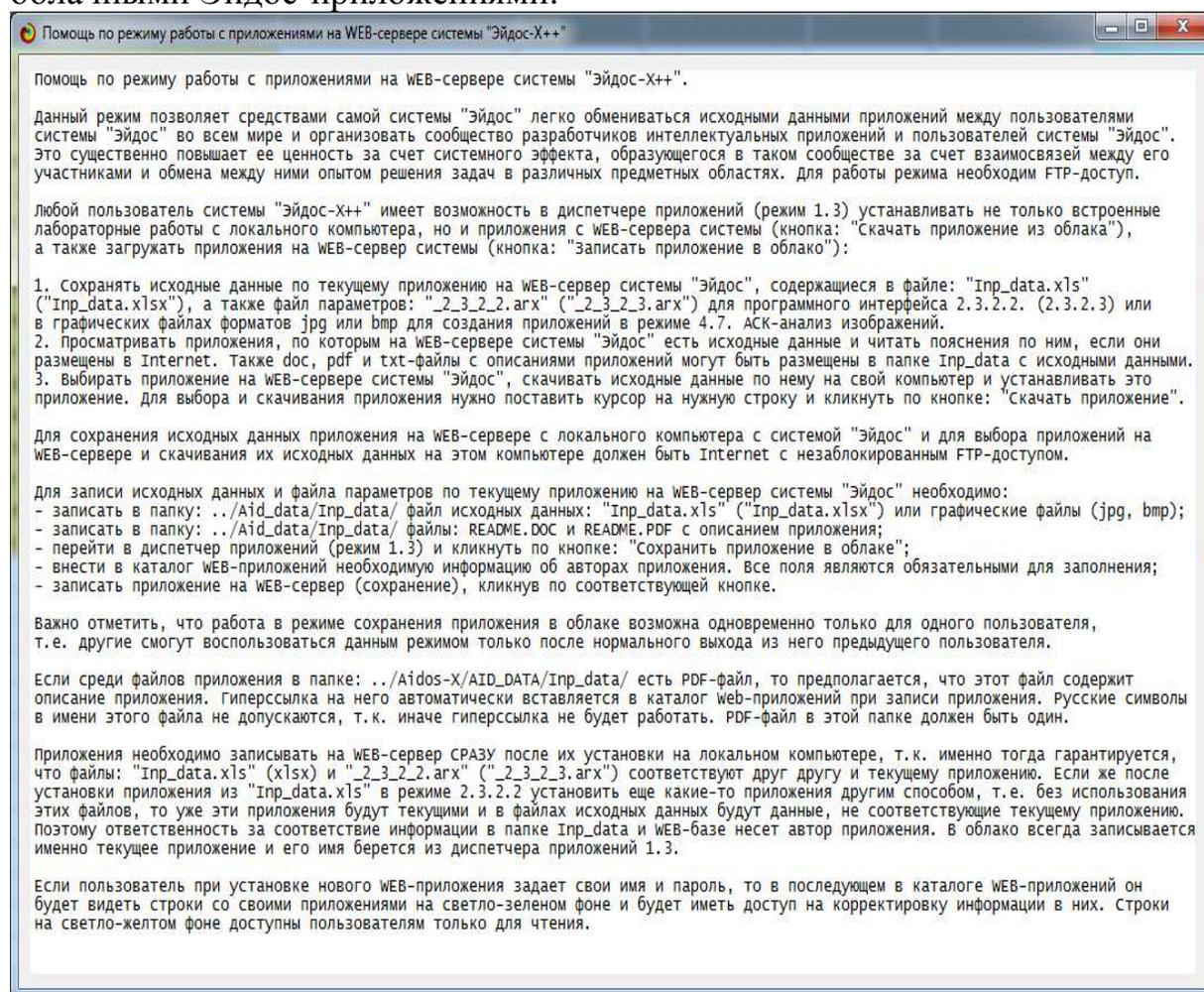


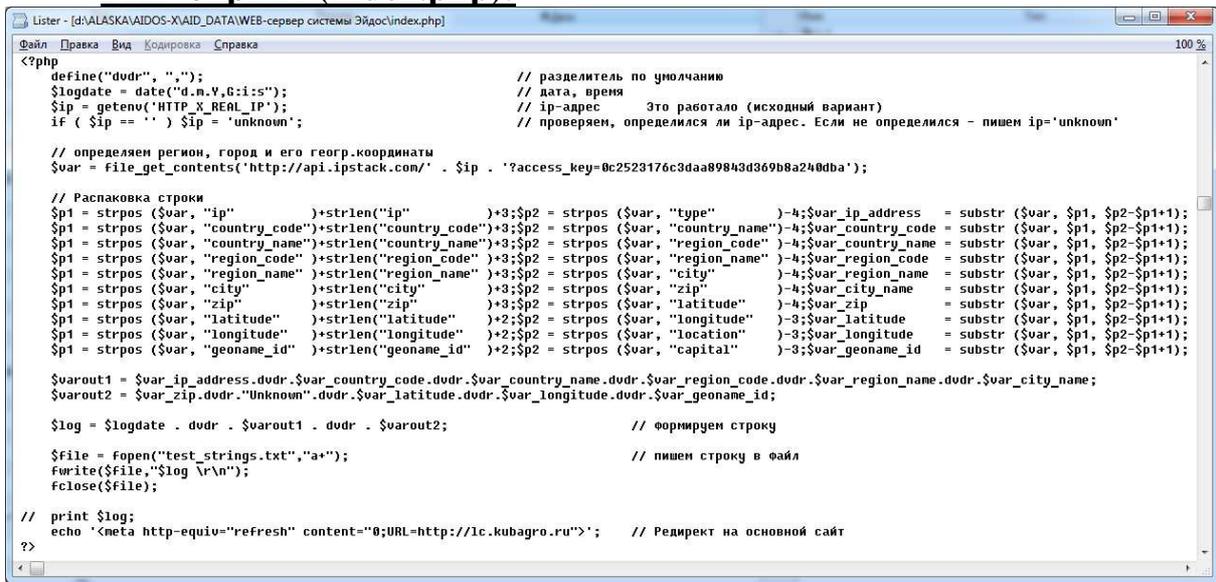
Рисунок 8. Экранная форма Help к режимам диспетчера приложений (1.3) работы с облачными Эйдос-приложениями

10.4.5.1. Анализ и картографическая визуализация запусков системы «Эйдос» в мире

Для определения IP-адреса компьютера, с которого запущена система «Эйдос», даты и времени запуска, а также (по IP-адресу) домена, страны, округа, региона, города, почтового индекса, временного пояса и географических координат места запуска, автором был зарегистрирован бесплатный хостинг <http://aidos.byethost5.com> с поддержкой FTP и PHP и на этом хостинге размещены PHP и JavaScript, приведенные ниже.

PHP предназначен для определения IP-адреса пользователя, запустившего где-либо в мире систему «Эйдос», определения по IP-адресу ряда перечисленных выше показателей и добавления в текстовый файл: “test_strings.txt” на указанном хостинге строки с этой информацией. После выполнения этих функций PHP обращается к основному сайту автора: <http://lc.kubagro.ru/>.

PHP-скрипт (index.php):



```
<<?php
define("dodr", "."); // разделитель по умолчанию
$logdate = date("d.m.Y,G:i:s"); // дата, время
$ip = getenv('HTTP_X_REAL_IP'); // ip-адрес Это работало (исходный вариант)
if ( $ip == '' ) $ip = 'unknown'; // проверяем, определился ли ip-адрес. Если не определился - пишем ip='unknown'

// определяем регион, город и его геогр.координаты
$var = file_get_contents('http://api.ipstack.com/' . $ip . '?access_key=0c2523176c3daa89843d369b8a240dba');

// Распаковка строки
$ip1 = strpos($var, "ip")+strlen("ip")+3;$p2 = strpos($var, "type")-4;$var_ip_address = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "country_code")+strlen("country_code")+3;$p2 = strpos($var, "country_name")-4;$var_country_code = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "country_name")+strlen("country_name")+3;$p2 = strpos($var, "region_code")-4;$var_country_name = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "region_code")+strlen("region_code")+3;$p2 = strpos($var, "region_name")-4;$var_region_code = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "region_name")+strlen("region_name")+3;$p2 = strpos($var, "city")-4;$var_region_name = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "city")+strlen("city")+3;$p2 = strpos($var, "zip")-4;$var_city_name = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "zip")+strlen("zip")+3;$p2 = strpos($var, "latitude")-4;$var_zip = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "latitude")+strlen("latitude")+2;$p2 = strpos($var, "longitude")-3;$var_latitude = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "longitude")+strlen("longitude")+2;$p2 = strpos($var, "location")-3;$var_longitude = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);
$ip1 = strpos($var, "geoname_id")+strlen("geoname_id")+2;$p2 = strpos($var, "capital")-3;$var_geoname_id = substr($var, $p1, $p2-$p1+1);

$varout1 = $var_ip_address.dodr.$var_country_code.dodr.$var_country_name.dodr.$var_region_code.dodr.$var_region_name.dodr.$var_city_name;
$varout2 = $var_zip.dodr."Unknown".dodr.$var_latitude.dodr.$var_longitude.dodr.$var_geoname_id;

$log = $logdate . dodr . $varout1 . dodr . $varout2; // формируем строку

$file = fopen("test_strings.txt", "a"); // пишем строку в файл
fwrite($file, $log . "\n");
fclose($file);

// print $log;
echo '<meta http-equiv="refresh" content="0;URL=http://lc.kubagro.ru">'; // Редирект на основной сайт
?>
```

JavaScript предназначены для отображения Яндекс-карты запусков системы «Эйдос» в мире в разных вариантах:

- уникальные IP-адреса без надписей на метках (рисунок 10);
- уникальные IP-адреса с надписями на метках даты и времени обращения (рисунок 11);

Все IP-адреса запусков за заданный период времени с надписями на метках даты и времени обращения (рисунок 12);

– Все IP-адреса запусков за весь период времени в виде кластеров (рисунок 13).

JavaScript (map3.php)¹⁷:

```
map3.php - AkelPad
Файл  Правка  Вид  Настройки  Справка

<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
<?php
$content = file_get_contents("map3_strings.txt");
$content = explode("\n\n",$content);
foreach ($content as $key=>$record) {
    $content[$key] = explode(",",$record);
}
?>
<meta charset="utf-8">
<title>AIODOS map</title>
<link href="stylesheet" rel="stylesheet" type="text/css">

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale = 1.0, user-scalable = no">
<script src="https://api-maps.yandex.ru/2.1/?lang=ru_RU" type="text/javascript"></script>
<script type="text/javascript">
    var aMap;

    ymaps.ready(function(){
        aMap = new ymaps.Map("main", {
            center: [29.00, 7.00],
            zoom: 3.3
        });
        aMap.container.fitToViewport();

        // Создаем геобъект с типом геометрии "Точка".
        gObj = new ymaps.GeoObject({
            // Описание геометрии.
            geometry: {
                type: "Point",
                coordinates: [ <?=$content[0][10];?>, <?=$content[0][11];?>]
            },
            // Свойства.
            properties: {
                // Контент метки.
                // iconContent: '<?=$content[0][0].', ".$content[0][1];?>',
                // hintContent: '<?=$content[0][2];?>'
                hintContent: '<?=$content[0][0].', ".$content[0][1];?>: <?=$content[0][2];?>'
            }
        }, {
            // Опции.
            // Иконка метки будет растягиваться под размер ее содержимого.
            // preset: 'islands#blackStretchyIcon',
            preset: 'islands#icon',
        });
        aMap.geoObjects
        .add(gObj);
        <?php
        for ($i = 1; $i<count($content);$i++){
            echo ".add(new ymaps.Placemark([' . $content[$i][10].', ".$content[$i][11].'], {";
            //echo " iconContent: '". $content[$i][0].', ".$content[$i][1]."';";
            //echo " hintContent: '". $content[$i][2]."', { preset: 'islands#blackStretchyIcon' }));";
            //echo " iconContent: '". $content[$i][0].', ".$content[$i][1]."';";
            echo " hintContent: '". $content[$i][0].', ".$content[$i][1]. " : ".$content[$i][2]."',
                { preset: 'islands#icon' }));";
        }
        ?>
    });
</script>
</head>
<body>
<div id="wrapper">
    <div id="main">

    </div>
</div>

<script>
</script>
</body>
</html>

1:1  Ins  Unix  65001 (UTF-8) без BOM
```

¹⁷ За разработку этого скрипта автор выражает благодарность начальнику Центра информационных технологий КубГАУ к.т.н., доценту А.С.Креймеру: <http://kubsau.ru/education/chairs/comp-system/staff/3395/>

В текстовом виде без фильтра по датам базу запусков системы «Эйдос» можно посмотреть по ссылке: http://aidos.byethost5.com/test_strings.txt. Эти же показатели всех запусков системы “Эйдос” отображаются в экранной форме, приведенной на рисунке 9:

6.9. География пользователей системы "Эйдос-Х++"

№ п/п	Дата ДД.ММ.ГГ	Время ЧЧ:ММ:СС	IP-адрес	Домен	Страна	Округ	Регион	Город	Почтовый индекс	Временовой пояс	Широта	Долгота	GeoNameId
1	09.12.2016	17:31:18	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
2	09.12.2016	17:31:51	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
3	09.12.2016	17:33:15	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
4	09.12.2016	17:45:53	176.59.52.241	RU	Russia	MOW	Moscow	Moscow	101194	Europe/Moscow	55,7500	38,00	0
5	09.12.2016	17:57:21	213.215.118.194	SK	Slovak Republic	Unknown	Unknown	Unknown	Unknown	Europe/Bratislava	48,6700	20,00	0
6	09.12.2016	18:43:30	2.95.13.30	RU	Russia	SAM	Samarskaya Oblast'	Samara	443013	Europe/Samara	53,1800	50,00	0
7	09.12.2016	18:58:06	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
8	09.12.2016	18:58:47	71.246.99.47	US	United States	NY	New York	College Point	11356	America/New_York	40,7800	-74,00	0
9	09.12.2016	19:00:16	71.246.99.47	US	United States	NY	New York	College Point	11356	America/New_York	40,7800	-74,00	0
10	09.12.2016	19:00:20	71.39.117.6	US	United States	ID	Idaho	Boise	83703	America/Boise	43,7100	-116,00	0
11	09.12.2016	19:01:05	71.246.99.47	US	United States	NY	New York	College Point	11356	America/New_York	40,7800	-74,00	0
12	09.12.2016	21:23:15	2.95.13.30	RU	Russia	SAM	Samarskaya Oblast'	Samara	443013	Europe/Samara	53,1800	50,00	0
13	09.12.2016	23:24:39	62.138.2.243	DE	Germany	HN	North Rhine-Westphalia	Hoest	47652	Europe/Berlin	51,6500	6,00	0
14	09.12.2016	23:37:09	128.71.142.145	RU	Russia	ARK	Arkhangelskaya	Unknown	Unknown	Europe/Moscow	64,5600	40,00	0
15	10.12.2016	5:13:19	217.236.124.225	DE	Germany	HN	Hamburg	Hamburg	20099	Europe/Berlin	53,5600	10,00	0
16	10.12.2016	8:56:12	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
17	10.12.2016	9:01:58	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
18	10.12.2016	9:11:11	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
19	10.12.2016	11:19:54	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
20	10.12.2016	16:06:19	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
21	10.12.2016	16:08:05	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
22	10.12.2016	16:24:58	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
23	10.12.2016	19:44:11	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
24	10.12.2016	20:13:01	128.70.246.180	RU	Russia	KDA	Krasnodarskiy Krai	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0
75	11.12.2016	1:15:15	213.138.91.74	RU	Russia	UPL	Ukrainian People's	Krasnodar	350000	Europe/Moscow	45,0400	39,00	0

СОРТИРОВКА: По умолчанию | По дате | По IP-адресу | По IP-адресу (линейно) | По стране | По городу

Карта мира (необходны Flash/JavaScript) | Все за период | Указать IP без надписей | Указать IP с надписями | Все IP кластеры | Facebook-группа по АСК-анализу и системе "Эйдос"

Рисунок 9. Экранная форма отображения информации о географии пользователей и разработчиков Эйдос-приложений в мире

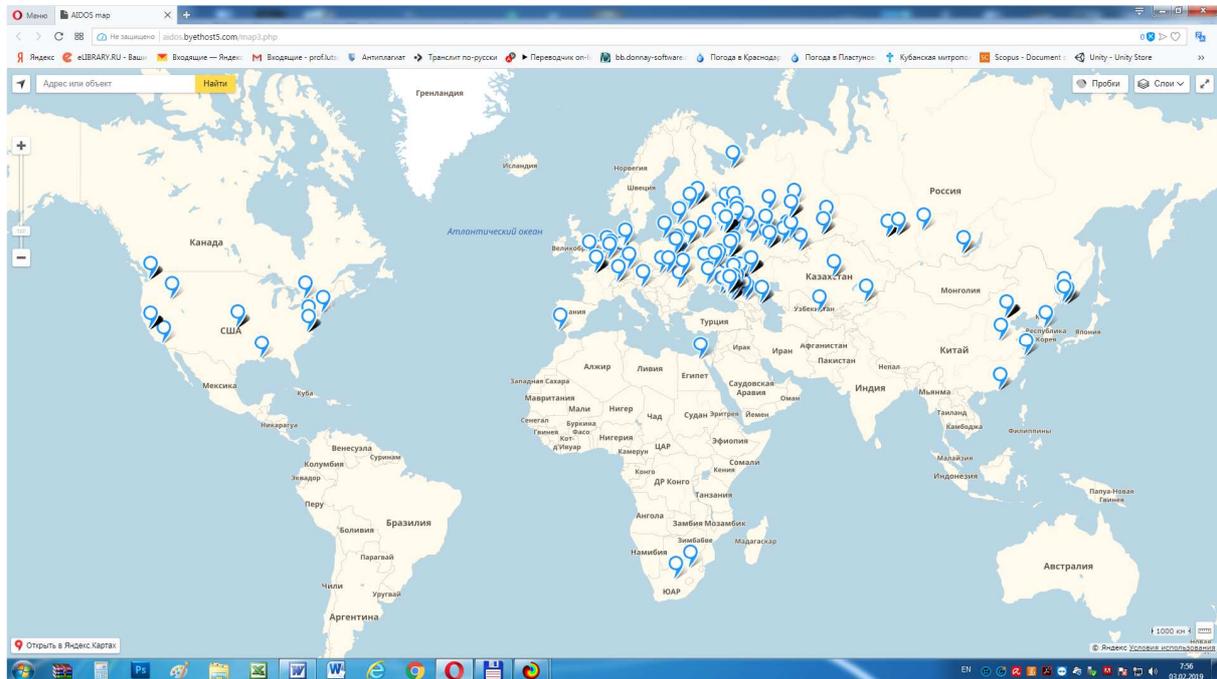


Рисунок 10. Яндекс-карта запусков системы «Эйдос» в мире с метками без надписей IP-адреса и времени обращения по состоянию на 03.02.2019 (<http://aidos.byethost5.com/map3.php>)

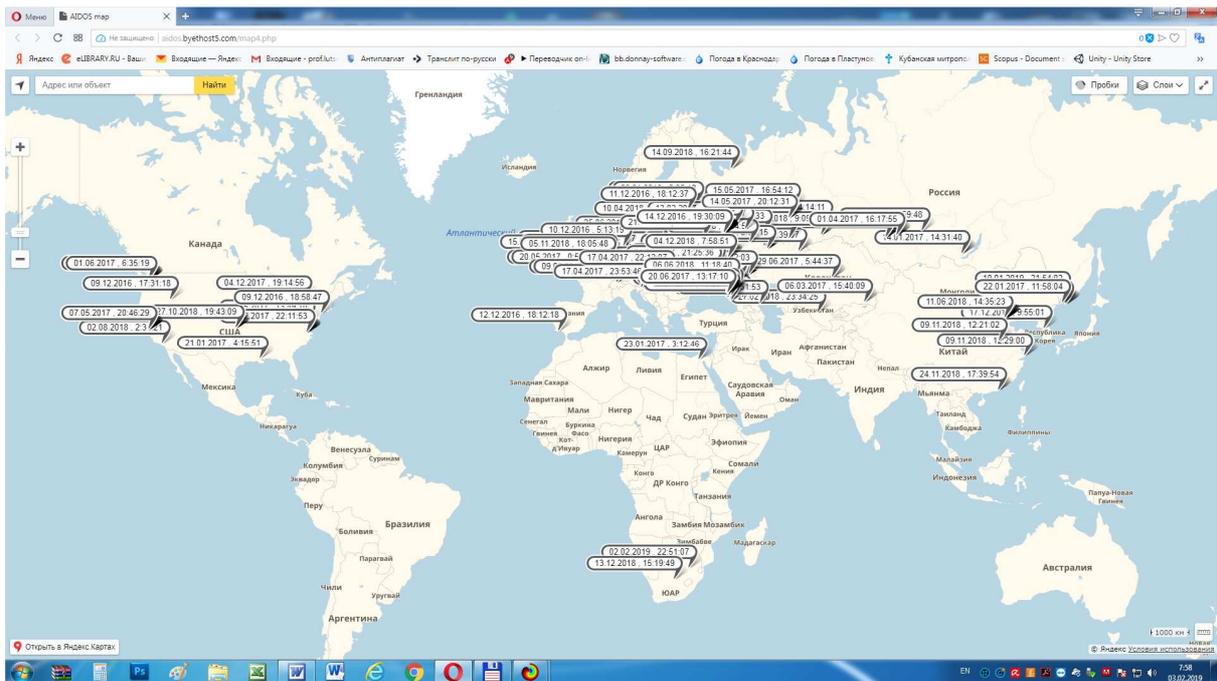


Рисунок 11. Яндекс-карта запусков системы «Эйдос» в мире с надписями на метках по состоянию на 03.02.2019 (<http://aidos.byethost5.com/map4.php>)

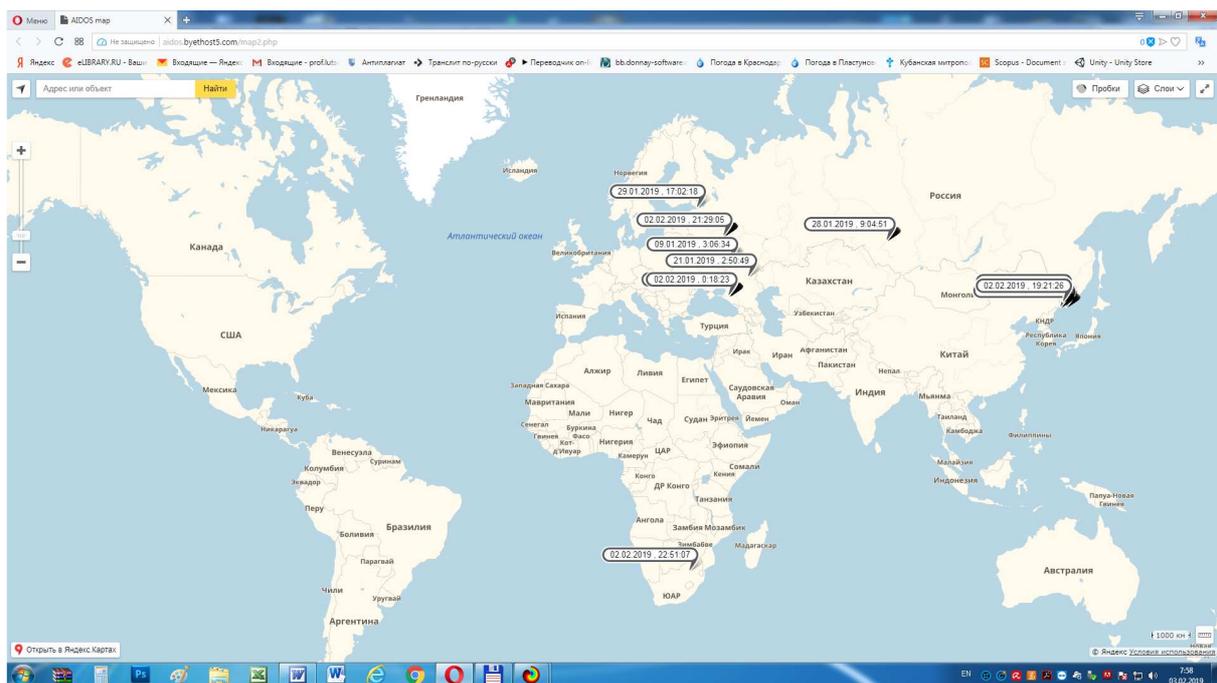


Рисунок 12. Яндекс-карта запусков системы «Эйдос» в мире с надписями на метках за период с 03.01.2019 по 03.02.2019, т.е. за месяц (ссылка: <http://aidos.byethost5.com/map2.php>)

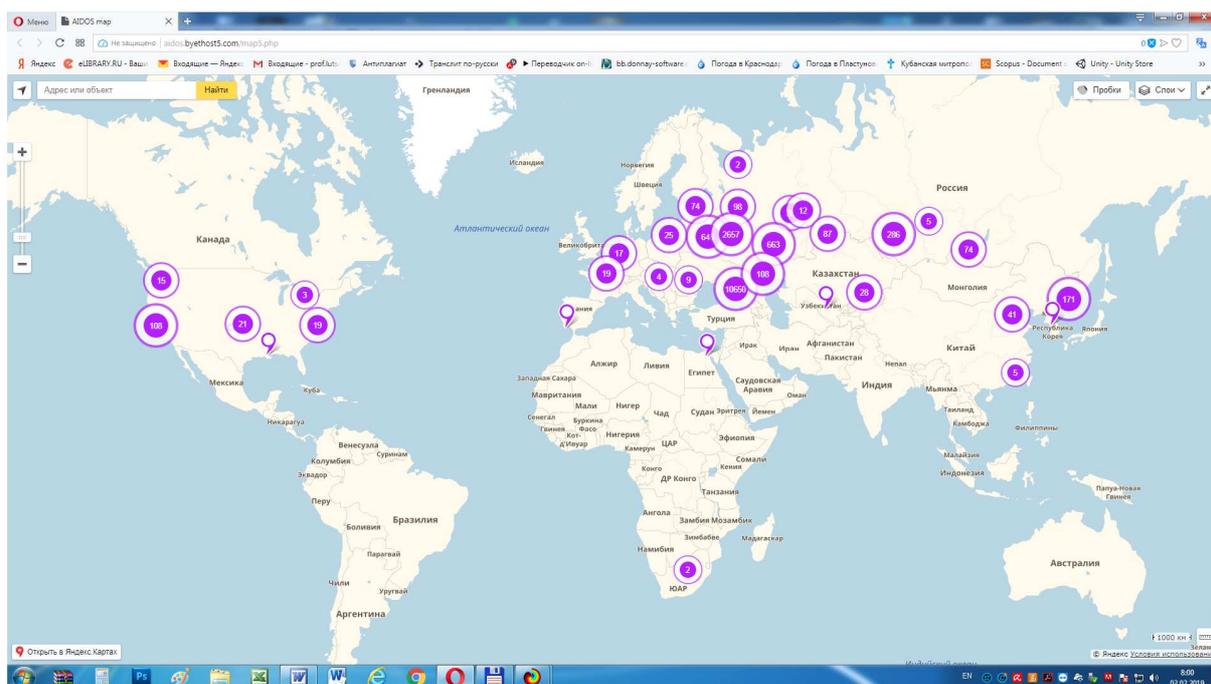


Рисунок 13. Яндекс-карта запусков системы «Эйдос» в мире в виде кластеров по состоянию на 03.02.2019 (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>)

Алгоритм анализа и картографическая визуализация запусков системы «Эйдос» в мире

1. При запуске системы «Эйдос» на каком-либо компьютере сразу же определяется, подключен ли он к Internet, и, если подключен, то производится обращение к сайту: <http://aidos.byethost5.com/index.php>, а иначе приведенный ниже алгоритм не используется.

2. На этом сайте определяется IP-адрес компьютера, с которого запущена система «Эйдос», дата и время запуска, а также (по IP-адресу) домен, страна, округ, регион, город, почтовый индекс, временной пояс и географические координаты места запуска.

3. В текстовый файл: “test_strings.txt” на указанном хостинге добавляется строка с информацией, определенной на предыдущем шаге (в формате CSV).

4. При запуске в системе «Эйдос» режима «6.9. География пользователей системы "Эйдос-X++"» проверяется, есть ли на компьютере FTP, и, если есть, с хостинга <http://aidos.byethost5.com> по FTP скачивается текстовый файл: “test_strings.txt” с информацией о запусках системы «Эйдос»¹⁸.

5. Производится форматирование файла “test_strings.txt” и тщательная проверка корректности информации в нем, и, при необходимости, исправление этого файла и запись его по FTP-протоколу на хостинг: <http://aidos.byethost5.com>.

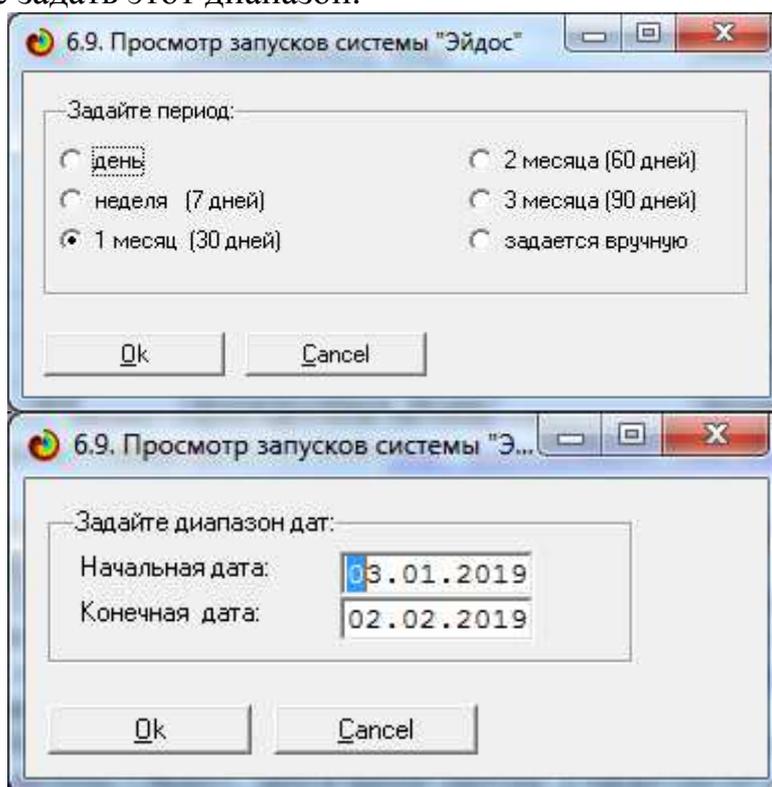
¹⁸ Для работы режима необходим FTP-доступ, не заблокированный политиками безопасности, брандмауэрами, антивирусными программами и т.п.

6. Преобразование файла “test_strings.txt” из CSV-формата в DBF (в базу данных «Visitors.DBF»).

7. Отображение базы данных «Visitors.DBF») в виде экранной формы, представленной на рисунке 9.

8. При кликах по кнопкам из групп: «Карта посещений» на хостинге запускаются на исполнение JavaScript, обеспечивающий соответствующий вариант картографической визуализации мест запуска системы «Эйдос», приведенные на рисунках 10, 11, 12.

При клике на кнопке «Диапазон дат» выводятся экранные формы, позволяющие задать этот диапазон:



а затем производится удаление из базы данных «Visitors.DBF» всех записей, не попадающих в этот диапазон, преобразование в текстовый файл CSV-формата «map_strings.txt» с такой же структурой записей, как у файла “test_strings.txt”, запись его по FTP на хостинг и запуск на отображение (рисунок 12).

По картам, представленным на рисунках 10 и 11 видно, что система «Эйдос» запускается не только в России, но и Европе, и в США и Канаде, и в Китае, и даже в Африке (ЮАР). Однако в Южной Америке и в Австралии ее пока никто не запускал.

В заключение приведем Help по режиму 6.9 (рисунок 14):

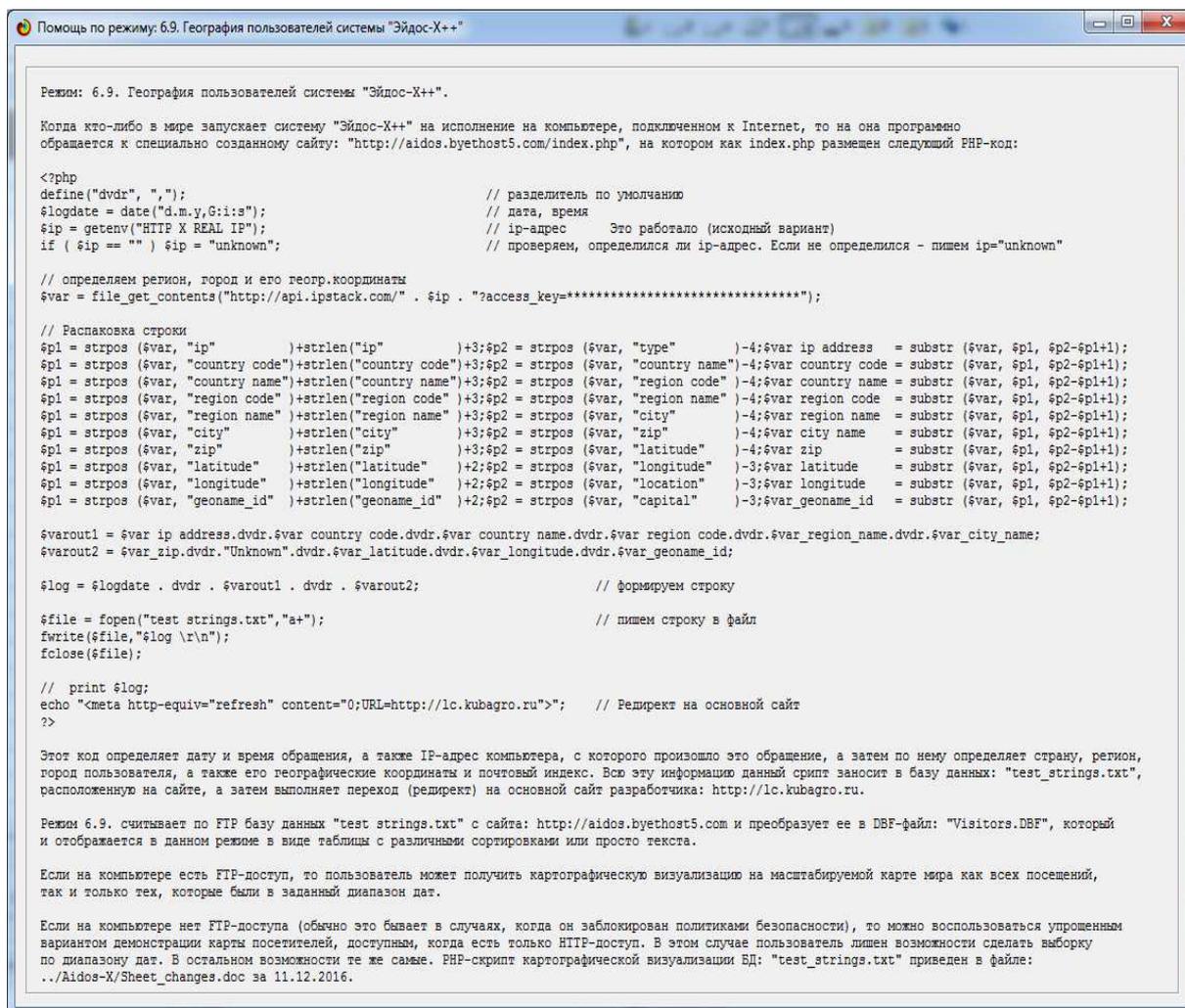


Рисунок 14. Help режима: 6.9. География пользователей системы "Эйдос-X++"

10.4.5.2. Запись Эйдос-приложений в облако

Система «Эйдос» обеспечивает запись на хостинг: <http://aidos.byethost5.com/> исходных данных *текущего* приложения, находящихся в папке: ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\. Это могут быть и файлы: Inp_data.xls(x), и графические файлы (bmp, jpg) для подсистемы АСК-анализа изображений, и doc- pdf-файлы списаниями приложения. Ясно, что эти файлы есть не у всех приложений. Если папка ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\ пуста, то запись приложения в облако не производится.

Выход на режим записи приложения в облако осуществляется из диспетчера приложений: режима 1.3 (рисунок 15) путем клика по кнопке: «Записать приложение в облако»:

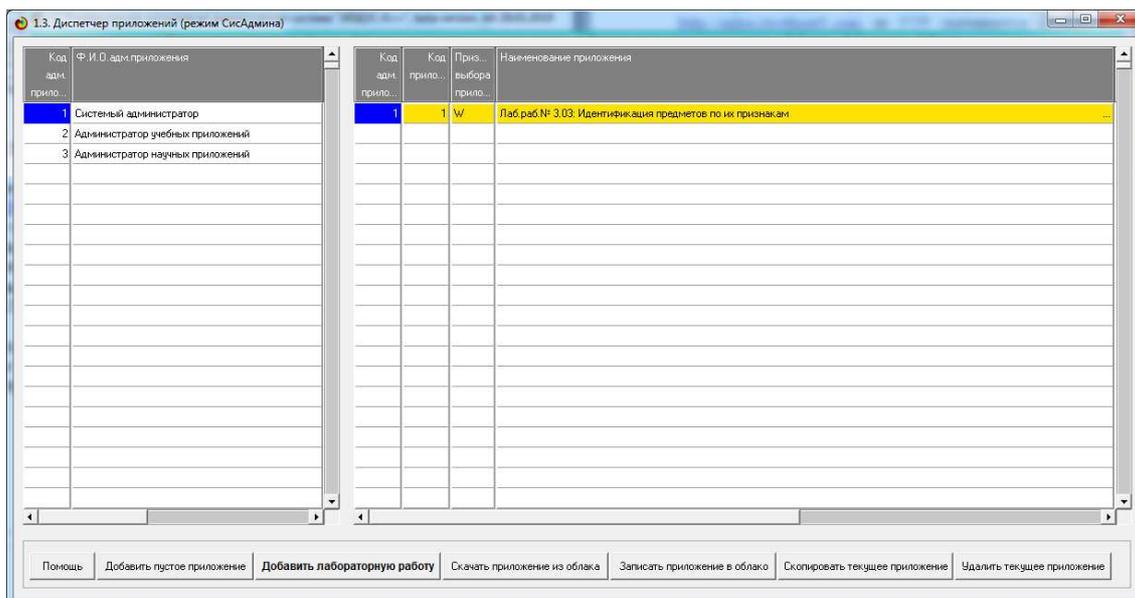


Рисунок 15. Экранная форма диспетчера приложений (режим 1.3)

При клике по этой кнопке сразу же с хостинга <http://aidos.byethost5.com> по FTP скачивается каталог WEB-приложений системы «Эйдос» (т.е. облачных Эйдос-приложений) и отображается в виде экранной формы, приведенной на рисунке 16:

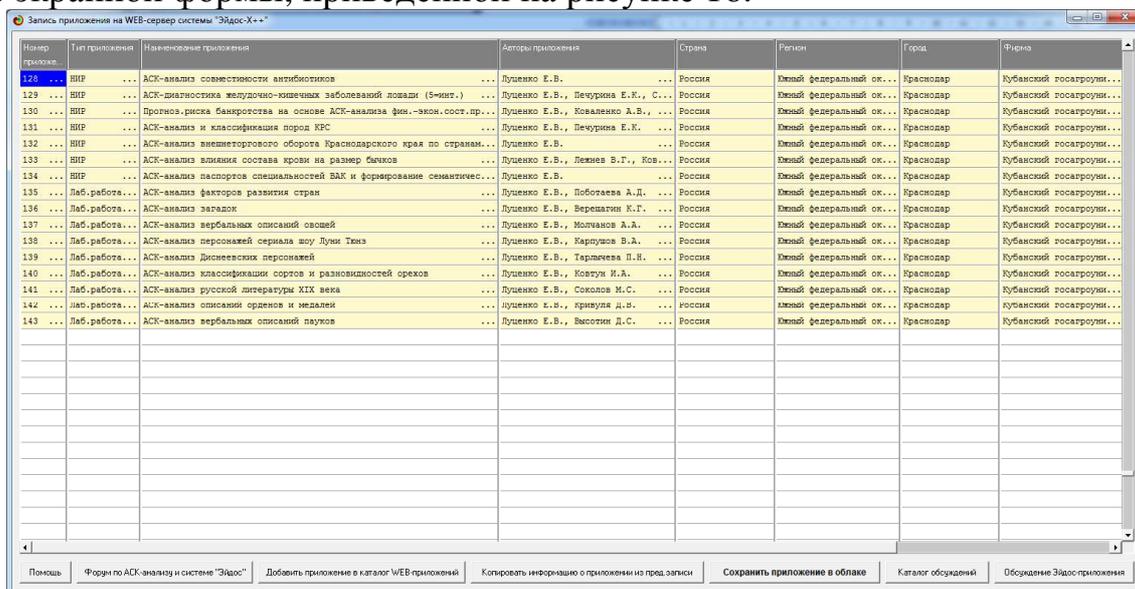


Рисунок 16. Экранная форма каталога облачных Эйдос-приложений

После этого нужно кликнуть по кнопке: «Добавить приложение в каталог WEB-приложений». В результате появится почти пустая строка, выделенная светло-зеленым цветом¹⁹, в которой будет только наименование текущего приложения, взятое из Диспетчера приложений (1.3), и абсолютная (внешняя) гиперссылка на pdf-файл, если он есть в папке ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\ (рисунок 16):

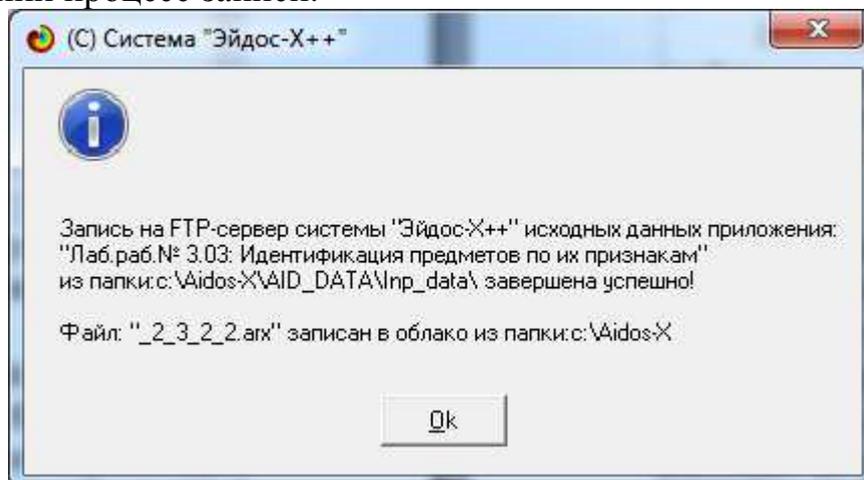
¹⁹ Строки, выделенные светло-желтым цветом защищены от редактирования.

Номер приложения	Тип приложения	Наименование приложения	Авторы приложения	Страна	Регион	Город	Фирма
129	ВНР	АСК-диагностика желудочно-кишечных заболеваний лошади (5-инт.)	Луценко Е.В., Бечурина Е.К., С...	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
130	ВНР	Прогноз риска банкротства на основе АСК-анализа фин.-экон.сост.пр...	Луценко Е.В., Коваленко А.В., ...	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
131	ВНР	АСК-анализ и классификация пород КРС	Луценко Е.В., Бечурина Е.К. ...	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
132	ВНР	АСК-анализ внешнеторгового оборота Краснодарского края по странам...	Луценко Е.В.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
133	ВНР	АСК-анализ влияния состава кормов на размер бычков	Луценко Е.В., Лезнев В.Г., Ков...	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
134	ВНР	АСК-анализ паспортов специальностей ВАК и формирование семантичес...	Луценко Е.В.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
135	Лаб. работа...	АСК-анализ факторов развития стран	Луценко Е.В., Побочева А.Д.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
136	Лаб. работа...	АСК-анализ загадок	Луценко Е.В., Березинин К.Г.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
137	Лаб. работа...	АСК-анализ вербальных описаний овощей	Луценко Е.В., Молчанов А.А.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
138	Лаб. работа...	АСК-анализ персонажей сериала шоу Луны Тенз	Луценко Е.В., Харлунов В.А.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
139	Лаб. работа...	АСК-анализ Диснеевских персонажей	Луценко Е.В., Тарлачева П.В.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
140	Лаб. работа...	АСК-анализ классификации сортов и разновидностей орехов	Луценко Е.В., Ковтун И.А.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
141	Лаб. работа...	АСК-анализ русской литературы XIX века	Луценко Е.В., Соколов И.С.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
142	Лаб. работа...	АСК-анализ описаний орденов и медалей	Луценко Е.В., Кривула Д.В.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
143	Лаб. работа...	АСК-анализ вербальных описаний пауков	Луценко Е.В., Зысютин Д.С.	Россия	Имский федеральный ок...	Краснодар	Кубанский госагроуни...
144	Лаб. раб.№ 3.03:	Идентификация предметов по их признакам					

Рисунок 16. Экранная форма каталога облачных Эйдос-приложений с добавленной строкой нового приложения (выделена зеленым цветом)

Затем во все незаполненные поля записи о новом приложении надо внести информацию. Это можно сделать вручную, но часто бывает удобно добавить в строку нового приложения данных из предыдущей строки. Для этого надо кликнуть по кнопке: «Копировать информацию из предыдущей строки». При этом будет скопирована вся информация, кроме наименования и гиперссылки на pdf-файл. После этого иногда бывает нужно немного скорректировать информацию о приложении, обычно об авторах.

Для записи текущего Эйдос-приложения в облако надо кликнуть по кнопке: «Сохранить приложение в облаке». Сразу после этого начинается процесс записи исходных данных приложения из папки: ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\ на хост <http://aidos.byethost5.com> по FTP с отображением информации о ходе процесса. В этой форме указано сколько всего файлов в папке: ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\ и какой из них в данный момент копируется на хост. После окончания записи выводится сообщение об окончании процесс записи:



Чтобы при записи облачных Эйдос-приложений на хост не возникало конфликтов используется следующий алгоритм с **монопольным** доступом пользователя к WEB-каталогу приложений.

1. Когда пользователь на экранной форме, показанной на рисунке 16, выбирает режим «Записать приложение в облако», то WEB-каталог сразу же скачивается на локальный компьютер, а на хосте он **переименовывается** (к имени WEB-каталога на хосте добавляется дата и время переименования).

2. В результате при обращении к WEB-каталогу других пользователей (для скачивания или записи приложений) выдается сообщение о том, что он занят другими пользователями и надо немного подождать и повторить попытку обращения.

3. Когда запись приложения успешно завершается и пользователь выходит из режима записи, то измененный WEB-каталог (с добавленной записью о новом приложении) записывается на хост. Этим завершается процесс добавления приложения в облако.

В заключение приведем Help по данному режиму (рисунок 18):

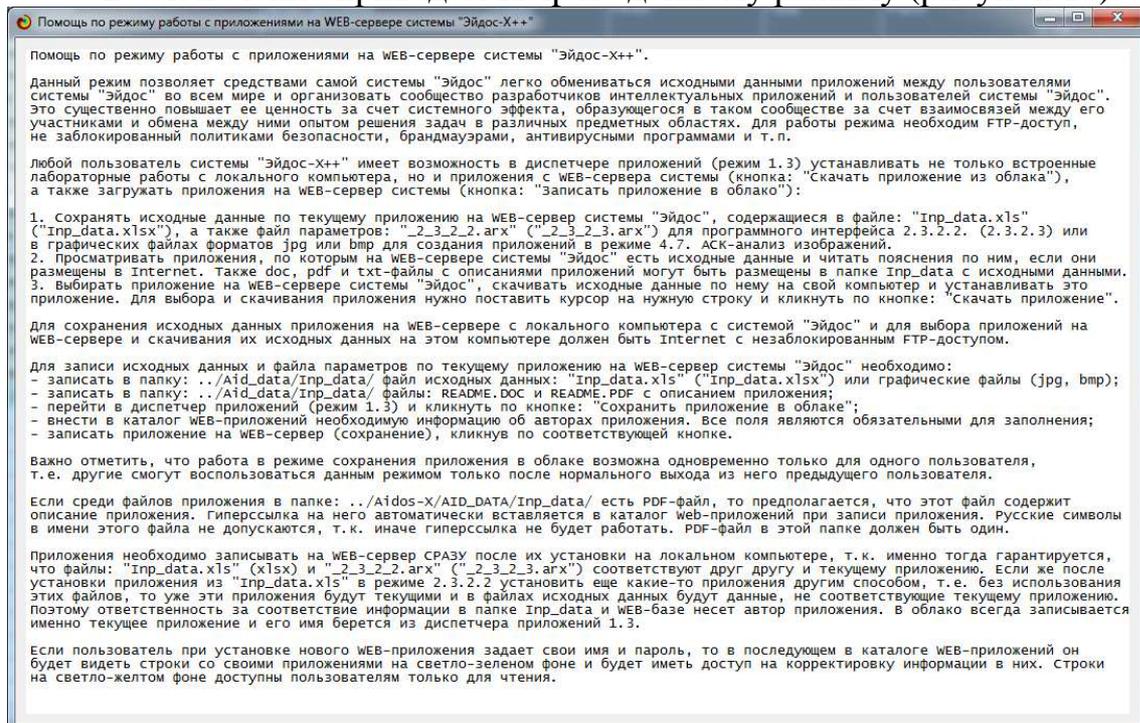


Рисунок 18. Экранная форма с Help по режимам записи и скачивания облачных Эйдос-приложений

10.4.5.3. Скачивание из облака и установка на локальном компьютере облачных Эйдос-приложений

Для выхода на режим скачивания из облака и установки облачного Эйдос-приложения на локальном компьютере нужно в диспетчере приложений (1.3) кликнуть по кнопке: «Скачать приложение из облака». В этом

случае появляется экранная форма каталога таких приложений (рисунок 19):

Номер прилож.	Тип приложения	Наименование приложения	Авторы приложения	Страна	Регион	Город	Фирма	Гиперссылка E-mail
128	НИР	АСК-анализ совместности антибиотиков	Луценко Е.В.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
129	НИР	АСК-диагностика желудочно-кишечных заболеваний лошади (5м...	Луценко Е.В., Печурин Е.К., Сергеев А.Э.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
130	НИР	Прогноз риска банкротства на основе АСК-анализа фин.-экон...	Луценко Е.В., Коваленко А.В., Печурин Е.К.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
131	НИР	АСК-анализ и классификация пород КРС	Луценко Е.В., Печурин Е.К.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
132	НИР	АСК-анализ внешнеторгового оборота Краснодарского края по...	Луценко Е.В.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
133	НИР	АСК-анализ влияния состава крови на размер бычков	Луценко Е.В., Лежнев В.Т., Ковелин Н.И.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
134	НИР	АСК-анализ паспортов специальностей ВАФ и формирование се...	Луценко Е.В.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
135	Лаб. работа	АСК-анализ факторов развития стран	Луценко Е.В., Поботаева А.Д.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
136	Лаб. работа	АСК-анализ загадок	Луценко Е.В., Верещагин К.Г.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
137	Лаб. работа	АСК-анализ вербальных описаний овощей	Луценко Е.В., Молчанов А.А.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
138	Лаб. работа	АСК-анализ персонажей сериала шоу Луни Тунз	Луценко Е.В., Карпухов В.А.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
139	Лаб. работа	АСК-анализ Диснейевских персонажей	Луценко Е.В., Тарачева П.Н.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
140	Лаб. работа	АСК-анализ классификации сортов и разновидностей орехов	Луценко Е.В., Ковтун И.А.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
141	Лаб. работа	АСК-анализ русской литературы XIX века	Луценко Е.В., Соколов И.С.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
142	Лаб. работа	АСК-анализ описаний орденов и медалей	Луценко Е.В., Кривуля Д.В.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://
143	Лаб. работа	АСК-анализ вербальных описаний пауков	Луценко Е.В., Высотин Д.С.	Россия	Южный федеральный...	Краснодар	Кубанский госастро...	http://

Рисунок 19. Каталог облачных Эйдос-приложений

Из рисунка 19 видно, что на момент написания данной работы в облако было закачено 143 приложения системы «Эйдос»²⁰, которые можно разделить на 5 категорий:

- НИР;
- НИОКР;
- лабораторные работы;
- курсовые работы;
- дипломные работы и выпускные квалификационные работы.

Для скачивания и начала процесса установки облачного Эйдос-приложения достаточно поставить на нем курсор и кликнуть по кнопке: «Установить приложение». По этой команде исходные данные и другие файлы выбранного приложения загружаются из облака в папку: ...\\Aidos-X\\AID_DATA\\Inp_data\\, а затем, если среди файлов исходных данных есть файл с именем Inp_data.xls(x), то автоматически начинается процесс ввода данных из внешнего файла исходных данных в систему «Эйдос» с помощью одного и ее программных интерфейсов ввода данных из внешних источников данных (2.3.2.2 или 2.3.2.3).

Если среди исходных данных были графические файлы, то скорее всего надо создавать приложение в режиме «4.7. АСК-анализ изображений следуя прилагаемому описанию». Такой вариант мы видим в приложении: «23. АСК-анализ конкретных и обобщенных изображений по их спектрам».

²⁰ в полную инсталляцию системы «Эйдос» входит еще 30 локальных учебных приложений

10.4.5.4. Лаб.работы 4-го типа, устанавливаемые путем скачивания исходных данных из Internet

Ранее в системе «Эйдос» было три типа лабораторных работ:

1. Лаб.работы 1-го типа, устанавливаемые путем КОПИРОВАНИЯ готовых баз данных учебного приложения:
2. Лаб.работы 2-го типа, устанавливаемые путем РАСЧЕТА исходных баз данных учебного приложения:'
3. Лаб.работы 3-го типа, устанавливаемые путем ВВОДА из внешних баз исходных данных:'

Недавно в качестве примера добавлена 1-я лабораторная работа 4-го типа:

4. Лаб.работы 4-го типа, устанавливаемые путем СКАЧИВАНИЯ исходных данных из INTERNET:'

А именно работа: Лаб.раб.№ 4.01: АСК-анализ мирового времени по данным сайта: <ftp://tai.bipm.org>.

10.4.5.5. Форум для обсуждения облачных Эйдос-приложений

Поставив курсор на любое облачное Эйдос-приложение в WEB-каталоге в режимах скачивания или записи приложений (рисунки 16 и 19) мы можем кликнуть по кнопке: «Обсуждение Эйдос-приложения». При этом с FTP-сервера системы «Эйдос» из папки данного приложения будет скачан файл: «DiscAppl.txt», который можно корректировать в простом встроенном в систему текстовом редакторе (рисунок 20).

Если в этом редакторе кликнуть по кнопке: «Получить гиперссылки на файлы приложения», то в текстовый редактор вставляются абсолютные гиперссылки на все файлы данного приложения, размещенные в облаке. Если скопировать любую из них в старку адресу браузера, то скачается соответствующий файл. Кроме того при этом обновляется гиперссылка на pdf-файл, если он есть среди файлов приложения.

По сути облачные Эйдос-приложения являются темами обсуждения на этом форуме.

На рисунке 21 приведена экранная форма Help данного режима.

Поставив курсор на любое приложение в WEB-каталоге в режимах скачивания или записи приложений мы можем кликнуть по кнопке: «Каталог обсуждений». При этом с хоста будет скачан файл: «DiscCatalog.txt», представляющий собой каталог, содержащий информацию о скачивании приложений из облака и появлении новых сообщений при обсуждении приложений (рисунок 22).

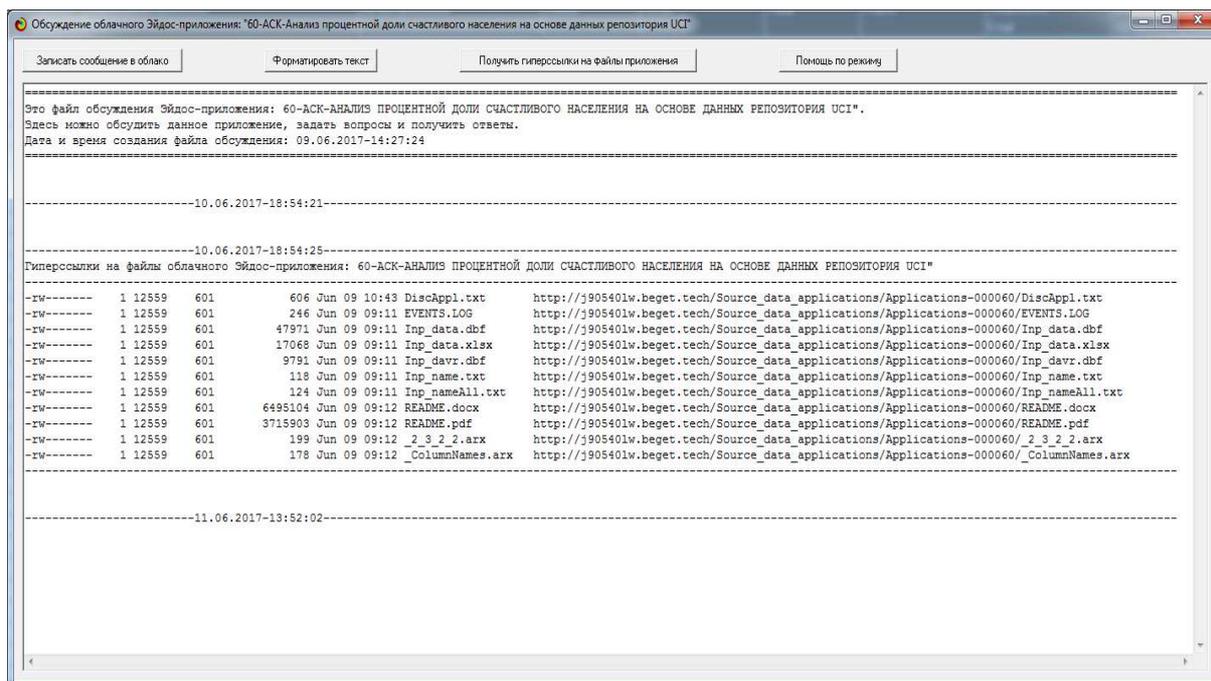


Рисунок 20. Экранная форма обсуждения облачного Эйдос-приложения в простом встроенном текстовом редакторе

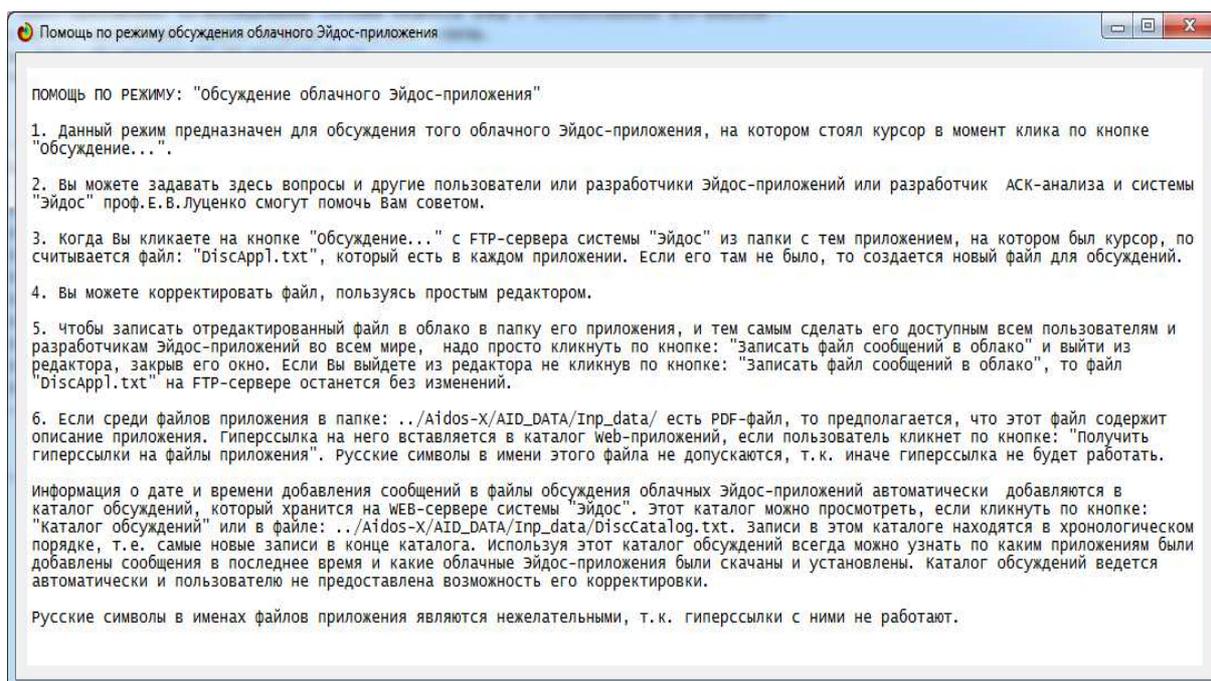


Рисунок 21. Help встроенного редактора для обсуждения облачного Эйдос-приложения

Записи в данном каталоге находятся в хронологическом порядке, т.е. если перейти в его конец, то будут видны самые новые записи. Каталог обсуждений корректируется автоматически и не может быть измен пользователем.

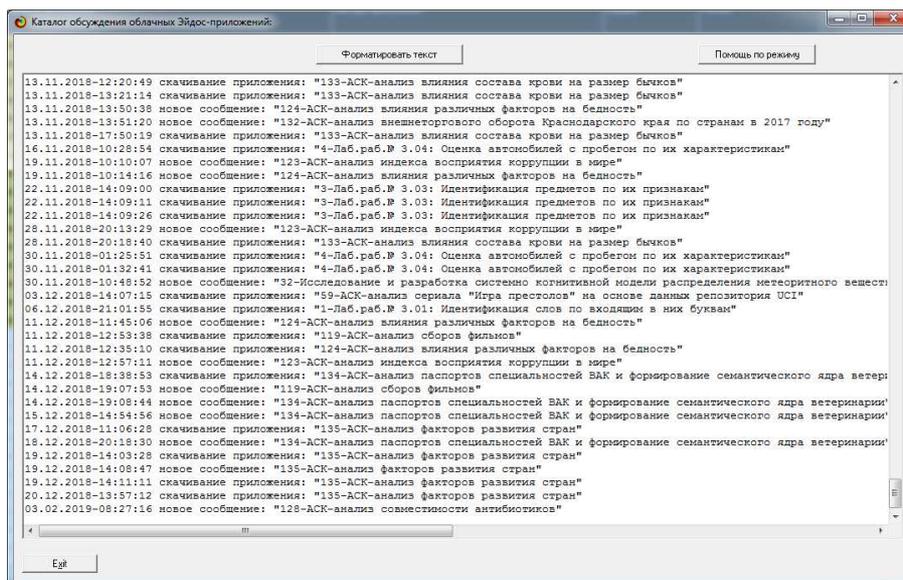


Рисунок 22. Каталог обсуждения облачных Эйдос-приложений

10.4.5.6. Педагогические и научные новации, поддерживаемые облачной Эйдос-технологией

Задачи обобщения, абстрагирования, идентификации (классификации), распознавания, диагностики, прогнозирования, поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования) и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели очень распространены в самых различных предметных областях и исследующих их научных направлениях.

Фактически эти задачи человек, осознает он это или нет, решает везде, где применяет свой естественный интеллект. И это именно те задачи, для решения которых могут быть успешно применены АСК-анализ и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

В настоящее время в Internet нет недостатка в данных, на основе которых можно было бы создавать системно-когнитивные модели и решать перечисленные выше задачи. Скорее наоборот, есть избыток данных, повышающий спрос на средства их интеллектуального анализа и создающий дефицит этих средств.

Среди всех этих баз данных общего доступа выделяются репозиторий UCI и сайт Kaggle:

– <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets.htm> (создан, поддерживается и развивается: [Center for Machine Learning and Intelligent Systems](http://www.cml.ics.uci.edu/)²¹, Bren School of Information and Computer Science, University of California, Irvine, USA);

– <https://www.kaggle.com/datasets>.

Эти сайты специально созданы как хранилища большого количества высококачественных баз данных из самых различных предметных областей, предназначенных для решения различных задач с помощью систем

²¹ <http://cml.ics.uci.edu/>

искусственного интеллекта. Эти задачи могут решаться как в научных, так и в учебных целях, а также в интересах потребителей из правительства и бизнеса.

Однако, для решения этих задач кое-чего не хватает, а именно теоретических разработок, численных методов (алгоритмов и структур данных), а также реализующих их программных систем. Причем крайне важно, чтобы все это было в полном открытом бесплатном доступе.

Предлагаемая облачная Эйдос-технология в какой-то степени позволяет снизить или восполнить этот дефицит:

- монографии и ссылки на статьи по новому перспективному методу искусственного интеллекта: автоматизированному системно-когнитивному анализу (АСК-анализ);

- интеллектуальную программную систему «Эйдос», являющуюся инструментарием АСК-анализа;

- около 31 встроенных в систему локальных учебных приложений;

- около 145 облачных Эйдос-приложений как для учебных, так и для научных исследований²²;

- общий форум по АСК-анализу и системе «Эйдос»;

- форум по обсуждению облачных Эйдос-приложений.

Принципиально важно, что библиотека облачных Эйдос-приложений может легко пополняться любыми пользователями системы «Эйдос» в мире, причем для этого не требуется никаких специальных разрешений и программирования²³. Размещение этих приложений в облачной библиотеке сразу делает их доступными всем пользователям системы «Эйдос» в мире. Это позволяет обмениваться пользователям и разработчикам Эйдос-приложений опытом решения различных задач, как учебного, так и научного характера, и по сути позволяет говорить о создании Эйдос-сообщества.

Автор приглашает разработчиков и пользователей системы «Эйдос» во всем мире принять участие в этом сообществе!

Система «Эйдос» обеспечивает картографическую визуализацию запусков системы «Эйдос» в мире, распределение которых в пространстве и времени позволяет говорить о том, что фактически такое сообщество уже состоялось, но еще не осознало себя.

Возможность пополнения библиотеки облачных Эйдос-приложений пользователями и разработчиками во всем мире позволяет говорить об открытом и масштабируемом характере облачной Эйдос-технологии, о постоянном повышении за счет этого ее ценности и востребованности.

Если все или хотя бы многие вузы, использующие систему «Эйдос» для преподавания дисциплин, связанных с искусственным интеллектом,

²² На момент написания данной монографии

²³ Добавление локальных встроенных учебных приложений требует несложного (типового) программирования.

разместят в этой облачной библиотеке свои наработки по лабораторным работам, то:

- ценность системы «Эйдос» возрастет для всех этих вузов;
- многих привлечет к Эйдос-сообществу новые вузы и НИИ, а индивидуальных исследователей и разработчиков.

На сколько известно автору, ничего подобного в учебной и научной теории и практике до сих пор не было, т.е. ранее были лишь отдельные аспекты этих возможностей, а теперь они все есть в единой системе, построенной на единых теоретических и технологических основах.

Возможно в будущем к Эйдос-сообществу присоединятся разработчики и пользователи других теоретических и инструментальных подходов.

10.4.6. Форум по АСК-анализу и системе «Эйдос»

С основного сайта автора: <http://lc.kubagro.ru/> со страницы: <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm> есть выход Лабораторию в ResearchGate и группу в «Фейсбуке» по АСК-анализу и системе «Эйдос» (рисунок 23):

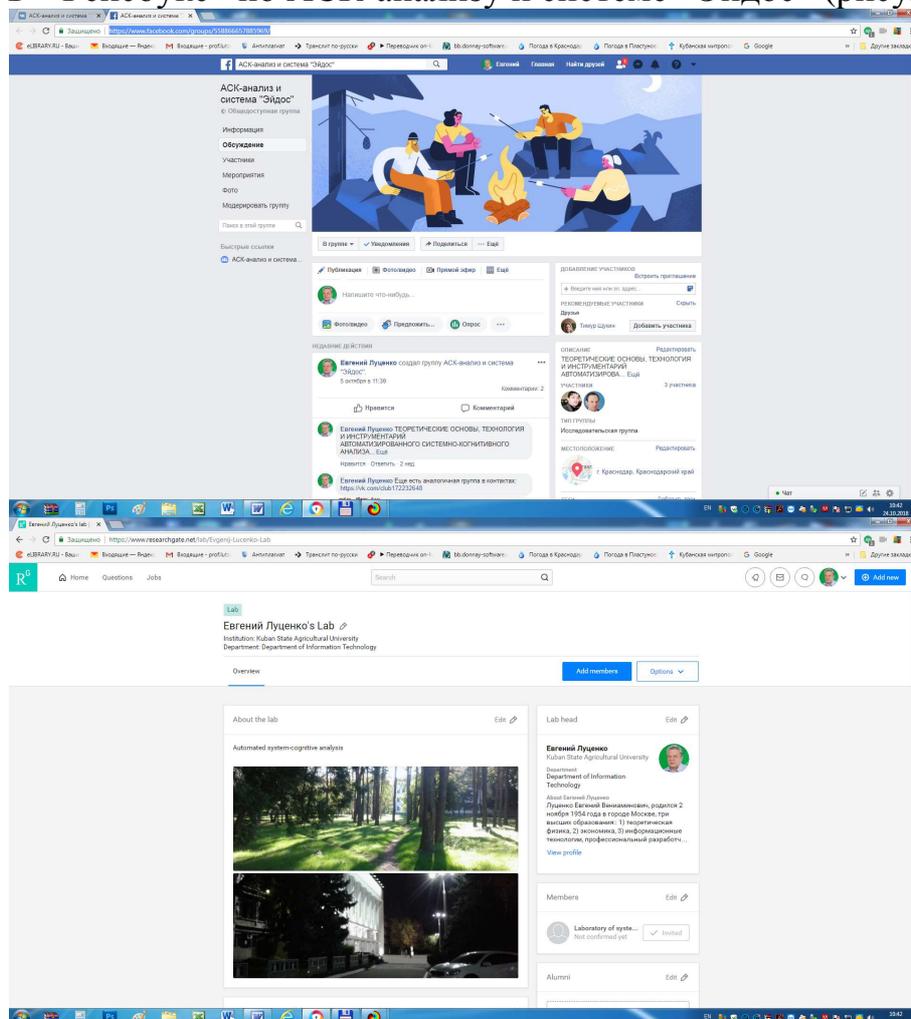


Рисунок 23. Группа в «Фейсбуке» и лаборатория в ResearchGate по АСК-анализу и системе «Эйдос»

Учитывая печальный опыт общения на форуме: «Высшие формы сознания» данный форум является жестко модерлируемым, т.е. все регистрации и сообщения на нем появляются только после подтверждения автором. На этом форуме можно обсуждать любые вопросы по тематике форума на любом языке.

10.4.7. Поддержка мультиязычности

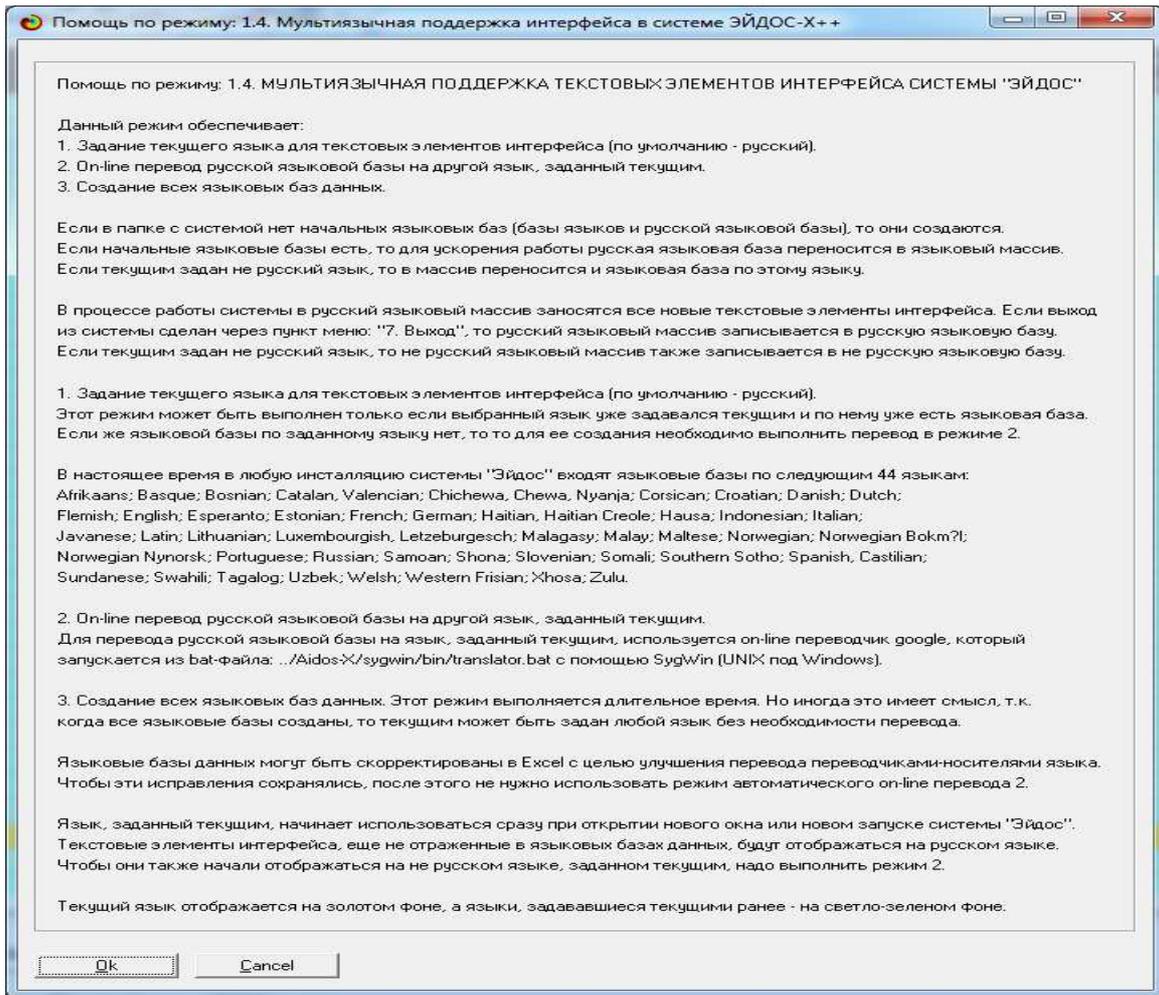
Учитывая, что система «Эйдос» широко используется во всем мире ее автором проф.Е.В.Луценко была реализована мультиязычная поддержка интерфейса, включающая 44 языка. Это все основные языки мира, использующие различные варианты латинского алфавита и кириллицу. Не поддерживаются языки, использующие другие алфавиты и иероглифы.

Главное окно режима поддержки мультиязычности приведено ниже (рисунок 24):



Рисунок 24. Главное окно режима поддержки мультиязычности

Вместо описания данного режима приведем экранную форму помощи по нему, в котором описаны его основные функции на данный момент.



10.5. Бизнес-план в формате Canvas

The Lean Canvas		Разработано Оли: Коурора стартапов «Вектор»	Разработано кем: руководителем проекта: Персональная интеллектуальная online среда «Эйдос» - проф. Е.В. Луценко	Дата: 12.11.2017	Верс v2.11
Проблема 1. Слабая заинтересованность руководства и специалистов учебных, научных и производственных организаций во внедрении интеллектуальных online технологий в основной процесс. 2. Полная отсутствие финансирования разработки и внедрения интеллектуальных online технологий в основной процесс как на уровне организаций, так и на региональном и федеральном уровне. 3. Отсутствие системы подготовки кадров и передачи опыта от старших поколений разработчиков в области разработки и внедрения интеллектуальных online технологий молодым разработчикам (отсутствие преемственности и научных школ).	Решение Разработка и внедрение online интеллектуальных технологий фактически является делом энтузиастов, к которым относится и руководитель проекта профессор Е.В. Луценко. Именно энтузиасты развивают данную проблематику фактически в свободное от основной работы время и за свой счет. Этого вполне достаточно для успешной реализации данного проекта, прежде всего потому, что за 30 лет развития системы "Эйдос" создан огромный задел: http://lc.kubagro.ru/	Уникальное ценностное предложение Руководитель проекта профессор Е.В. Луценко имеет 1-й рейтинг в этой области среди российских ученых, а также 3-й рейтинг по общему числу цитирований и 4-й по индексу Жирца среди ученых Краснодарского края. В текущих рейтингах старшего поколения России по интеллектуальному интеллекту РАН-2017 поднимался в двух номинациях до 1-й позиции, а в одной до 2-й позиции.	Нерывное конкурентное преимущество Исходный текст системы "Эйдос-online" занимает 2700 листов 10-и шрифтом http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X bit . Подобные системы разрабатываются десятилетиями и стоимостью такой разработки измеряется суммой около 1 миллиона долларов США.	Сегменты потребителей (клиентов) Высшие и средние образовательные учреждения, научные институты, производственные организации всех отраслей промышленности и агропромышленного комплекса, индивидуальные разработчики и пользователи online интеллектуальных приложений во всем мире.	
Существующие Альтернативы Никак перечисленные проблемы целенаправленно никак не решаются, а фактически решаются стихийно. Альтернативные решения на рынке отсутствуют.	Ключевые Метрики Привлечение. Основным каналом привлечения пользователей системы "Эйдос-online" является личный сайт руководителя проекта профессора Е.В. Луценко http://lc.kubagro.ru/ , который уже посетили более 500 тыс. посетителей с уникальными IP-адресами со всего мира. Дополнительными каналами являются: страница автора на сайте научного журнала КубГАУ http://lc.kubagro.ru/avtorwaiv.asp?id=11 (около 500 тыс. просмотров), а также сайт РИНЦ https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162 , на котором размещено 318 монографий и статей проф. Е.В. Луценко. Активация. С целью привлечения посетителей сайта с целью использования и освоения "Эйдос-online" она размещена в полном открытом бесплатном доступе, причем вместе с исходными текстами и большим количеством (более 100) подробно описанных учебных, научных и практических интеллектуальных приложений. Удержание. Система "Эйдос-online" постоянно развивается, в ней реализуются новые функциональные возможности, применение которых хорошо проиллюстрировано в статьях и монографиях, увеличиваясь количество локальных и облачных Эйдос-приложений, поэтому привлекательность системы для пользователей постоянно возрастает. Доход. Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос" и Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) обсуждается на тысячах сайтов	Концепт Высокого Уровня Персональная интеллектуальная online среда "Эйдос" является инструментом автоматизированного системно-когнитивного анализа, поддерживающим все функции технологического процесса превращения идеи в готовое интеллектуальное облачное Эйдос-приложение, которое непосредственно само по себе является решением задачи или проблемой пользователя или разработчика. Эти этапы следующие: когнитивно-целевая структуризация предметной области; формализация предметной области; синтез и верификация системно-когнитивной модели; повышение степени адекватности модели; применение модели для решения задач идентификации, классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования, поддержки принятия решений и научного исследования; модернизация предметной области путем исследования ее модели	Каналы Основным каналом передачи информации о проекте и его возможностях является личный сайт руководителя проекта профессора Е.В. Луценко: http://lc.kubagro.ru/ , который уже посетили более 500 тыс. посетителей с уникальными IP-адресами. Дополнительными каналами являются форум по автоматизированному системно-когнитивному анализу (АСК-анализу) и системе "Эйдос": http://profilytenko.vforum.ru/ , страница автора на сайте научного журнала КубГАУ http://lc.kubagro.ru/avtorwaiv.asp?id=11 в которых в настоящее время опубликовано 212 статей по АСК-анализу и системе "Эйдос" (более 500 тыс. просмотров), монографии и научные статьи, а также выступления на международных конференциях и симпозиумах, размещенные в РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162	Ранние последователи Высшие и средние образовательные учреждения, научные институты, производственные организации всех отраслей промышленности и агропромышленного комплекса, индивидуальные разработчики и пользователи online интеллектуальных приложений во всем мире.	
Структура Расходов Все работы по созданию, поддержанию и развитию системы "Эйдос-online", включая все сайты, монографии, статьи, патенты и т.п., обеспечиваются трудом руководителя проекта профессора Е.В. Луценко. Низкой стороной персонала для этого не привлекается. Часть интеллектуальных облачных Эйдос-приложений разрабатывается и размещается в открытом доступе в системе "Эйдос-online" под его руководством студентами, магистрантами, аспирантами и докторантами. На практике это означает, что стоимость привлечения новых посетителей, пользователей и разработчиков интеллектуальных облачных "Эйдос-приложений" и удержания уже имеющихся является практически нулевой.	Потоки Выручки Некоторые из посетителей сайтов с информацией о системе "Эйдос-online" начинают понимать, что с помощью этой технологии можно решить их проблемы. В образовательной сфере эта технология может быть успешно применена при проведении занятий по всем дисциплинам, связанным с искусственным интеллектом, управле знаниями, персоналом, интеллектуальными системами управления. В научной сфере она может быть успешно применена при разработке курсовых и дипломных, магистерских, кандидатских и докторских диссертаций. В практической сфере она может быть успешно применена для решения задач идентификации, прогнозирования и мониторинга при разработке систем управления объектами. Некоторая доля пользователей обращается за консультациями и другой помощью в решении этих задач к разработчику АСК-анализа и система "Эйдос-online" профессору Е.В. Луценко. Часть этих пользователей оплачивает озаглавленные им услуги.				

Lean Canvas is adapted from The Business Model Canvas (www.businessmodelgeneration.com/canvas)

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

Excel implementation by Neos Chronos Limited (<http://neochronos.com/>)

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/> or send a letter to Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

10.6. Выводы и перспективы (задача 4)

АСК-анализ представляет собой один из современных инновационных методов искусственно интеллекта, который имеет теоретическое обоснование и оснащен широко и успешно апробированным универсальным программным инструментарием, позволяющим решить эти вопросы не только как обычно на теоретическом концептуальном уровне, но и на практике [4-32]. АСК-анализ позволяет решать задачи обобщения, абстрагирования, идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования, поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования) и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели очень распространены в самых различных предметных областях и исследующих их научных направлениях. Существует и действует открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online среда для обучения и научных исследований, основанная на автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ) и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос». Принципиально важно, что библиотека облачных Эйдос-приложений может легко пополняться любыми пользователями системы «Эйдос» в мире, причем для этого не требуется никаких специальных разрешений и программирования²⁴. Размещение этих приложений в облачной библиотеке сразу делает их доступными всем пользователям системы «Эйдос» в мире. Это позволяет обмениваться пользователям и разработчикам Эйдос-приложений опытом решения различных задач, как учебного, так и научного характера, и по сути позволяет говорить о создании Эйдос-сообщества.

Резюме.

Задача-4: разработка этапов достижения цели с применением выбранного метода. Для достижения сформулированной цели и решения поставленных задач 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.

Соответственно, АСК-анализ имеет следующие этапы: 1) когнитивно-целевая структуризация предметной области; 2) формализация предметной области (формирование классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки); 3) синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей; 4) решение задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования наиболее достоверных из созданных моделей.

²⁴ Добавление локальных встроенных учебных приложений требует несложного (типового) программирования.

ГЛАВА 11. ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В АСК-АНАЛИЗЕ

Целью исследования в части III является разработка инновационной интеллектуальной технологии исследования влияния экологических факторов на различные аспекты качества жизни населения региона.

В главе 17 сформулированы задачи, которые необходимо решить для достижения данной цели. Эти задачи получены в результате декомпозиции цели и являются этапами ее достижения.

Последующие главы 18, 19 и 20 посвящены решению этих задач.

В главе 18 решены следующие задачи:

- 1) обоснование актуальности достижения поставленной цели;
- 2) исследование характеристик исходных данных и обоснование требований к методу достижения цели;
- 3) выбор метода по обоснованным критериям;

В главе 19 решена задача:

- 4) разработка этапов достижения цели с применением выбранного метода;

В данной 20-й главе описанное решение задач:

- 5) провести когнитивно-целевую структуризацию предметной области;
- 6) выполнить формализацию предметной области (разработку классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки);
- 7) осуществить синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологических факторов на качество жизни населения региона;
- 8) Решить задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области в наиболее достоверной из созданных моделей.

Рассмотрим решение этих задач подробнее.

11.1. Когнитивно-целевая структуризация предметной области (задача-5)

На данном этапе АСК-анализа решается Задача-5: провести когнитивно-целевую структуризацию предметной области.

В результате когнитивной структуризации мы решаем, что и на основе чего мы хотим узнать. В данном случае результатом когнитивно-целевой структуризации предметной области является решение о том, что мы хотим выяснить какова сила и направление влияния экологических факторов на продолжительность жизни причины смерти по регионам России. Соответственно в таблице исходных данных определяются колонки с классификационными шкалами и колонки с описательными шкалами. Это

единственный не автоматизированный этап АСК-анализа. Все последующие его этапы выполняются в системе «Эйдос».

В таблице 1 главы 18 соответствующие колонки с классификационными шкалами выделены ярко-желтым и светло-желтым фоном, а с описательными шкалами – светло-зеленым и светло-голубым фоном.

11.2. Формализация предметной области (задача-6)

В результате формализация предметной области база исходных данных, представленная в таблице 1, *нормализуется*, т.е. разрабатываются справочники классификационных и описательных шкал и градаций, с использованием которых исходные данные кодируются и создаются база событий (эвентологическая база данных) и обучающая выборка (рисунок 1).

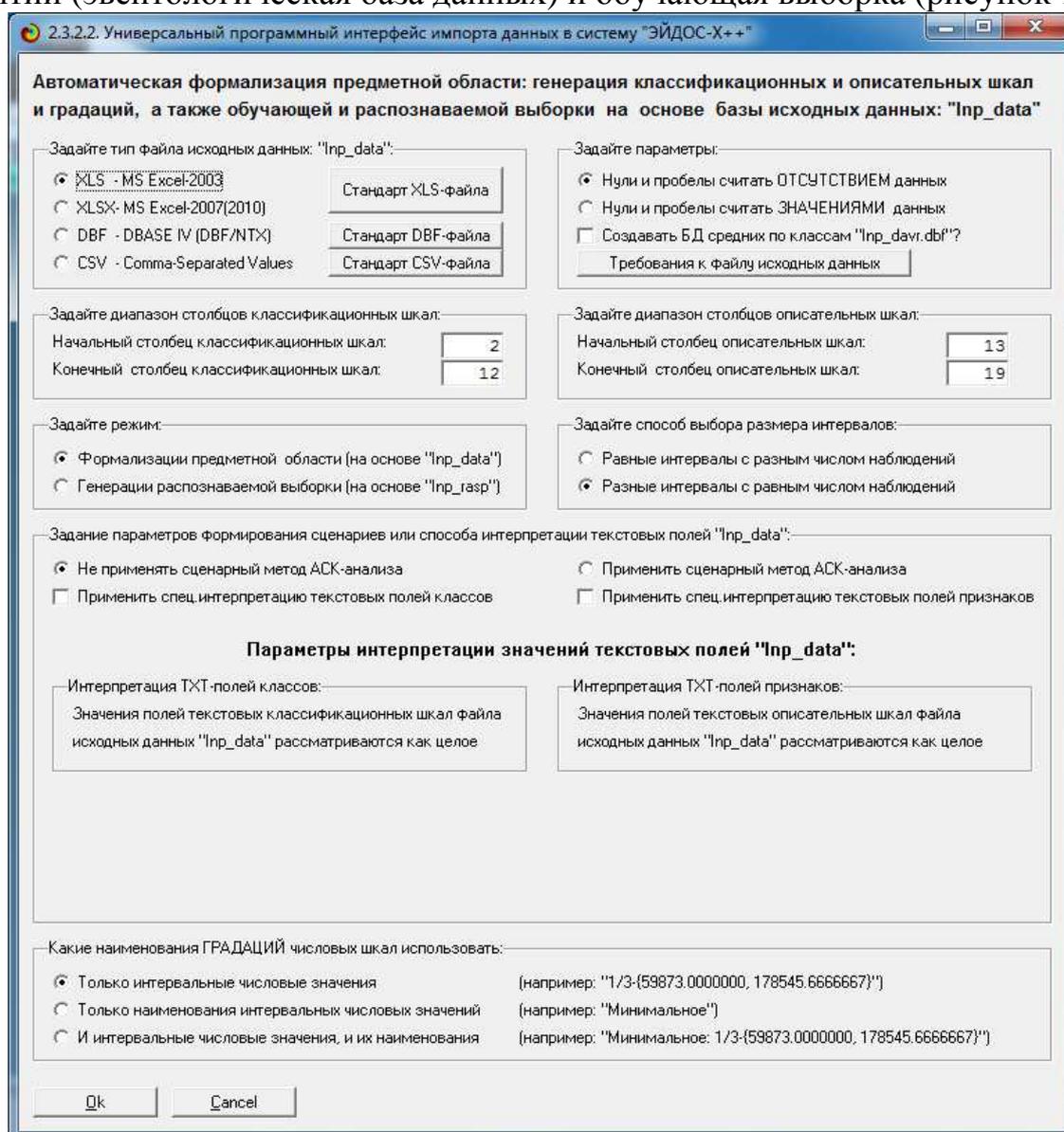
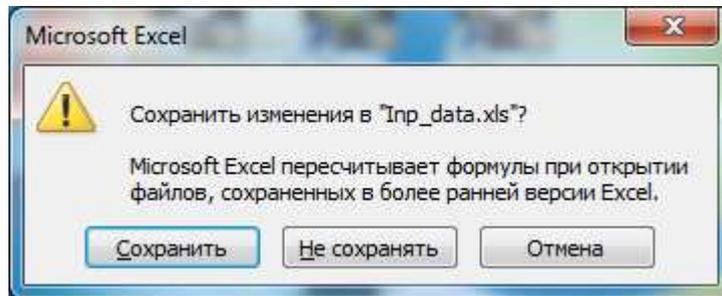


Рисунок 1. Экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных)

Для автоматической формализации предметной области выполняем в системе «Эйдос» режим 2.3.2.2 с параметрами, указанными на рисунке 1.

Если после запуска этого режима за заднем фоне за всеми окнами появится окно:



на котором нужно выбрать вариант «Сохранить» или «Не сохранять». Это окно появляется потому, что в Excel-файле есть несколько страниц и расчетные колонки.

После этого появляется окно внутреннего калькулятора (рисунок 2), на котором надо задать 3 градации в классификационных шкалах и 10 градаций в описательных шкалах, а затем «Пересчитать шкалы и градации» и затем «Выйти на создание модели».

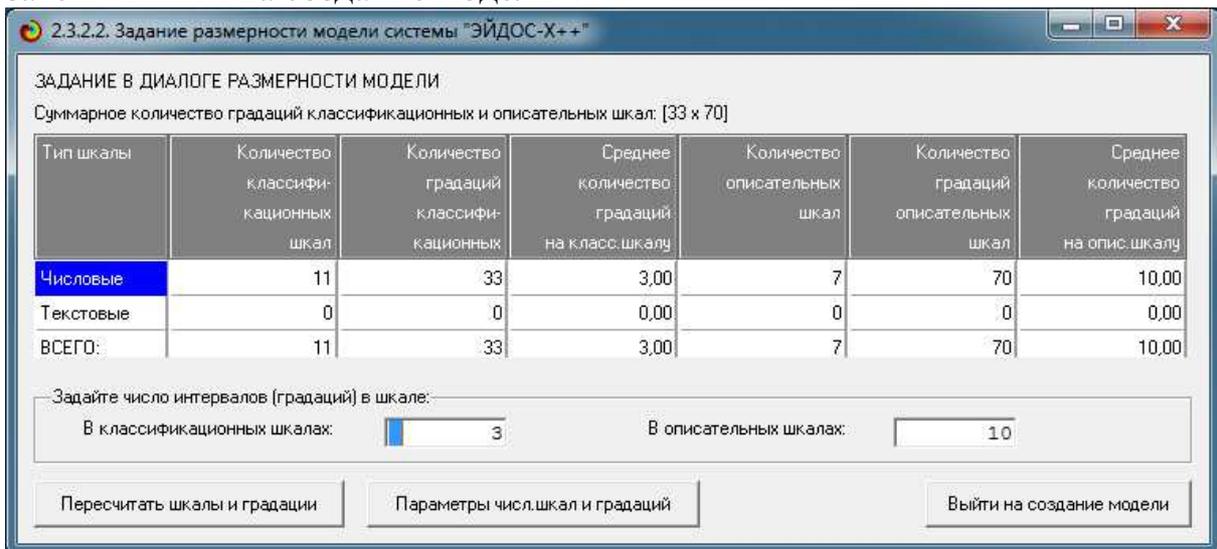


Рисунок 2.Экранная форма внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных)

Именно такое число градаций на шкалах рекомендуется выбрать в связи с малым объемом выборки, чтобы все интервальные значения были представлены наблюдениями. Были проведены численные эксперименты по созданию и оценке достоверности моделей при разном количестве и типе интервальных числовых значений в классификационных и описательных шкалах. В результате этих численных экспериментов была определена наиболее достоверная системно-когнитивная модель (СК-модель) Inf3 с 3 адаптивными интервалами классификационных шкал и 10 адаптивными интервалами описательных шкал.

Формализация предметной области происходит быстро (за 2 секунды). При том выполняются этапы, перечисленные на экранной форме отображения стадии исполнения, представленной на рисунке 3:

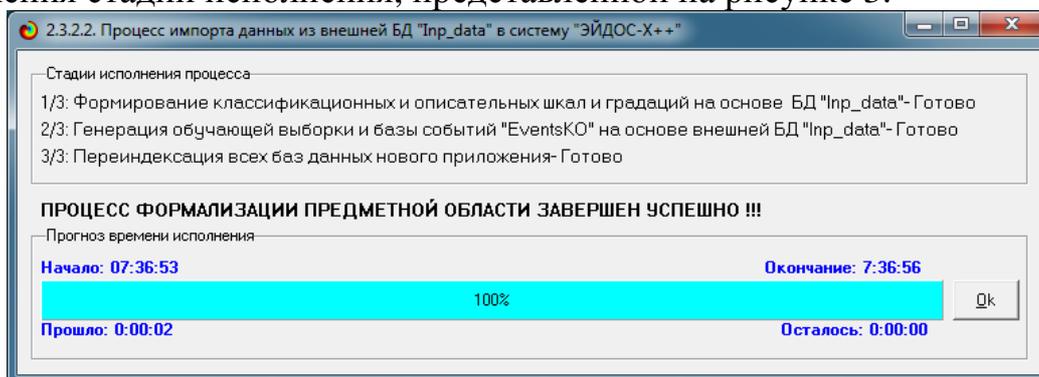


Рисунок 3. Итоговая экранная форма отображения стадии исполнения этапа формализации предметной области

Созданные в результате формализации предметной области классификационные и описательные шкалы и градации приведены в таблицах 1 и 2, а также на рисунке 4.

Таблица 1 – Классификационные шкалы и градации

Код	Наименование
1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-1/3-{61.7900000, 69.1900000}
2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-2/3-{69.1900000, 70.5600000}
3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-{70.5600000, 78.8400000}
4	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-1/3-{56.3700000, 63.1700000}
5	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-2/3-{63.1700000, 64.7800000}
6	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.7800000, 75.9700000}
7	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-1/3-{66.4200000, 75.2600000}
8	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-2/3-{75.2600000, 76.3000000}
9	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-3/3-{76.3000000, 81.3200000}
10	УМЕРШИХ ОТ ИНФ.И ПАРАЗ.БОЛЕЗНЕЙ-1/3-{4.5380000, 13.1490000}
11	УМЕРШИХ ОТ ИНФ.И ПАРАЗ.БОЛЕЗНЕЙ-2/3-{13.1490000, 23.9520000}
12	УМЕРШИХ ОТ ИНФ.И ПАРАЗ.БОЛЕЗНЕЙ-3/3-{23.9520000, 67.8190000}
13	УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-1/3-{1.8800000, 6.8250000}
14	УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-2/3-{6.8250000, 12.1160000}
15	УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-3/3-{12.1160000, 59.4620000}
16	УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-1/3-{47.5850000, 184.0910000}
17	УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-2/3-{184.0910000, 221.1180000}
18	УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-3/3-{221.1180000, 270.5830000}
19	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.СИСТ.КРОВООБРАЩЕНИЯ-1/3-{184.5330000, 639.1500000}
20	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.СИСТ.КРОВООБРАЩЕНИЯ-2/3-{639.1500000, 752.7070000}
21	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.СИСТ.КРОВООБРАЩЕНИЯ-3/3-{752.7070000, 1150.0020000}
22	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ДЫХАНИЯ-1/3-{7.8190000, 44.7780000}
23	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ДЫХАНИЯ-2/3-{44.7780000, 62.8120000}
24	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ДЫХАНИЯ-3/3-{62.8120000, 105.8750000}
25	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ПИЩЕВАРЕНИЯ-1/3-{5.8090000, 56.8460000}
26	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ПИЩЕВАРЕНИЯ-2/3-{56.8460000, 70.4940000}
27	УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ПИЩЕВАРЕНИЯ-3/3-{70.4940000, 113.5710000}
28	УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-1/3-{23.5830000, 130.7180000}
29	УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-2/3-{130.7180000, 159.4150000}
30	УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-3/3-{159.4150000, 326.8820000}
31	ВСЕГО УМЕРШИХ НА 100 ТЫС.ЧЕЛ.-1/3-{288.1930000, 1112.5420000}
32	ВСЕГО УМЕРШИХ НА 100 ТЫС.ЧЕЛ.-2/3-{1112.5420000, 1296.7050000}
33	ВСЕГО УМЕРШИХ НА 100 ТЫС.ЧЕЛ.-3/3-{1296.7050000, 1741.4580000}

Таблица 2 – Описательные шкалы и градации

Код	Наименование
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-1/10-{24.8000000, 57.1000000}
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-2/10-{57.1000000, 98.7000000}
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-3/10-{98.7000000, 129.2000000}
4	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-4/10-{129.2000000, 142.4000000}
5	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-5/10-{142.4000000, 216.9000000}
6	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-6/10-{216.9000000, 304.5000000}
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-7/10-{304.5000000, 386.7000000}
8	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-8/10-{386.7000000, 549.1000000}
9	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-9/10-{549.1000000, 851.4000000}
10	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-10/10-{851.4000000, 3225.2000000}
11	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-1/10-{2.1276596, 14.7270115}
12	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-2/10-{14.7270115, 22.3693893}
13	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-3/10-{22.3693893, 28.0522430}
14	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-4/10-{28.0522430, 36.5671642}
15	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-5/10-{36.5671642, 42.8623452}
16	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-6/10-{42.8623452, 48.9637306}
17	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-7/10-{48.9637306, 56.4532020}
18	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-8/10-{56.4532020, 65.2291105}
19	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-9/10-{65.2291105, 79.7988761}
20	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-10/10-{79.7988761, 93.3247754}
21	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-1/10-{6.6752246, 16.8415792}
22	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-2/10-{16.8415792, 32.2338831}
23	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-3/10-{32.2338831, 42.0785219}
24	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-4/10-{42.0785219, 48.8095238}
25	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-5/10-{48.8095238, 54.1058555}
26	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-6/10-{54.1058555, 61.3622902}
27	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-7/10-{61.3622902, 66.9278997}
28	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-8/10-{66.9278997, 75.8028379}
29	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-9/10-{75.8028379, 82.8274760}
30	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-10/10-{82.8274760, 97.8723404}
31	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-1/10-{1.0000000, 37.0000000}
32	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-2/10-{37.0000000, 141.0000000}
33	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-3/10-{141.0000000, 226.0000000}
34	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-4/10-{226.0000000, 442.0000000}
35	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-5/10-{442.0000000, 628.0000000}
36	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-6/10-{628.0000000, 728.0000000}
37	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-7/10-{728.0000000, 1287.0000000}
38	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-8/10-{1287.0000000, 1922.0000000}
39	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-9/10-{1922.0000000, 3191.0000000}
40	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-10/10-{3191.0000000, 12376.0000000}
41	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-1/10-{0.5154639, 4.9939099}
42	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-2/10-{4.9939099, 8.1674674}
43	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-3/10-{8.1674674, 9.8726115}
44	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-4/10-{9.8726115, 12.7908856}
45	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-5/10-{12.7908856, 17.0149254}
46	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-6/10-{17.0149254, 20.7207207}
47	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-7/10-{20.7207207, 26.2362637}
48	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-8/10-{26.2362637, 30.3069607}
49	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-9/10-{30.3069607, 39.2857143}
50	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%-10/10-{39.2857143, 87.1827013}
51	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-1/10-{2.5000000, 8.9000000}
52	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-2/10-{8.9000000, 12.5000000}
53	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-3/10-{12.5000000, 22.7000000}
54	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-4/10-{22.7000000, 26.8000000}
55	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-5/10-{26.8000000, 30.7000000}
56	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-6/10-{30.7000000, 36.0000000}
57	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-7/10-{36.0000000, 39.1000000}
58	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-8/10-{39.1000000, 45.8000000}
59	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-9/10-{45.8000000, 52.8000000}
60	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-10/10-{52.8000000, 100.0000000}
61	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-1/10-{3.0000000, 4.8000000}
62	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-2/10-{4.8000000, 9.6000000}
63	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-3/10-{9.6000000, 12.3000000}
64	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-4/10-{12.3000000, 14.4000000}
65	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-5/10-{14.4000000, 18.6000000}
66	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-6/10-{18.6000000, 24.2000000}
67	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-7/10-{24.2000000, 27.7000000}
68	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-8/10-{27.7000000, 32.2000000}
69	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-9/10-{32.2000000, 38.7000000}
70	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%-10/10-{38.7000000, 55.6000000}

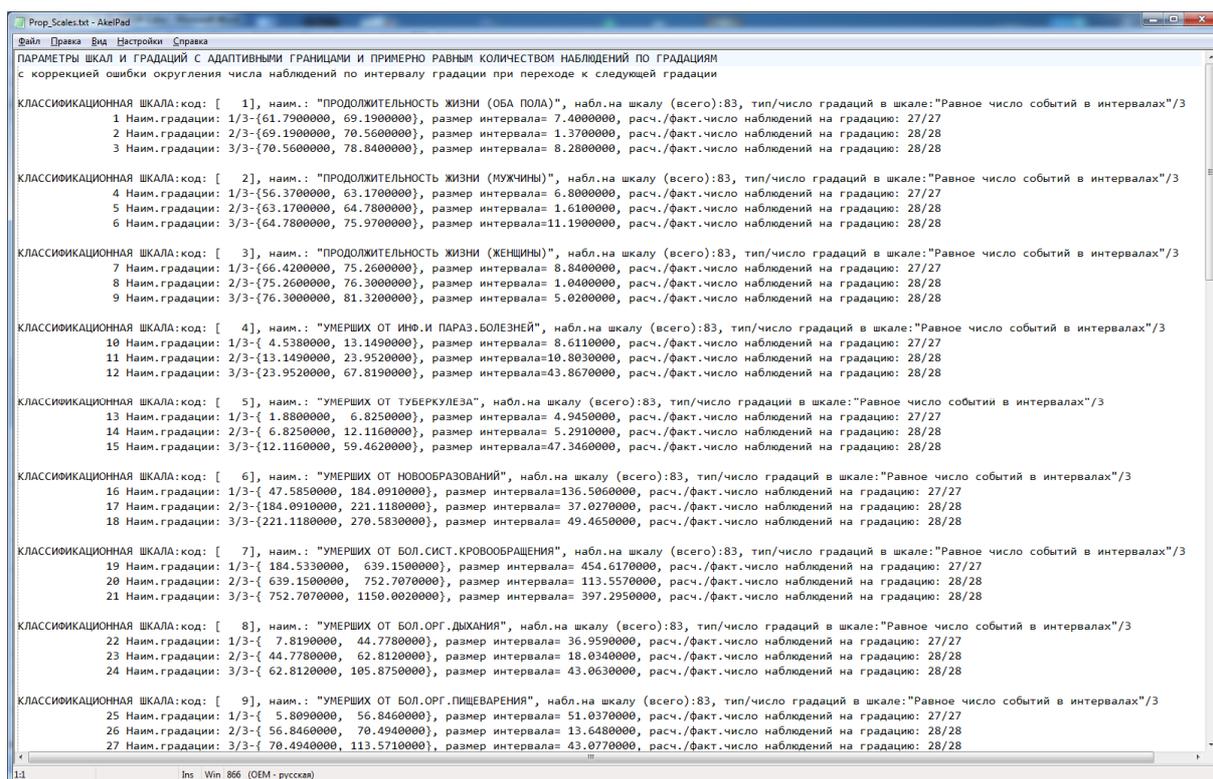
Обучающая выборка (таблица 3) представляет собой базу исходных данных (таблица 1 ukfds 18), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 1, 2), т.е. это нормализованная с их помощью база исходных данных.

Таблица 3 – Обучающая выборка

Объект обучающей выборки	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19
Алтайский край	2	5	8	12	15	18	20	24	25	29	32	8	16	25	32		52	
Амурская область	1	4	7	12	15	17	20	23	26	30	33	5	18	23	35	42	57	68
Архангельская область	2	5	8	10	13	18	20	22	26	29	32	7	19	23	37	49	54	66
Астраханская область	3	6	9	12	15	17	20	22	25	28	32	6	18	23	31		58	64
Белгородская область	3	6	9	10	13	17	21	23	25	28	32	6	15	26	39	45	59	68
Брянская область	2	5	9	11	14	17	21	23	27	30	33	3	14	27	40	45	57	69
Владимирская область	1	4	8	10	14	18	21	23	27	29	33	4	13	28	38	47	59	70
Волгоградская область	3	6	9	11	15	18	20	24	27	28	32	7	16	26	35	43	57	67
Вологодская область	2	5	8	10	13	17	21	23	27	29	33	9	20	21	35	47	57	69
Воронежская область	3	6	9	10	13	17	21	24	26	29	32	7	13	29	33		58	61
г. Москва	3	6	9	10	13	17	19	22	25	28	31	10	11	30	32	46	51	62
г. Санкт-Петербург	3	6	9	12	13	18	20	22	25	28	32	8	11	30	31			
Еврейская автономная область	1	4	7	12	15	18	21	23	27	30	33	1	18	23	34	46	53	65
Забайкальский край	1	4	7	12	15	16	19	24	25	30	32	6	17	24	37	41	53	62
Ивановская область	2	5	8	11	13	17	20	24	27	28	32	4	12	29	40	48	58	70
Иркутская область	1	4	7	12	15	17	20	24	27	30	33	10	19	22	38	41	54	62
Кабардино-Балкарская Республика	3	6	9	11	14	16	19	22	25	28	31	2	11	30				
Калининградская область	2	6	8	11	14	17	20	22	26	29	32	4	11	30	34	46	55	62
Калужская область	2	5	8	11	14	18	21	23	27	29	33	3	11	30	40	49	53	69
Камчатский край	1	4	7	11	15	16	19	22	26	29	31	2	14	27	32	48		65
Карачаево-Черкесская Республика	3	6	9	10	13	16	19	22	25	28	31	2	14	27	31	50	52	69
Кемеровская область	1	4	7	12	15	18	20	23	26	30	32	10	20	21	36	47	53	67
Кировская область	2	5	8	10	13	17	21	24	26	30	33	5	16	25	33		56	67
Костромская область	2	5	8	10	13	18	21	23	26	28	33	3	16	25	36	43	54	69
Краснодарский край	3	6	9	11	14	17	20	22	26	28	31	9	13	28	33	41	51	63
Красноярский край	1	5	7	12	15	18	19	24	26	30	32	10	20	21	38	49	56	63
Курганская область	1	4	7	12	15	18	20	24	26	30	33	4	15	26	37	42	58	65
Курская область	2	5	8	11	14	18	21	24	26	28	32	4	13	28	40	46	51	61
Ленинградская область	2	5	8	12	14	18	21	23	27	30	33	8	18	23	36	48	60	69
Липецкая область	3	5	9	10	13	17	20	24	25	29	32	8	19	22	36	45	57	67
Магаданская область	1	4	7	11	14	17	19	23	26	30	31	1	17	25			60	66
Московская область	3	6	8	11	13	18	21	22	26	28	33	10	12	29	40	44	55	68
Мурманская область	2	6	7	10	13	16	19	22	26	28	31	7	19	22	31		56	65
Ненецкий автономный округ	1	4	7	10	13	16	19	22	25	30	31	2	20	21	31	47	53	62
Нижегородская область	2	4	8	11	14	18	21	22	27	28	33	8	13	28	40	43	59	70
Новгородская область	1	4	7	11	14	18	21	23	27	30	33	3	15	26	38	50	59	68
Новосибирская область	2	5	8	12	15	17	20	23	25	29	32	8	15	26	33	43	60	
Омская область	2	5	8	12	15	17	20	24	25	29	32	7	18	24	35	41	59	65
Оренбургская область	1	4	7	12	15	18	21	23	26	29	33	9	19	23	32	46	56	61
Орловская область	2	5	8	10	13	18	21	23	27	28	33	3	12	29	38	44	52	65
Пензенская область	3	6	9	10	13	17	21	23	27	29	33	4	12	29	37	42	52	64
Пермский край	1	4	7	12	15	17	21	23	27	30	33	9	18	24	38	44	55	67
Приморский край	1	4	7	12	15	17	20	23	27	29	33	8	16	26	39	48	57	70
Псковская область	1	4	7	11	14	18	21	24	27	30	33	3	13	29	35	45	54	68
Республика Адыгея	3	6	9	11	14	17	21	22	25	28	32	1	12	29	32	43	58	61
Республика Алтай	1	4	7	12	15	16	19	24	25	30	31	1	13	28	34		51	61
Республика Башкортостан	2	5	8	11	14	16	19	24	25	29	31	9	18	24	39	44	53	62
Республика Бурятия	1	4	7	11	14	16	19	24	26	30	32	5	17	24	37	50	52	63
Республика Дагестан	3	6	9	10	13	16	19	23	25	28	31	6	11	30	36	45	52	64
Республика Ингушетия	3	6	9	10	14	16	19	22	25	28	31	1	11	30	31	49	58	67
Республика Калмыкия	3	6	9	11	14	16	19	22	25	29	31	1	12	30	32	49	55	66
Республика Карелия	1	4	7	11	14	18	21	22	26	29	33	5	18	23	35	48	58	65
Республика Коми	2	5	8	11	14	17	19	23	27	30	31	9	20	21	36	48	60	68
Республика Марий Эл	2	4	8	10	13	16	20	24	27	30	32	2	15	27	37	43	53	64
Республика Мордовия	2	6	9	10	13	16	20	24	25	29	32	2	15	27	33	43	56	64
Республика Саха (Якутия)	1	5	7	10	13	16	19	22	25	30	31	6	18	23	33	47	54	64
Республика Северная Осетия-Алания	3	6	9	10	14	16	20	22	26	28	31	2	11	30				
Республика Татарстан	3	6	9	11	13	16	19	23	25	28	31	9	17	25	38	44	56	64
Республика Тыва	1	4	7	12	15	16	19	24	26	30	31	1	16	25	35	41	51	61
Республика Хакасия	1	4	7	11	15	17	20	24	26	30	32	4	19	22	32	49	51	63
Ростовская область	3	6	8	12	15	17	21	22	26	28	32	8	14	27	37	46	60	67

Рязанская область	3	5	9	10	13	18	21	24	26	28	33	6	16	26	39	42	57	69
Самарская область	2	5	8	12	15	17	20	23	26	30	32	9	16	25	34	48	57	69
Саратовская область	3	6	8	12	14	16	20	23	27	29	32	7	13	28	38	42	55	66
Сахалинская область	1	4	7	11	15	18	20	23	27	30	32	4	17	24	33	50	52	66
Свердловская область	2	5	8	12	15	18	20	23	26	29	32	10	19	22	39		58	66
Смоленская область	1	4	7	11	15	17	20	24	27	29	33	5	15	27	39	50	54	70
Ставропольский край	3	6	9	10	14	16	20	22	25	28	31	7	12	29	33	41	59	70
Тамбовская область	3	6	9	10	13	17	20	24	26	29	32	5	14	27	32	42		
Тверская область	1	4	7	12	15	18	21	23	27	30	33	5	14	28	40	47	58	70
Томская область	2	5	8	11	13	17	19	24	26	29	31	8	19	22	36	49	56	63
Тульская область	2	5	8	11	14	18	21	24	27	29	33	7	17	24	36	44	56	63
Тюменская область	3	6	9	12	14	16	19	22	25	28	31	10	20	21	39	47	60	62
Удмуртская Республика	2	5	9	11	14	16	19	24	27	29	31	6	17	24	34	50	55	66
Ульяновская область	2	5	8	12	14	18	21	22	25	29	33	3	14	28	34	44	51	65
Хабаровский край	1	4	7	12	15	17	21	23	27	30	33	6	17	25	34	45	54	68
Ханты-Мансийский автономный округ - Югра	3	6	9	11	13	16	19	22	25	28	31	10	20	21	34	49	60	61
Челябинская область	2	5	8	12	15	18	20	24	26	29	32	10	19	22	37	41	55	67
Чеченская Республика	3	6	8	10	13	16	19	22	25	28	31	3	12	29	35	42	54	66
Чувашская Республика	3	5	9	10	13	16	19	24	27	30	31	2	14	28	39	46	55	62
Чукотский автономный округ	1	4	7	12	15	16	19	22	27	30	31	1	20	22	31	50	60	
Ямало-Ненецкий автономный округ	3	6	8	10	14	16	19	22	25	28	31	9	20	21	31	50	53	68
Ярославская область	2	5	9	10	14	18	21	23	27	29	33	5	15	26	40	45	59	70

Колонки в таблице 3 представляют собой классификационные и описательные шкалы. Их наименования приведены на рисунке 4 и в таблице 1 главы 18.



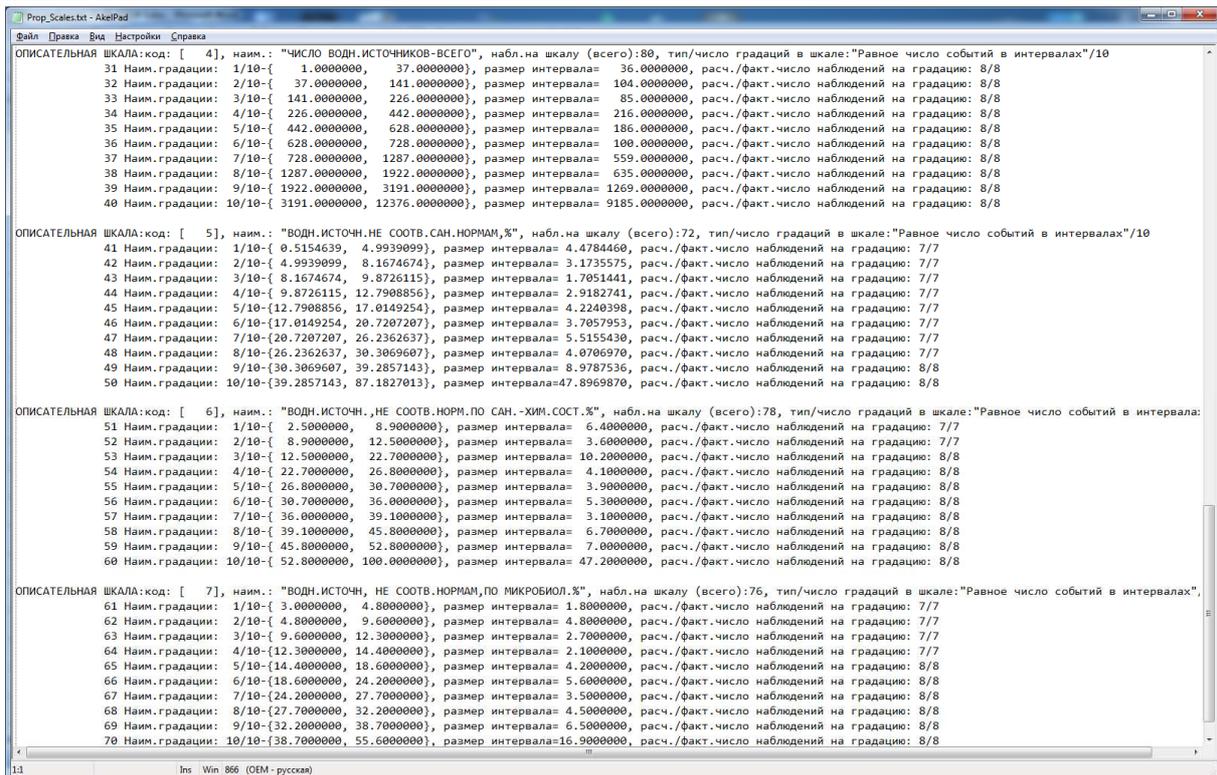
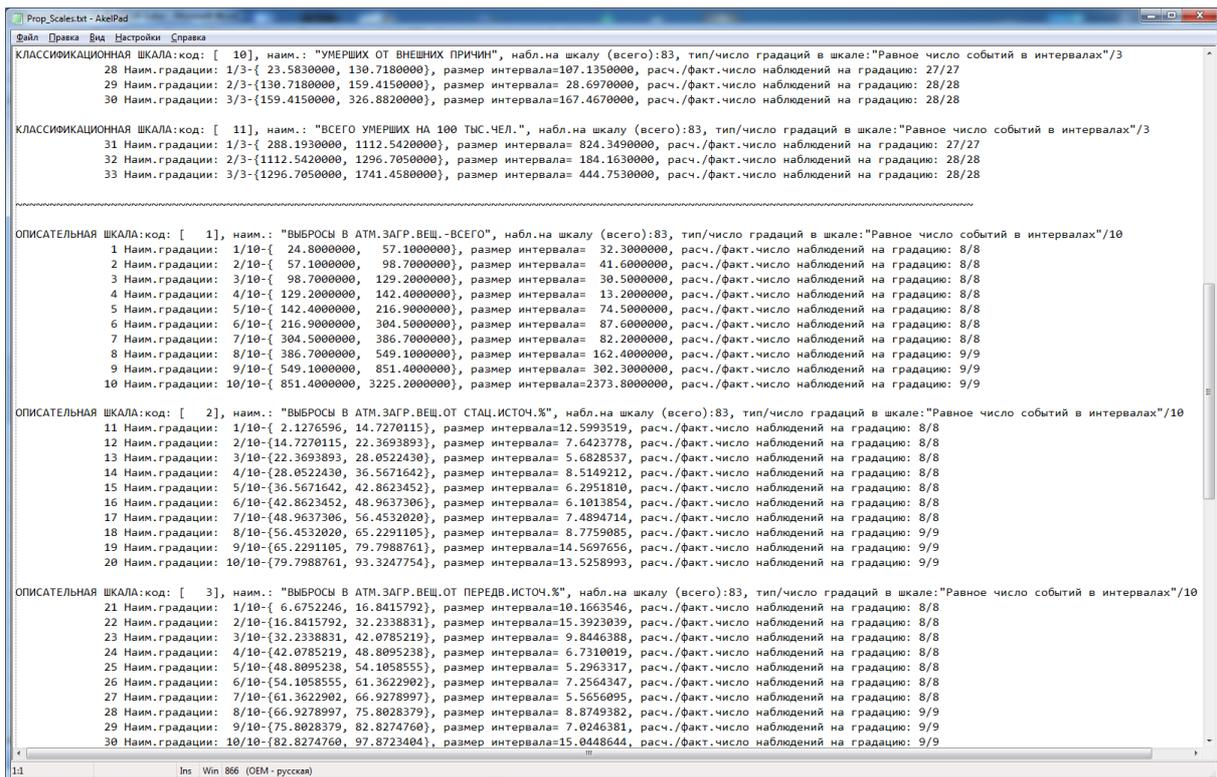


Рисунок 4. Классификационные и описательные шкалы и градации

Резюме.

Задача-6: выполнить формализацию предметной области (разработку классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки). В результате формализация предметной области на основе анализа баз исходных данных разрабатываются справочники классификационных и

описательных шкал и градаций, с использованием которых исходные данные кодируются и создаются база событий (эвентологическая база данных) и обучающая выборка. Обучающая выборка по сути представляет собой нормализованную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций базу исходных данных.

11.3. Синтез и верификация модели (задача-7)

Этот этап АСК-анализа выполняется в режиме 3.5 системы «Эйдос» при следующих параметрах (рисунок 5):

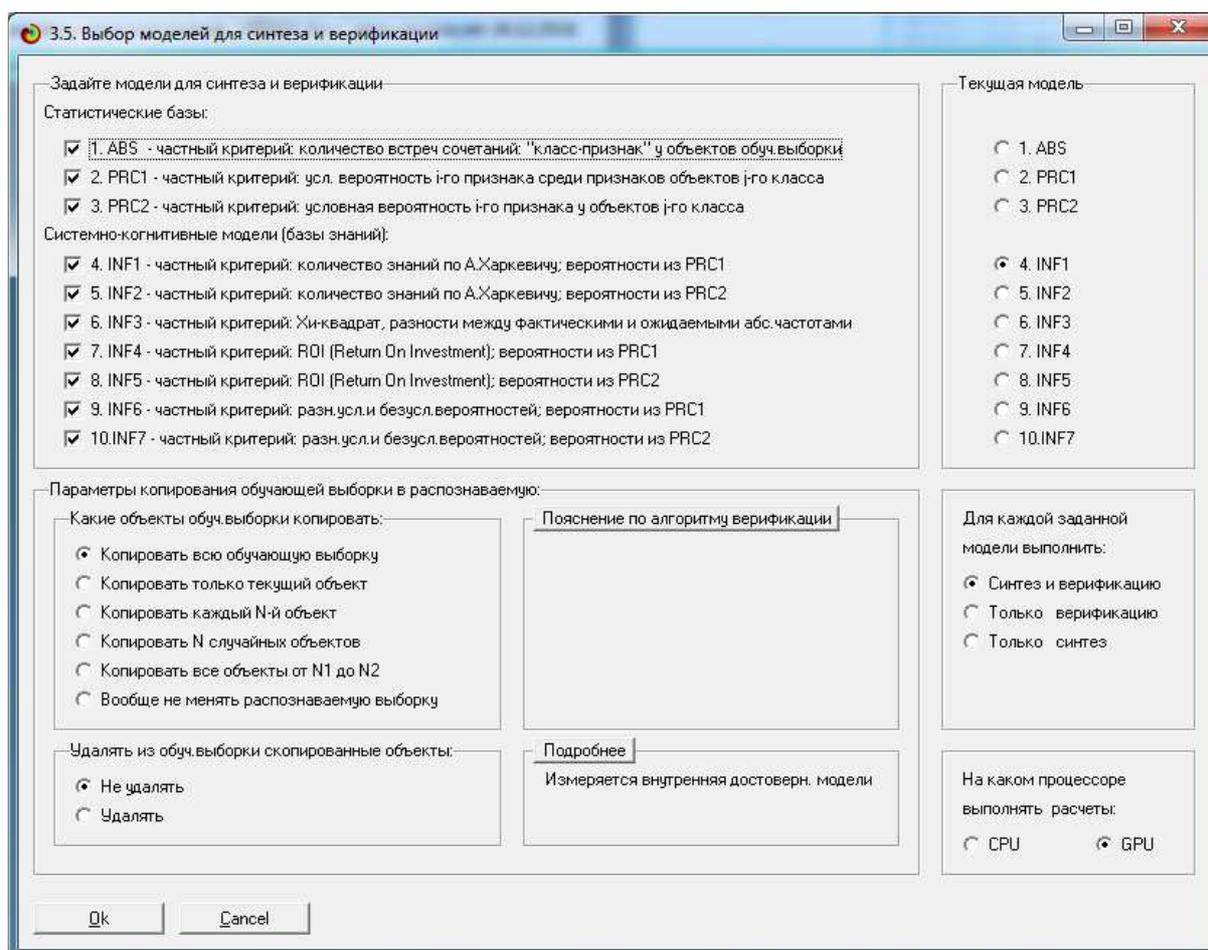


Рисунок 5. Экранная форма параметров синтеза и верификации модели

Обратим внимание на то, что на рисунке 5 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессор (GPU)».

На рисунке 6 показана итоговая форма отображения стадии исполнения этого режима.

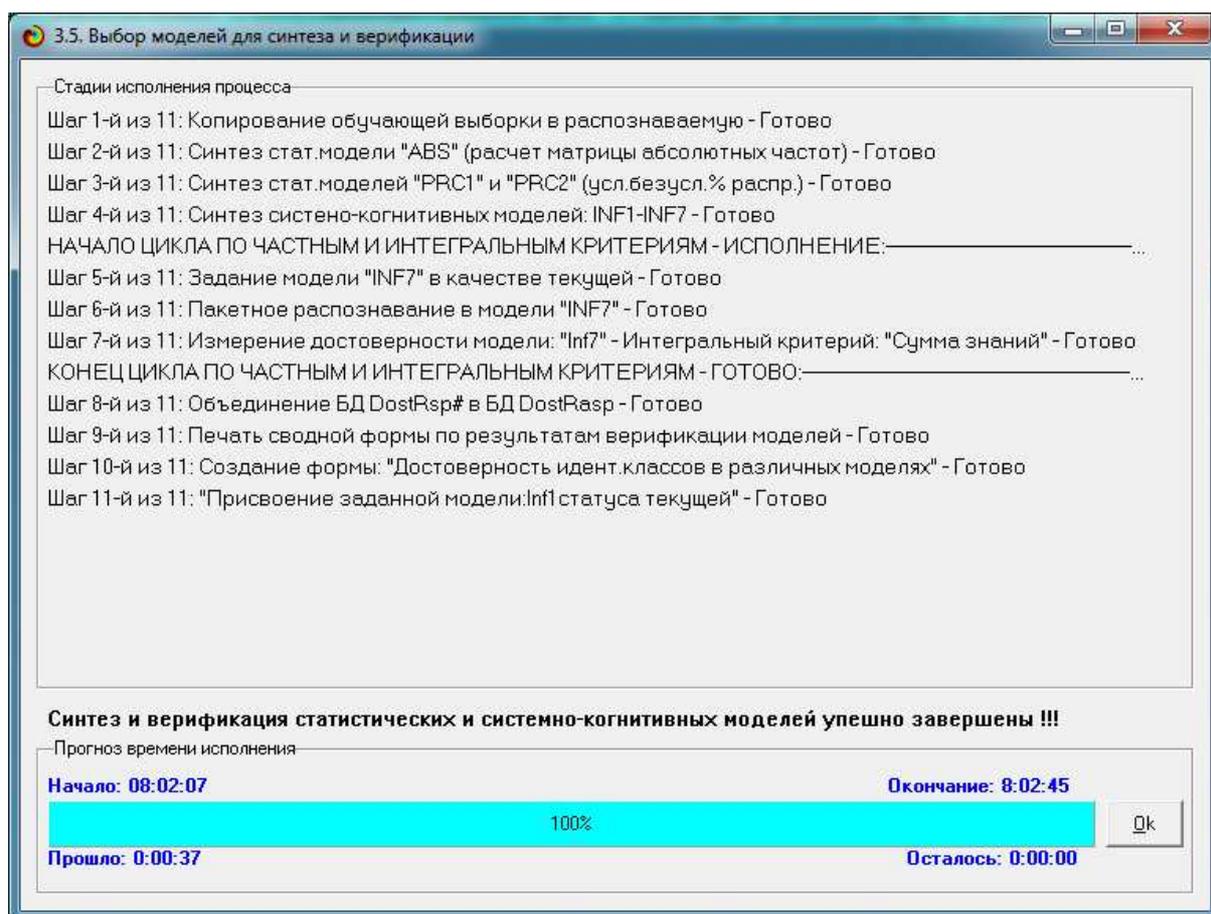


Рисунок 6. Итоговая экранная форма отображения стадии исполнения этапа синтеза и верификации модели

В результате созданы и верифицированы все модели, приведенные на рисунке 5. Из рисунка 6 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 37 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможным обработку реальных текстов за разумное время. 99,9% времени исполнения заняли не сами синтез и верификации моделей, а расчет 10 выходных форм.

Из формы, представленной на рисунке 7, видно, что достоверность системно-когнитивных моделей (моделей знаний) достаточно высока для данной предметной области, на основе чего можно обоснованно говорить об определенной степени зависимости продолжительности жизни и причин смерти от экологической обстановки:

Из экранной формы на рисунке 7 видно наилучшей моделью по L1-критерию [1] является модель INF3 с интегральным критерием «сумма знаний». Само значение L1-критерия равно 0,885, что является достаточно хорошим результатом для данной предметной области.

4.13.6. Обобщенная форма по достов. моделям при разн. крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	ложн. итель. (FF)	Число ложн. отрицатель. решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Риббергена	Сумма мод... уровен. со... истинно-поло... решений (ST...)	Сумма мод... уровен. со... истинно-отри... решений (ST...)	Сумма мод... уровен. со... ложно-поло... решений (SFP)	Сумма мод... уровен. со... ложно-отри... решений (SF...)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е. В. Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "1.клас...	Корреляция абс. частот с обр...	489	86	0.628	0.906	0.742	308.449	357.126	75.513	7.867	0.803	0.975	0.881
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "1.клас...	Сумма абс. частот по признак...	1826		0.333	1.000	0.500	567.757		748.378		0.431	1.000	0.603
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность и-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	491	87	0.627	0.905	0.741	308.450	357.126	75.513	7.867	0.803	0.975	0.881
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность и-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...	1826		0.333	1.000	0.500	549.202		724.289		0.431	1.000	0.603
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность и-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	492	87	0.627	0.905	0.740	308.449	357.126	75.513	7.867	0.803	0.975	0.881
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность и-го признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...	1826		0.333	1.000	0.500	553.925		730.284		0.431	1.000	0.603
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу в...	Семантический резонанс зна...	543	121	0.593	0.867	0.705	304.841	377.451	87.344	18.251	0.777	0.944	0.852
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу в...	Сумма знаний	375	182	0.661	0.801	0.724	203.962	399.308	45.282	25.208	0.818	0.890	0.853
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу в...	Семантический резонанс зна...	541	121	0.594	0.867	0.705	304.505	377.121	87.236	18.244	0.777	0.943	0.852
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу в...	Сумма знаний	402	179	0.646	0.804	0.716	208.033	408.958	47.525	25.901	0.814	0.889	0.850
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактик...	Семантический резонанс зна...	475	86	0.635	0.906	0.747	307.649	371.544	72.017	8.612	0.810	0.973	0.884
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактик...	Сумма знаний	474	87	0.635	0.905	0.746	258.299	310.739	59.641	7.201	0.812	0.973	0.885
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Семантический резонанс зна...	429	136	0.644	0.851	0.733	277.442	325.779	64.702	16.812	0.811	0.943	0.872
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Сумма знаний	663	93	0.553	0.898	0.684	256.376	177.481	79.327	6.977	0.762	0.974	0.855
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Семантический резонанс зна...	429	135	0.645	0.852	0.734	276.033	326.598	64.886	16.854	0.811	0.943	0.872
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Сумма знаний	657	83	0.558	0.909	0.692	261.131	182.336	82.628	7.386	0.760	0.972	0.853
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	435	140	0.640	0.847	0.729	272.736	320.727	65.335	16.601	0.807	0.943	0.869
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Сумма знаний	655	87	0.558	0.905	0.690	250.640	176.085	78.894	6.981	0.761	0.973	0.854
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	434	140	0.640	0.847	0.729	273.482	321.727	65.562	16.647	0.807	0.943	0.869
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний	651	86	0.560	0.906	0.692	255.169	180.864	81.540	7.391	0.758	0.972	0.852

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TP, TN, FP, FN | (TP-FP), (TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал отглаживания

Рисунок 7. Экранная форма с оценкой достоверности моделей с разными частными и интегральными критериями и мерами достоверности

На рисунке 8 приведено описание критериев достоверности моделей, применяемых в АСК-анализе и системе «Эйдос».

Ниже приведены фрагменты моделей Abs, Prc2 и Inf3 (рисунки 9, 10, 11).

На основе модели Abs (матрица абсолютных частот) принимать решения не целесообразно из-за (рисунок 9) и разного количества примеров по классам (обобщенным категориям). В модели Prc2 (условные и безусловные процентные распределения, рисунок 10) зависимость представленных в модели значений от числа примеров по классам снята, но для принятия решений на основе этой модели необходимо **вручную** сравнивать значения условных и безусловных вероятностей, что трудоемко и едва ли возможно при больших размерностях моделей. Модель знаний Inf3 (рисунок 11), основанная на мере аналогичной хи-квадрат, получена в результате автоматизированного сравнения значения условных и безусловных вероятностей, представленных в модели Prc1, сходной с Prc2, и имеет довольно высокую достоверность²⁵.

Поэтому в соответствии с технологией АСК-анализа преобразования данных в информацию, а ее в знания (рисунки 1 и 2) именно модель Inf3 в дальнейшем будем использовать для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области, путем исследования ее модели.

²⁵ особенно если учесть высокую сложность предметной области, которую мы моделируем

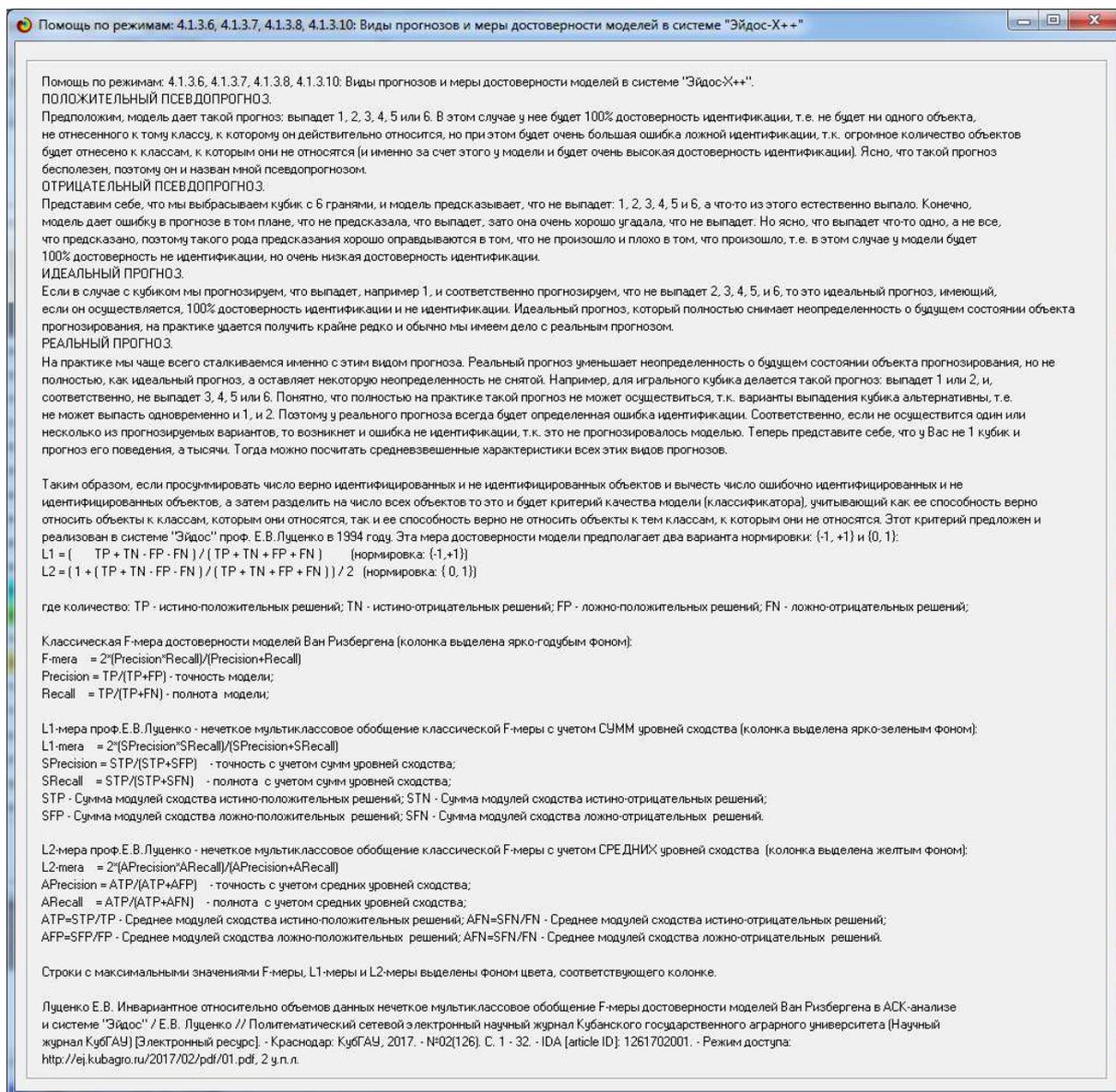


Рисунок 8. Экранная форма с описанием видов прогнозов и мер достоверности моделей

Рассмотрим частотные распределения уровней сходства наблюдений с классами для истинных и ложных, положительных и отрицательных решений (рисунок 12).

В правой части рисунка 12 показаны положительные решения (т.е. решения о принадлежности наблюдений к классам, они имеют положительный уровень сходства объекта с классом), а слева – отрицательные (т.е. решения о не принадлежности наблюдений к классам, с отрицательным уровнем сходства объекта с классом). Красным и коричневым цветом показаны истинные решения, а синим и голубым – ложные.

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обучающей выборки"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 1/3 (61.7900000, 63.1900000)	2. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 2/3 (63.1900000, 70.5600000)	3. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 3/3 (70.5600000, 78.8400000)	4. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 1/3 (56.3700000, 63.1700000)	5. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 2/3 (63.1700000, 64.7800000)	6. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 3/3 (64.7800000, 75.9700000)	7. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 1/3 (66.4200000, 75.2600000)	8. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 2/3 (75.2600000, 76.3000000)	9. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 3/3 (76.3000000, 81.3200000)	10. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛ. 1/3 (13.1490000, 23.9520000)	11. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛ. 2/3 (13.1490000, 23.9520000)	12. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛ. 3/3 (23.9520000, 67.8190000)
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 1/10 (24.800...	5	2	3	5	3	5	3	1	3	4	4	
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 2/10 (57.100...	2	4	3	1	4	2	1	5	6	2	2	
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 3/10 (98.700...	2	5	1	2	5	1	2	5	1	3	4	
4	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 4/10 (129.200...	4	3	1	4	2	2	3	4	1	2	5	
5	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 5/10 (142.400...	5	2	1	5	2	1	5	1	2	3	2	
6	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 6/10 (216.900...	3	1	4	2	3	3	3	5	4	1	3	
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 7/10 (304.500...	4	4	4	3	5	1	4	3	4	2	2	
8	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 8/10 (386.700...	1	5	3	2	5	2	1	6	2	1	2	
9	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 9/10 (543.100...	2	4	3	2	4	3	2	5	2	2	4	
10	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 10/10 (851.40...	3	2	4	2	3	4	3	3	1	2	6	
11	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %17...	2	2	6	1	7	2	2	6	4	3	1	
12	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %27...	2	2	6	2	6	4	4	4	4	3	1	
13	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %37...	3	2	3	4	1	3	2	4	2	2	4	
14	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %47...	2	2	4	2	3	3	2	2	4	3	2	
15	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %57...	3	4	1	4	2	2	3	2	3	4	2	
16	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %67...	2	4	2	2	5	1	2	4	2	3	1	
17	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %77...	5	2	1	5	2	1	5	1	2	6	2	
18	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %87...	5	3	1	4	4	1	5	3	1	1	2	
19	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %97...	3	5	1	3	5	1	4	4	1	3	2	

Рисунок 9. Статистическая модель Abs (фрагмент)

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. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 1/3 (61.7900000, 63.1900000)	2. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 2/3 (63.1900000, 70.5600000)	3. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 3/3 (70.5600000, 78.8400000)	4. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 1/3 (56.3700000, 63.1700000)	5. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 2/3 (63.1700000, 64.7800000)	6. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 3/3 (64.7800000, 75.9700000)	7. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 1/3 (66.4200000, 75.2600000)	8. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 2/3 (75.2600000, 76.3000000)	9. ПРОДОЛ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 3/3 (76.3000000, 81.3200000)	10. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ.Б. 1/3 (13.1490000, 23.9520000)	11. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ.Б. 2/3 (13.1490000, 23.9520000)	12. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ.Б. 3/3 (23.9520000, 67.8190000)	13. УМЕРШИХ ОТ ТЫБЕРКУ. 1/3 (6.8250000, 6.8250000)	14. УМЕРШИХ ОТ ТЫБЕРКУ. 2/3 (6.8250000, 12.1160000)	15. УМЕРШИХ ОТ ТЫБЕРКУ. 3/3 (12.1160000, 59.4630000)
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 1/10 (24.8...	18.519	10.714	18.519	10.714	18.519	10.714	18.519	11.111	3.704	10.714	14.286	14.286	14.286	14.286	
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 2/10 (57.1...	7.407	14.286	11.111	3.571	14.286	7.407	3.448	18.519	22.222	7.143	7.143	3.571	7.143	3.571	
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 3/10 (98.7...	7.407	17.857	3.571	7.407	17.857	3.571	7.407	17.241	3.704	11.111	14.286	3.571	11.111	17.857	
4	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 4/10 (129.2...	14.815	10.714	3.571	14.815	7.143	11.111	13.793	3.704	7.407	17.857	3.571	7.407	10.714	10.714	
5	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 5/10 (142.4...	18.519	7.143	3.571	18.519	7.143	3.571	18.519	3.448	7.407	11.111	10.714	7.143	7.407	10.714	
6	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 6/10 (216.9...	11.111	3.571	14.286	7.407	10.714	11.111	18.519	14.815	3.571	10.714	14.815	3.571	10.714	10.714	
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 7/10 (304.5...	14.286	10.714	7.407	10.714	17.857	3.704	13.793	11.111	14.815	7.143	7.143	11.111	10.714	7.143	
8	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 8/10 (386.7...	3.704	17.857	10.714	7.407	17.857	7.143	3.704	20.690	7.407	3.704	7.143	21.429	11.111	7.143	
9	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 9/10 (543.1...	7.407	14.286	10.714	7.407	14.286	10.714	7.407	17.241	7.407	7.407	14.286	10.714	7.407	14.286	
10	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 10/10 (851.4...	11.111	7.143	14.286	7.407	10.714	14.286	11.111	10.345	11.111	3.704	7.143	21.429	11.111	3.571	
11	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %17...	7.143	21.429	3.571	25.000	6.897	22.222	14.815	10.714	3.571	11.111	17.857	18.519	10.714	17.857	
12	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %27...	7.143	21.429	7.143	21.429	13.793	14.815	14.815	14.286	18.519	10.714	14.286	18.519	10.714	14.286	
13	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %37...	11.111	7.143	10.714	14.815	3.571	10.714	7.407	13.793	7.407	7.407	14.286	7.143	3.704	21.429	
14	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %47...	7.407	7.143	14.286	7.407	10.714	10.714	7.407	6.897	14.815	11.111	10.714	11.111	7.143	10.714	
15	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %57...	11.111	14.286	3.571	14.815	7.143	11.111	6.897	11.111	14.815	7.143	7.143	11.111	7.143	10.714	
16	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %67...	7.407	14.286	7.143	7.407	17.857	3.571	7.407	13.793	7.407	11.111	3.571	14.286	11.111	17.857	
17	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %77...	18.519	7.143	3.571	18.519	7.143	3.571	18.519	3.448	7.407	21.429	7.143	3.704	14.286	10.714	
18	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %87...	18.519	10.714	3.571	14.815	14.286	3.571	18.519	10.345	3.704	7.143	21.429	3.704	10.714	17.857	
19	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %97...	11.111	17.857	3.571	11.111	17.857	3.571	14.815	13.793	3.704	11.111	7.143	14.286	14.815	17.857	

Рисунок 10. Статистическая модель Prc2 (фрагмент)

5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат разности между фактическими и ожидаемыми абс-частотами"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 1/3 (61.7900000, 63.1900000)	2. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 2/3 (63.1900000, 70.5600000)	3. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА) 3/3 (70.5600000, 78.8400000)	4. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 1/3 (56.3700000, 63.1700000)	5. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 2/3 (63.1700000, 64.7800000)	6. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ) 3/3 (64.7800000, 75.9700000)	7. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 1/3 (66.4200000, 75.2600000)	8. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 2/3 (75.2600000, 76.3000000)	9. ПРОДОЛЖ. ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ) 3/3 (76.3000000, 81.3200000)	10. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛ. 1/3 (13.1490000, 23.9520000)	11. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛ. 2/3 (13.1490000, 23.9520000)	12. УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛ. 3/3 (23.9520000, 67.8190000)
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 1/10 (24.8...	2.348	-2.739	0.391	2.348	-2.753	0.405	-2.362	-2.854	0.492	-1.595	0.276	
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 2/10 (57.1...	-0.652	-0.739	1.391	0.348	-1.753	1.405	-0.638	-1.854	2.492	3.405	-0.724	
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 3/10 (98.7...	-0.652	2.261	-1.609	-0.652	2.247	-1.595	-0.638	2.146	-1.508	0.405	1.276	
4	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 4/10 (129.2...	1.348	0.261	-1.609	1.348	-0.753	-0.595	0.362	1.146	-1.508	-0.595	2.276	
5	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 5/10 (142.4...	2.348	-0.739	-1.609	2.348	-0.753	-1.595	2.362	-1.854	-0.508	0.405	0.276	
6	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 6/10 (216.9...	0.348	-1.739	1.391	-0.652	0.247	0.405	0.362	-2.854	2.492	1.405	-1.724	
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 7/10 (304.5...	-2.652	1.261	1.391	-2.652	0.247	2.405	-1.638	1.146	0.492	1.405	-0.724	
8	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 8/10 (386.7...	-1.394	1.919	0.065	-0.964	1.903	-1.903	-1.965	2.789	-0.622	-1.919	-1.065	
9	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 9/10 (543.1...	-0.984	0.919	0.065	-0.984	0.903	0.081	-0.968	1.789	-0.622	-0.919	0.935	
10	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ВСЕГО 10/10 (851.4...	0.016	-1.081	1.065	-0.984	-0.097	1.081	0.032	-0.211	0.178	-1.919	-1.065	
11	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %17...	-2.652	-0.739	3.391	-2.652	-1.753	4.405	-2.638	-0.854	3.492	1.405	0.276	
12	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %27...	-2.652	-0.739	3.391	-2.652	-0.753	3.405	-2.638	1.146	1.492	1.405	1.276	
13	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %37...	0.348	-0.739	0.391	1.348	-1.753	0.405	-0.638	1.146	-0.508	-0.595	1.276	
14	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %47...	-0.652	-0.739	1.391	-0.652	0.247	0.405	-0.638	-0.854	1.492	0.405	-0.724	
15	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %57...	0.348	1.261	-1.609	1.348	-0.753	-0.595	0.362	-0.854	0.492	1.405	-0.724	
16	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %67...	-0.652	1.261	-0.609	-0.652	2.247	-1.595	-0.638	1.146	-0.508	0.405	-1.724	
17	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %77...	2.348	-0.739	-1.609	2.348	-0.753	-1.595	2.362	-1.854	-0.508	-2.595	3.276	
18	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %87...	2.016	-0.081	-1.935	1.016	0.903	-1.919	2.032	-0.211	-1.822	-1.919	-1.065	
19	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ. ОТ СТАЦИОНЧ. %97...	0.016	1.919	-1.935	0.016	1.903	-1.919	1.032	0.789	-1.822	0.081	-1.065	

Рисунок 11. Системно-когнитивная модель Inf3 (фрагмент)

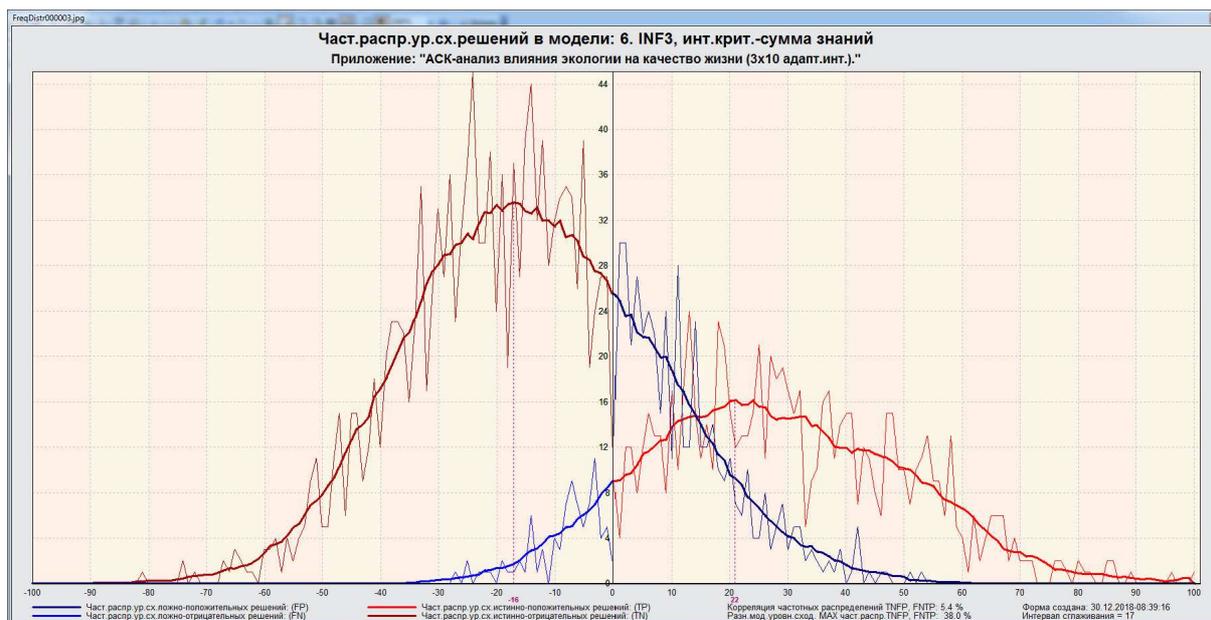


Рисунок 12. Частотные распределения уровней сходства наблюдений с классами для истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в самой достоверной системно-когнитивной модели INF3

Из рисунка 12 мы видим, что показанные на нем частотные распределения уровней сходства образуют два распределения, сходных с нормальными распределениями, сдвинутыми относительно друг друга по уровню сходства и разных по числу примеров (амплитуде):

1-е, большее по числу примеров, состоит из частотных распределений истинно-отрицательных и ложно-положительных решений;

2-е, меньшее по числу примеров, состоит из частотных распределений ложно-отрицательных и истинно-положительных решений.

Из этих частотных распределений мы видим, что:

- практически при всех уровнях различия истинно-отрицательных решений значительно больше, чем ложно отрицательных, а при уровнях различия более 35% ложных отрицательных решений вообще не встречается;

- для положительных решений можно выделить три диапазона уровней сходства, отличающихся соотношением количества истинных и ложных решений:

1-й диапазон с уровнями сходства от 0% до примерно 15%: ложных решений **больше**, чем истинных;

2-й диапазон с уровнями сходства примерно от 15% до 60%: истинных решений **больше**, чем ложных;

3-й диапазон с с уровнями сходства выше 60% ложных решений вообще не встречается.

Более наглядно, чем на рисунке 15, мы видим это на рисунках 13, на которых приведены графики разностей числа истинных и ложных решений

в абсолютном (а)) и относительном (б) выражении (относительно числа всех решений):

Из рисунка 13(б) мы видим, что с повышением величины уровня сходства доля истинных решений закономерно возрастает, что вполне разумно и вполне согласуется с интуитивными ожиданиями и смыслом величины уровня сходства наблюдения с классом.

Проще говоря ошибочные идентификации с помощью модели случаются, но чем выше уровень сходства, тем они реже, а истинные чаще.

На основе этого можно сделать обоснованный вывод о том, что *уровень сходства объекта обучающей выборки (наблюдения) с классом вполне может служить количественной мерой степени надежности идентификации, который содержится в самой модели и является своеобразной самооценкой достоверности принимаемых с ее помощью решений, уверенности самой системы в собственных рекомендациях.*

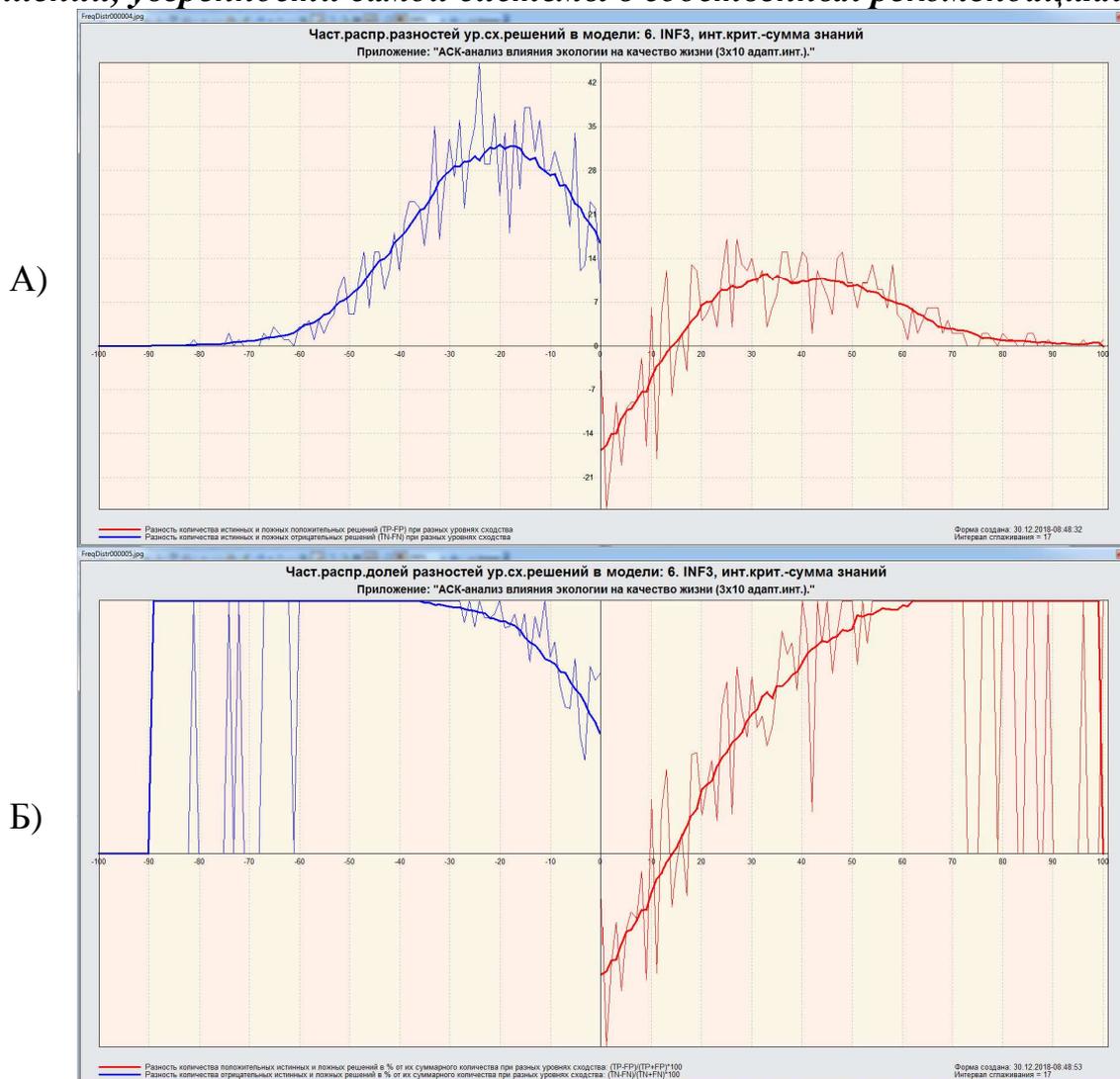


Рисунок 13. Частотные распределения разностей уровней сходства наблюдений с классами для истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в абсолютном и относительном выражении

Резюме.

Задача-7: осуществить синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей влияния экологических факторов на качество жизни населения региона. В результате создаются и проверяются на достоверность (верифицируются) все созданные статистические модели (Abs, Prc1, Prc2) и системно-когнитивные модели (Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7), отличающиеся способом расчета частных критериев. Были проведены численные эксперименты по созданию и оценке достоверности моделей при разном количестве и типе интервальных числовых значений в классификационных и описательных шкалах. В результате этих численных экспериментов была определена наиболее достоверная системно-когнитивная модель (СК-модель) Inf3 с 3 адаптивными интервалами классификационных шкал и 10 адаптивными интервалами описательных шкал. С интегральным критерием: «Сумма знаний» по L1-критерию (этот критерий является нечетким мультиклассовым обобщением F-критерия Ван Ризбергена) достоверность Inf3 с этими параметрами составила 0,885 (при максимуме 1), т.е. является достаточно высокой для данной предметной области. На основе этого можно сделать обоснованный вывод о том, что данная модель в общем верно отражает характер зависимостей продолжительности жизни и причин смерти от экологической обстановки. Поэтому в соответствии с технологией АСК-анализа преобразования данных в информацию, а ее в знания принято решение о применении именно модели Inf3 для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области, путем исследования ее модели.

11.4. Решение задач на основе созданной модели (задача-8)

Задачи идентификации и прогнозирования отличаются тем, что при идентификации действующие факторы и состояние объекта моделирования относятся к одному моменту времени, а при прогнозировании факторы относятся к настоящему, а состояние объекта, на который они действуют – к будущему. В остальном они практически не отличаются.

В текущей версии системы «Эйдос» есть 10 экранных форм и Excel-отчетов, отображающих результаты идентификации и прогнозирования (рисунок 14):

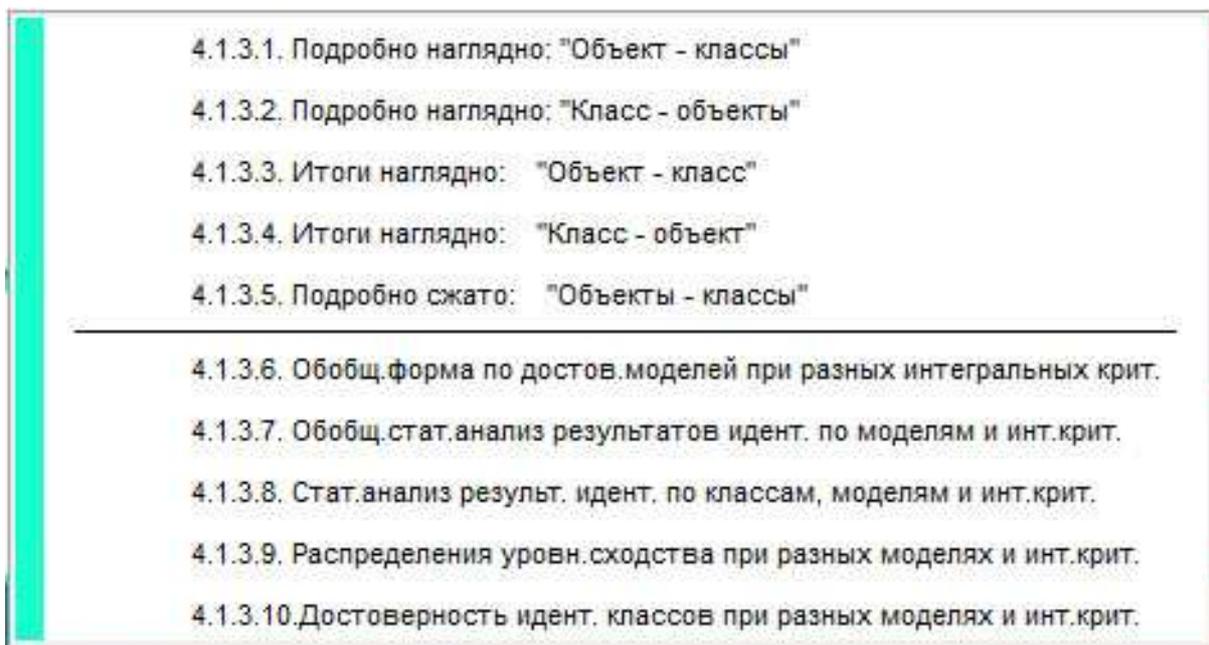


Рисунок 14. Часть главного меню, обеспечивающая выбор для просмотра любой из 10 форм с результатами идентификации и прогнозирования

Для их получения в модели Inf3 сделаем ее текущей (рисунки 15 и 16) и проведем в ней идентификацию и прогнозирование (рисунок 17):

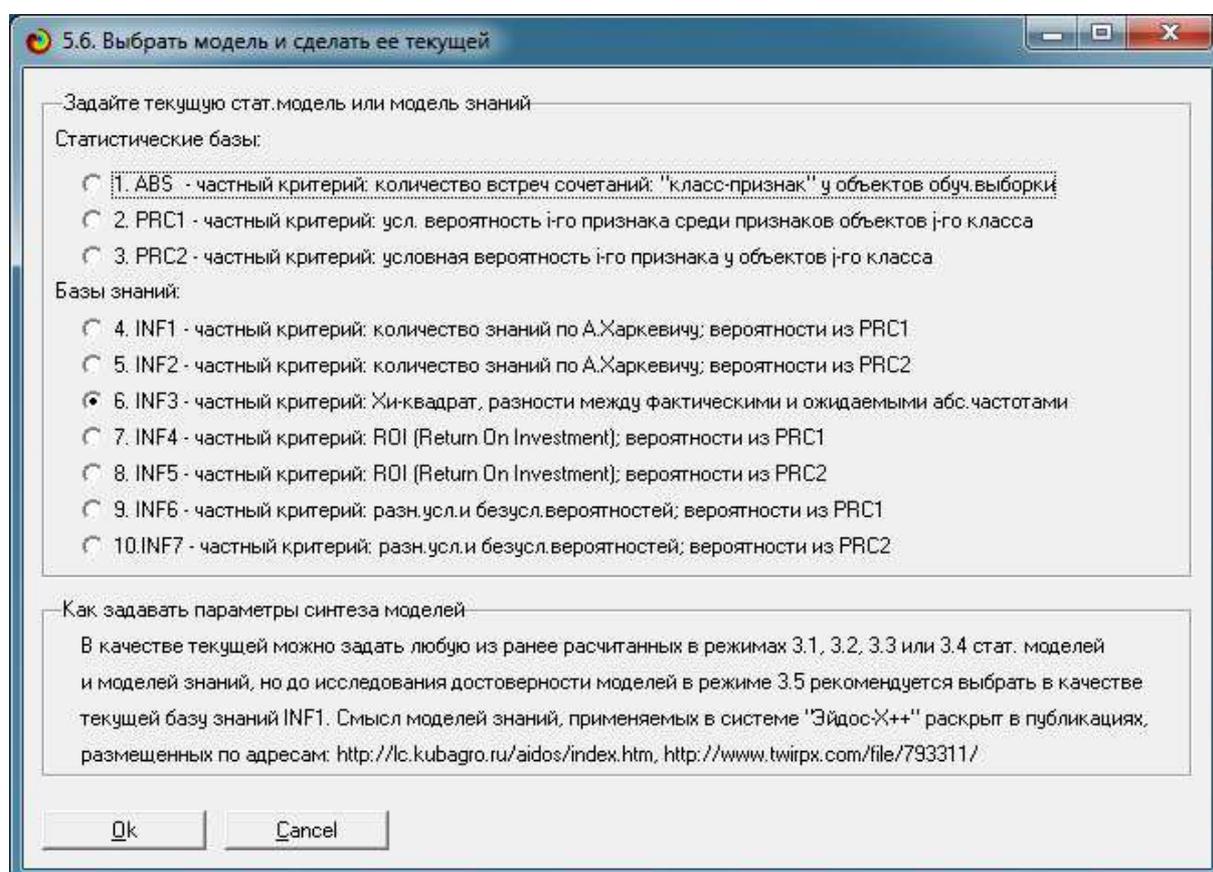


Рисунок 15. Экранная форма для задания модели Inf3 в качестве текущей

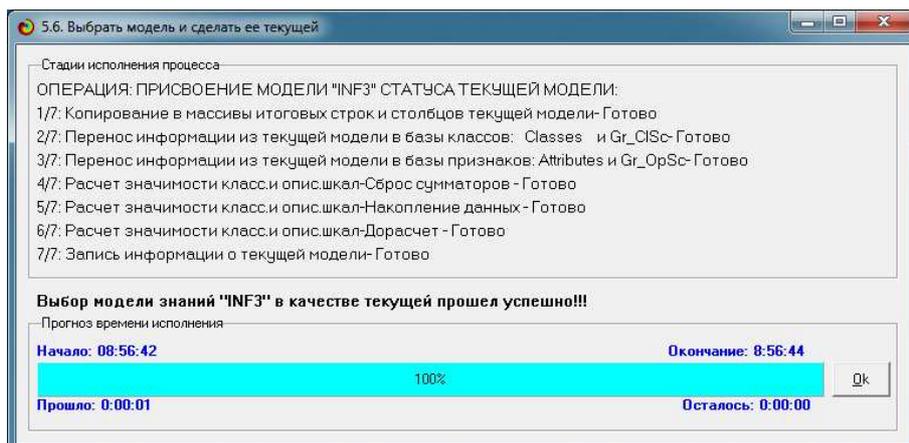


Рисунок 16. Итоговая экранная форма отображения стадии исполнения придания модели Inf3 статуса текущей модели

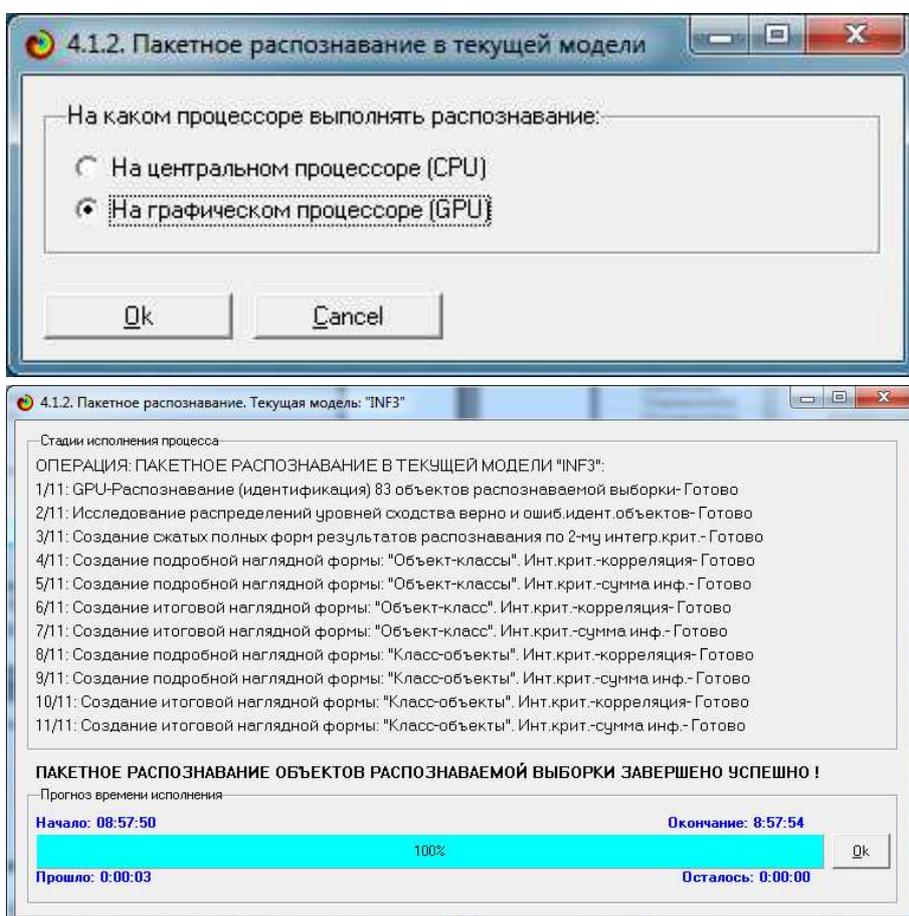


Рисунок 17. Экранные формы режима пакетного распознавания (идентификации, прогнозирования)

Отметим, что модуль пакетного распознавания с использованием графического процессора (GPU) для неграфических вычислений разработан для системы «Эйдос» разработчиком из Белоруссии Дмитрием Константиновичем Бандык. Этот модуль ускоряет решение этой задачи в сотни, а иногда и в тысячи раз по сравнению с использованием центрального процессора (CPU).

11.4.1. Идентификация и прогнозирование

На рисунке 18 приведем 2 экранные формы (из 10) по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования. На 1-й форме показана степень сходства примеров обучающей выборки с обобщенными образцами классов, а на 2-й – степень сходства классов с объектами обучающей выборки. Птичка стоит против тех решений, которые соответствуют действительности.

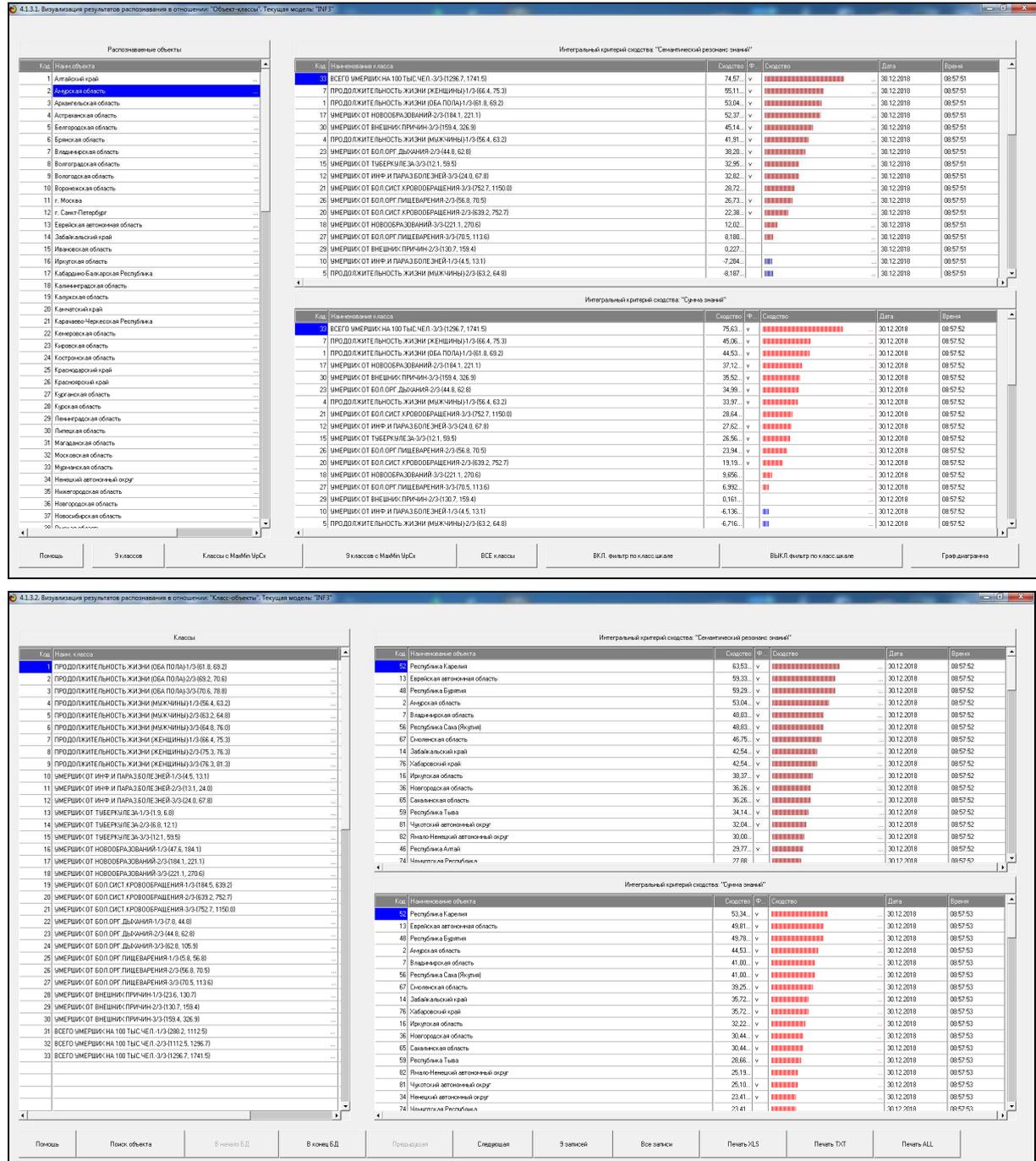


Рисунок 18. Экранные формы с результатами идентификации и прогнозирования

11.4.2. Принятие решений

Принятие решения – это задача, *обратная* задаче прогнозирования. Если при прогнозировании мы по значениям действующих факторов определяем будущее состояние объекта управления, то при принятии решений мы наоборот, по будущему состоянию (желательному, целевому, или наоборот нежелательному, а вообще говоря по любому исследуемому) определяем какие значения факторов его обуславливают, т.е. вызывают переход объекта управления в это состояние.

Отметим, что как только мы информацию, содержащуюся в моделях Inf1 – Inf7, начинаем использовать для принятия решений, для достижения целей, для управления, она сразу становится знаниями (см. рисунки 1 и 2).

В системе «Эйдос» есть много различных режимов и выходных форм, содержащих *знания* для принятия решений, в частности:

- информационные портреты;
- нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети [2];
- автоматизированные когнитивные SWOT-диаграммы [3].

Приведем некоторые из них (рисунки 19, 20, 21, 22). Красным показаны значения факторов, способствующие достижению этого результата, а синим – препятствующие.

11.4.3. Информационные портреты

4.2.1. Информационные портреты классов

Инф. портрет класса:б "ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.8, 76.0}" в модели:б "INF3"

Код	Наименование признака	Значимость
11	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/1/10-(2.1276596, 14.7270115)	4.405
12	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/2/10-(14.7270115, 22.3693893)	3.405
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-7/10-(304.5000000, 386.7000000)	2.405
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-2/10-(57.1000000, 98.7000000)	1.405
10	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-10/10-(851.4000000, 3225.2000000)	1.081
1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-1/10-(24.8000000, 57.1000000)	0.405
6	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-6/10-(216.9000000, 304.5000000)	0.405
13	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/3/10-(22.3693893, 28.0522430)	0.405
14	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/4/10-(28.0522430, 36.5671642)	0.405
21	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.-%/1/10-(6.6752246, 16.8415792)	0.405
9	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-9/10-(549.1000000, 851.4000000)	0.081
20	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/10/10-(79.7988761, 93.3247754)	0.081
4	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-4/10-(129.2000000, 142.4000000)	-0.595
15	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/5/10-(36.5671642, 42.8623452)	-0.595
8	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-8/10-(386.7000000, 549.1000000)	-0.919
3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-3/10-(98.7000000, 129.2000000)	-1.595
5	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-5/10-(142.4000000, 216.9000000)	-1.595
16	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/6/10-(42.8623452, 48.9637306)	-1.595
17	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/7/10-(48.9637306, 56.4532020)	-1.595
22	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.-%/2/10-(16.8415792, 32.2338831)	-1.595
23	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.-%/3/10-(32.2338831, 42.0785219)	-1.595
18	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/8/10-(56.4532020, 65.2291105)	-1.919
19	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%/9/10-(65.2291105, 79.7988761)	-1.919

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 MS Excel ВКЛ.фильтр по фактору ВыКЛ.фильтр по фактору Вписать в окно Показать ВСЕ

Рисунок 19. Система детерминации класса: Код 6 - ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.8, 76.0}

11.4.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

4.4.10. Графическое отображение нелокальных нейронов в системе "Эйдос"

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-1/3-(61.8, 63.2)
2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-2/3-(63.2, 70.6)
3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-(70.6, 78.8)
4	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-1/3-(56.4, 63.2)
5	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-2/3-(63.2, 64.8)
6	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-(64.8, 76.0)
7	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-1/3-(66.4, 75.3)
8	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-2/3-(75.3, 76.3)

Подготовка визуализации нейрона: 6 "ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-(64.8, 76.0)" в мод...
АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния **ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
30	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ ПЕРЕДВ. ИСТОЧ. %-10/10...	5.081
11	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ СТАЦ. ИСТОЧ. %-1/10-(2.1...	4.405
12	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ СТАЦ. ИСТОЧ. %-2/10-(14...	3.405
31	ЧИСЛО ВОДН. ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-1/10-(1.0000000, 37...	3.405
29	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ ПЕРЕДВ. ИСТОЧ. %-9/10...	3.081
64	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. НОРМАМ, ПО МИКРОБИОЛ. %-...	2.730
7	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. -ВСЕГО-7/10-(304.5000000, 3...	2.405
42	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. САН. НОРМАМ, %-2/10-(4.99390...	1.730

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
24	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ ПЕРЕДВ. ИСТОЧ. %-4/10...	-2.595
48	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. САН. НОРМАМ, %-8/10-(26.2362...	-2.270
19	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ СТАЦ. ИСТОЧ. %-9/10-(65...	-1.919
18	ВЫБРОСЫ В АТМ. ЗАГР. ВЕЩ. ОТ СТАЦ. ИСТОЧ. %-8/10-(66...	-1.919
70	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. НОРМАМ, ПО МИКРОБИОЛ. %-...	-1.595
69	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. НОРМАМ, ПО МИКРОБИОЛ. %-...	-1.595
65	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. НОРМАМ, ПО МИКРОБИОЛ. %-...	-1.595
57	ВОДН. ИСТОЧН. НЕ СООТВ. НОРМ. ПО САН. ХИМ. СОСТ. %-...	-1.595

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

НЕЙРОН Максимальное количество отображаемых рецепторов: 36 Сортировать рецепторы: по информативности Отображать рецепторы: с наименованиями

Минимальный вес коэф. отображаемых рецепторов: 0,000 по модулю информативности только с кодами

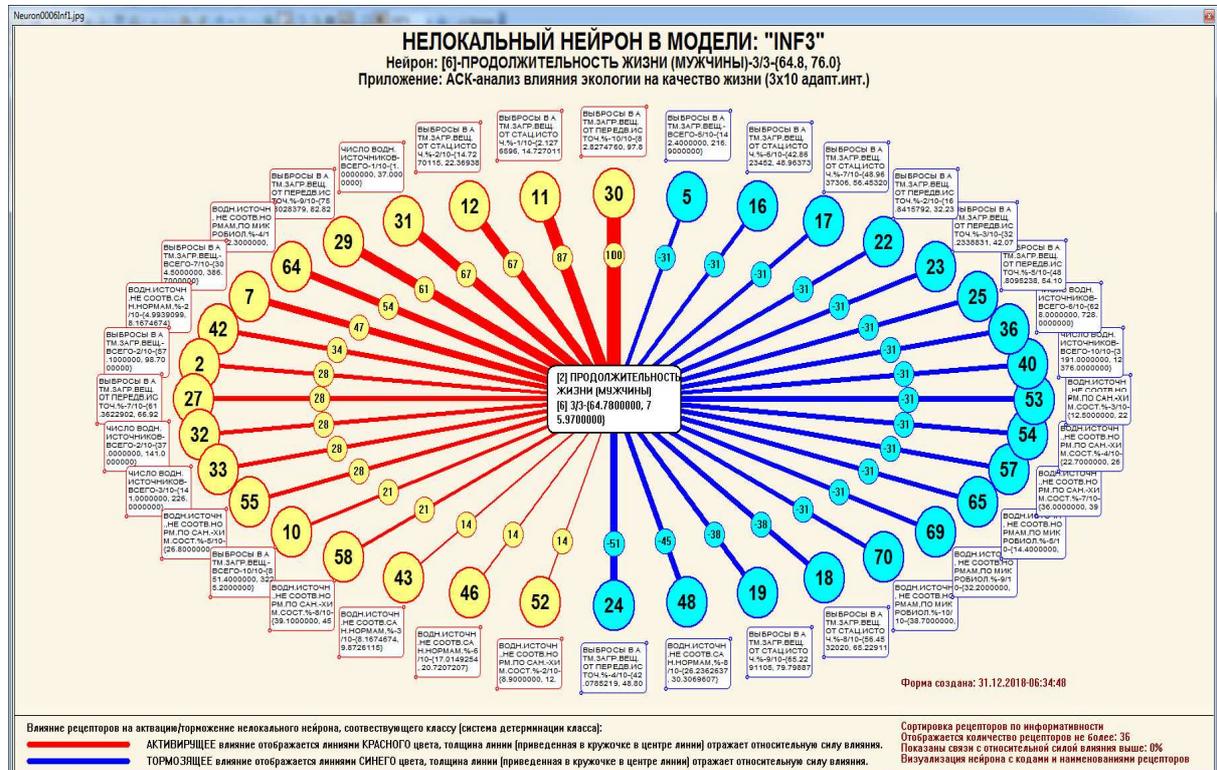


Рисунок 20. Система детерминации класса: Код 6 - ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.8, 76.0}

Ниже на рисунках 21 и 22 приведены экранная форма управления визуализацией и фрагмент нелокальной нейронной сети [2]:

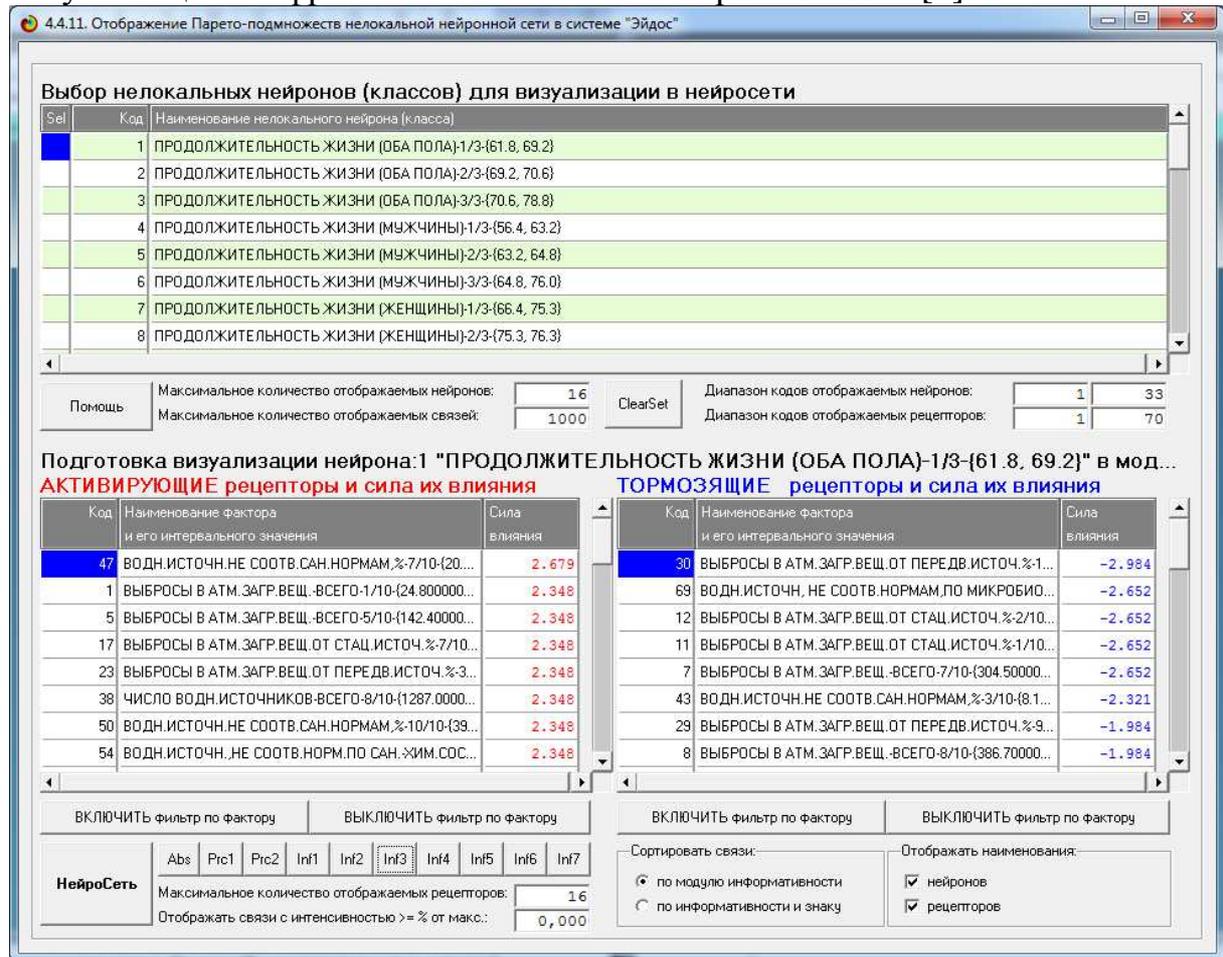


Рисунок 21. Экранная форма управления визуализацией нелокальной нейронной сети

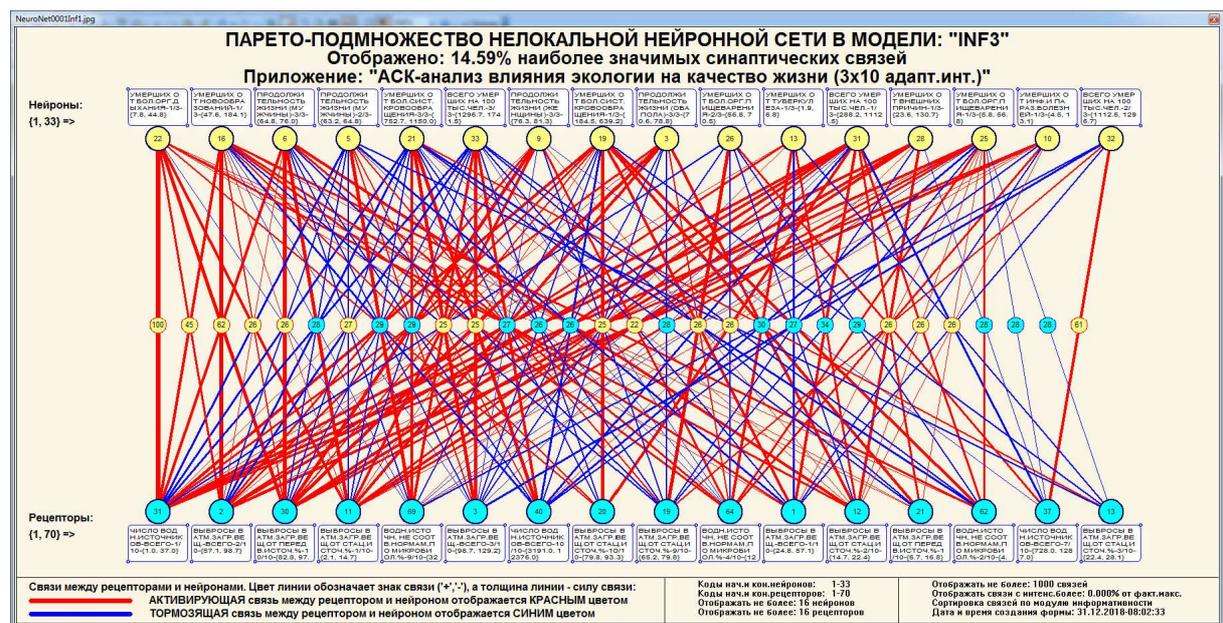


Рисунок 22. Фрагмент нелокальной нейронной сети

11.4.5. Автоматизированный когнитивный SWOT-анализ

Система «Эйдос» обеспечивает автоматизацию SWOT-анализа [3].

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 проекте 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. В АСК-анализе предложено и в системе «Эйдос» реализовано решение прямой и обратной задач SWOT-анализа без привлечения экспертов непосредственно на основе эмпирических данных. PEST-анализ рассматривается как SWOT-анализ, с более детализированной классификацией внешних факторов. Поэтому выводы, полученные в данном Проекте на примере SWOT-анализа, можно распространить и на PEST-анализ [3].

Ниже на рисунках 23 и в таблице 4 приведены SWOT-матрица и SWOT-диаграмма влияния экологических факторов на достижение высокой продолжительности жизни мужчинами:

4.4.8. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа в системе "Эйдос"

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов (абс.)	N объектов (%)	
3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-(70.6, 78.8)	...	1,4975074	181	0,0000000
4	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-1/3-(56.4, 63.2)	...	1,3612143	184	0,0000000
5	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-2/3-(63.2, 64.8)	...	1,3777984	191	0,0000000
6	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-(64.8, 76.0)	...	1,5953081	180	0,0000000
7	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-1/3-(66.4, 75.3)	...	1,3733381	183	0,0000000

SWOT-анализ класса: 6 "ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.8, 76.0}" в модели: 6 "INF3"

Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
30	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ....	5.081
11	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%17...	4.405
12	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%27...	3.405
31	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-1/10-(1.00000...	3.405
29	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ....	3.081
64	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБ...	2.730
7	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-7/10-(304.500...	2.405
42	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ, %-2/10-(4...	1.730
2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-2/10-(57.1000...	1.405
27	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ....	1.405
32	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-2/10-(37.0000...	1.405
33	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-3/10-(141.000...	1.405

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
24	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ....	-2.595
48	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ, %-8/10-(2...	-2.270
19	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%97...	-1.919
18	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.-%87...	-1.919
70	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБ...	-1.595
69	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБ...	-1.595
65	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБ...	-1.595
57	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.С...	-1.595
54	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.С...	-1.595
53	ВОДН.ИСТОЧН. НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.С...	-1.595
40	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-10/10-(3191.0...	-1.595
36	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-6/10-(628.000...	-1.595

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 **Inf3** Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

SWOT-диаграмма

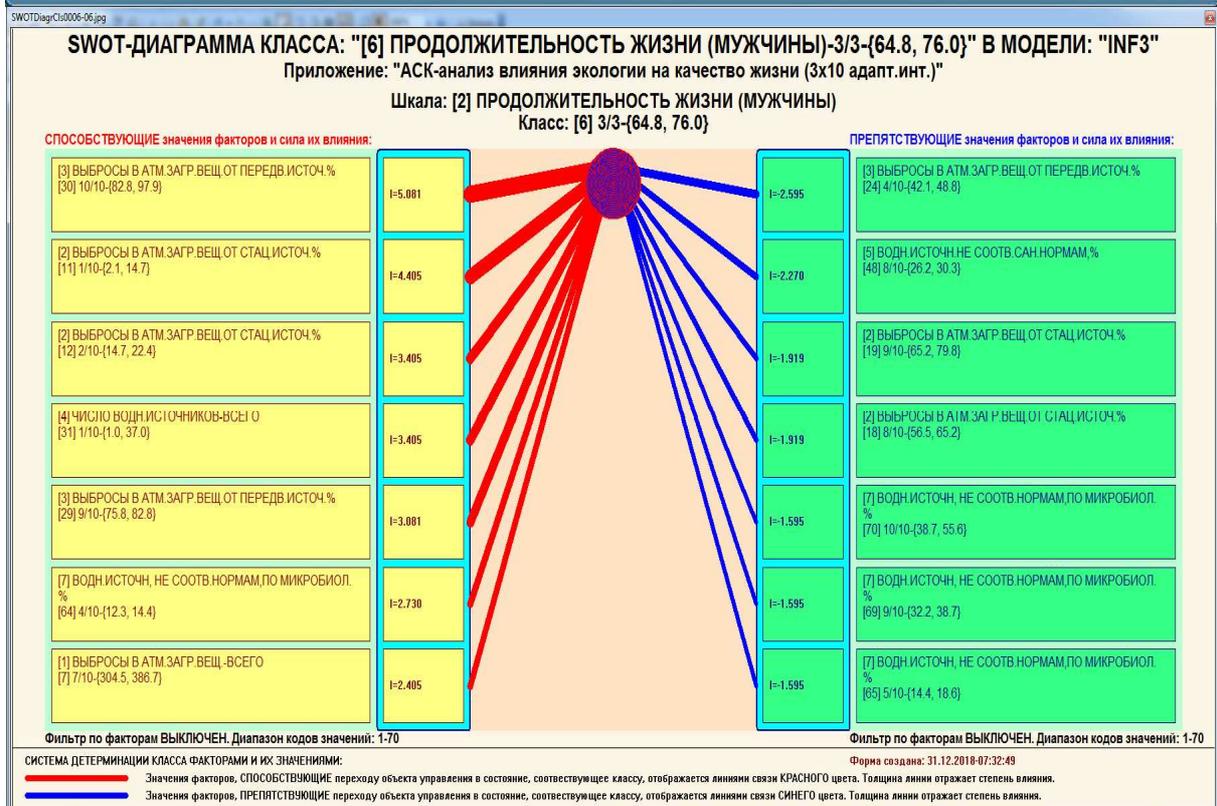


Рисунок 23. Система детерминации класса: Код 6 - ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.8, 76.0}

**Таблица 4 – Система детерминации класса: Код 6 - ПРОДОЛЖИТЕЛЬ-
НОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.8, 76.0}**

Код значения фактора	Код фактора	Наименование фактора	Сила влияния (%)	Код значения фактора	Код фактора	Наименование фактора	Сила влияния (%)	
1	30	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-10/10-(82.82274760, 87.8273404)	11.7133952	24	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-4/10-(42.0785219, 48.8095238)	5.9813084
2	11	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-1/10-(2.1276596, 14.7270115)	10.1557635	48	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-8/10-(26.2362637, 30.3069607)	5.2336451
3	12	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-2/10-(4.7270115, 22.3693893)	7.8504675	19	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-9/10-(65.2291105, 79.7988761)	4.4236763
4	31	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-1/10-(1.0000000, 37.0000000)	7.8504675	18	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-8/10-(56.4532020, 65.2291105)	4.4236763
5	29	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-9/10-(75.8028379, 82.8274760)	7.1028040	70	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-10/10-(38.7000000, 55.8000000)	3.6760125
6	64	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-4/10-(12.3000000, 14.4000000)	6.2928348	69	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-9/10-(32.2000000, 38.7000000)	3.6760125
7	7	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГ О-7/10-(304.5000000, 386.7000000)	5.5451716	65	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-5/10-(14.4000000, 18.6000000)	3.6760125
8	42	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-2/10-(4.9939099, 8.1674674)	3.9675391	57	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-7/10-(36.0000000, 39.1000000)	3.6760125
9	2	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-2/10-(57.1000000, 98.7000000)	3.2398754	54	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-4/10-(22.7000000, 26.8000000)	3.6760125
10	27	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-7/10-(61.3622902, 66.9278997)	3.2398754	53	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-3/10-(12.5000000, 22.7000000)	3.6760125
11	32	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-2/10-(37.0000000, 141.0000000)	3.2398754	40	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-10/10-(3191.0000000, 12376.0000000)	3.6760125
12	33	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-3/10-(141.0000000, 226.0000000)	3.2398754	36	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-6/10-(628.0000000, 728.0000000)	3.6760125
13	55	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-5/10-(26.8000000, 30.7000000)	3.2398754	25	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-5/10-(48.8095238, 54.1058555)	3.6760125
14	10	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-10/10-(851.4000000, 3225.2000000)	2.4922116	23	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-3/10-(32.2338831, 42.0785219)	3.6760125
15	58	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-8/10-(39.1000000, 45.8000000)	2.4922116	22	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-2/10-(16.8415792, 32.2338831)	3.6760125
16	43	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-3/10-(8.1674674, 9.8726115)	1.6822429	17	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-7/10-(48.8095238, 56.4532020)	3.6760125
17	46	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-6/10-(17.0149254, 20.7207207)	1.6822429	16	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-6/10-(42.8623452, 48.9637306)	3.6760125
18	52	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-2/10-(8.9000000, 12.5000000)	1.6822429	5	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-6/10-(142.4000000, 216.9000000)	3.6760125
19	61	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-1/10-(3.0000000, 4.8000000)	1.6822429	3	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-3/10-(98.7000000, 129.2000000)	3.6760125
20	1	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-1/10-(24.8000000, 57.1000000)	0.9345794	47	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-7/10-(20.7207207, 26.2362637)	2.9283488
21	6	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-9/10-(216.9000000, 304.5000000)	0.9345794	63	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-3/10-(9.8000000, 12.3000000)	2.1808552
22	13	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-3/10-(22.3693893, 28.0522430)	0.9345794	28	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-8/10-(66.9278997, 75.8028379)	2.1183800
23	14	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-4/10-(28.0522430, 36.5671642)	0.9345794	8	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-10/10-(386.7000000, 549.1000000)	2.1183800
24	21	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-1/10-(6.6752246, 16.8415792)	0.9345794	50	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-10/10-(39.2857143, 87.1627013)	1.3707164
25	49	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-9/10-(30.3069607, 39.2857143)	0.9345794	39	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-9/10-(1922.0000000, 3191.0000000)	1.3707164
26	56	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-6/10-(30.7000000, 36.0000000)	0.9345794	38	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-8/10-(1287.0000000, 1922.0000000)	1.3707164
27	60	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-10/10-(52.8000000, 100.0000000)	0.9345794	37	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-7/10-(728.0000000, 1287.0000000)	1.3707164
28	62	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-2/10-(4.8000000, 9.6000000)	0.9345794	35	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-5/10-(442.0000000, 628.0000000)	1.3707164
29	66	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-9/10-(18.6000000, 24.2000000)	0.9345794	34	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО-4/10-(226.0000000, 442.0000000)	1.3707164
30	67	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-7/10-(24.2000000, 27.7000000)	0.9345794	26	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%-6/10-(54.1058555, 61.3622902)	1.3707164
31	68	7	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМАМ.ПО МИКРОБИОЛ.%-8/10-(27.7000000, 32.2000000)	0.9345794	15	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-5/10-(36.5671642, 42.8623452)	1.3707164
32	9	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-9/10-(549.1000000, 851.4000000)	0.1869159	4	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО-4/10-(129.2000000, 142.4000000)	1.3707164
33	20	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%-10/10-(79.7988761, 93.3247754)	0.1869159	59	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-9/10-(45.8000000, 52.8000000)	0.6230528
34				0.0000000	51	6	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%-1/10-(2.5000000, 8.9000000)	0.6230528
35				0.0000000	45	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-5/10-(12.7908856, 17.0149254)	0.6230528
36				0.0000000	44	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-4/10-(9.8726115, 12.7908856)	0.6230528
37				0.0000000	41	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ.%-1/10-(0.5154639, 4.9939099)	0.6230528

11.4.6. Исследование моделируемого объекта

Если модель объекта достаточно адекватна, то ее исследование корректно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели «переносить» на сам моделируемый объект. В нашем случае это именно так.

Исследование моделируемого объекта путем исследования его модели в АСК-анализе включает:

- 1) Исследование значимости градаций описательных шкал (Парето-кривая), т.е. значений экологических факторов;
- 2) когнитивные функции, отражающие какое количество информации содержится в значениях экологических факторов о значениях показателей качества жизни (по всем сочетаниям классификационных и описательных шкал);
- 3) инвертированный автоматизированный когнитивный SWOT-анализ влияния каждого значения экологических факторов на все значения показателей качества жизни;
- 4) когнитивная диаграмма классов и дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации классов;
- 5) когнитивная диаграмма признаков (значений факторов) и дендрограмма агломеративной кластеризации значений факторов.

11.4.6.1. Исследование значимости градаций описательных шкал (Парето-кривая)

В качестве *значимости значения фактора* для решения различных задач в системно-когнитивной модели (СК-модель) в АСК-анализе и системе «Эйдос» принята *вариабельность* значений фактора по классам в матрице модели.

В качестве значимости фактора для решения различных задач в системно-когнитивной модели (СК-модель) в АСК-анализе и системе «Эйдос» принята средняя *значимость значений данного фактора* по классам в матрице модели.

Существует много количественных мер вариабельности (изменчивости), но в данном случае принято использовать среднеквадратичное отклонение²⁶.

Вариабельность значения фактора по классам выбрана в качестве значимости этого значения фактора потому, что чем выше эта вариабельность, тем лучше позволяет это значение фактора разделить (различить) классы. Если вариабельность значения фактора равна нулю, то данное значение фактора вообще является бесполезным для решения задачи идентификации и других задач.

Рассмотрим Парето-зависимость суммарной дифференцирующей мощности модели от числа градаций описательных шкал, рассортированных в порядке убывания их селективной силы или значимости (рисунок 24).

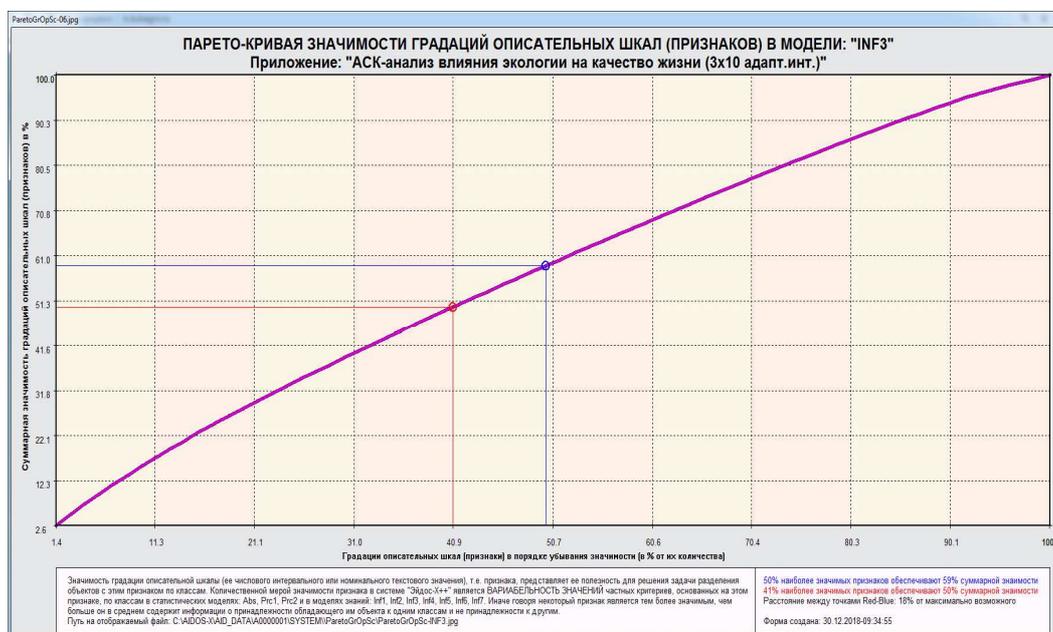


Рисунок 24. Парето-зависимость суммарной дифференцирующей мощности от числа градаций описательных шкал, рассортированных в порядке убывания их селективной силы в СК-модели INF3

²⁶ Не путать со стандартным отклонением, которое является одним из параметров распределения Гаусса.

На основе рисунка 24 и соответствующих таблиц, которые здесь не приводятся из-за ограниченности объема работы, можно обоснованно сделать выводы о том, что, например, в наиболее достоверной модели INF3:

1. 50% наиболее значимых градаций описательных шкал обеспечивают 59% суммарной селективной мощности модели (точка BLUE).
2. 50% суммарной селективной мощности модели обеспечивается 41% наиболее значимых градаций описательных шкал (точка RED).
3. Число градаций описательных шкал может быть существенно сокращено без особой потери достоверности модели путем удаления из модели малозначимых градаций. При этом размерность модели существенно сократится и ее быстродействие соответственно возрастет.

По-видимому, на этих наиболее сильно влияющих значениях факторов и следует сосредоточить основное внимание при планировании и проведении экологических мероприятий.

На рисунке 25 и в таблице 5 приведены данные о значимости экологических факторов:

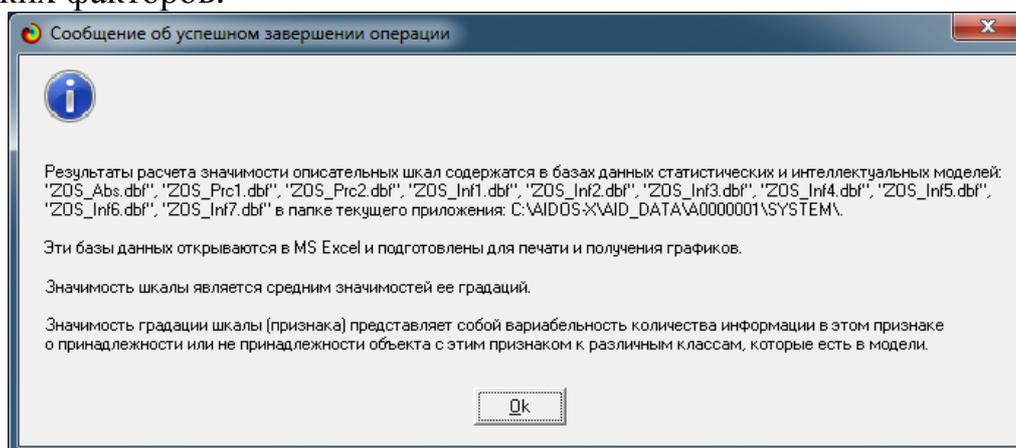


Рисунок 25. Выходные формы по значимости экологических факторов

Таблица 5 – Значимость экологических факторов в модели Inf3
(база данных: ZOS_Inf3.dbf)

№	№%	Код	Наименование	Значимость (%)	Значимость, нарастающим итогом (%)
1	14	1	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО	16,08	16,08
2	29	3	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ ПЕРЕДВ.ИСТОЧ.%	15,32	31,40
3	43	2	ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.ОТ СТАЦ.ИСТОЧ.%	15,16	46,56
4	57	7	ВОДН.ИСТОЧН, НЕ СООТВ.НОРМАМ,ПО МИКРОБИОЛ.%	14,49	61,06
5	71	4	ЧИСЛО ВОДН.ИСТОЧНИКОВ-ВСЕГО	13,90	74,96
6	86	5	ВОДН.ИСТОЧН.НЕ СООТВ.САН.НОРМАМ,%	12,84	87,80
7	100	6	ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%	12,20	100,00

Из таблицы 5 мы видим, что наиболее значимой шкалой является: ВЫБРОСЫ В АТМ.ЗАГР.ВЕЩ.-ВСЕГО, а наименее значимой – ВОДН.ИСТОЧН.,НЕ СООТВ.НОРМ.ПО САН.-ХИМ.СОСТ.%. Наиболее значимая шкала вносит 16% от суммарной значимости всех шкал в модель, а наименее только 12%, что составляет $\frac{3}{4}$ от наиболее значимой шкалы.

При большем числе шкал и большей разницы в их значимости можно просто удалить из файла исходных данных наименее значимые шкалы и создать модель меньшей размерности, содержащую практически всю значимую информацию исходной полной модели.

11.4.6.2. Когнитивные функции

Понятие когнитивной функции требует некоторого пояснения, т.к. они предложены и применяются только в АСК-анализе и системе «Эйдос» [4]. Это пояснение дано на рисунке 26:

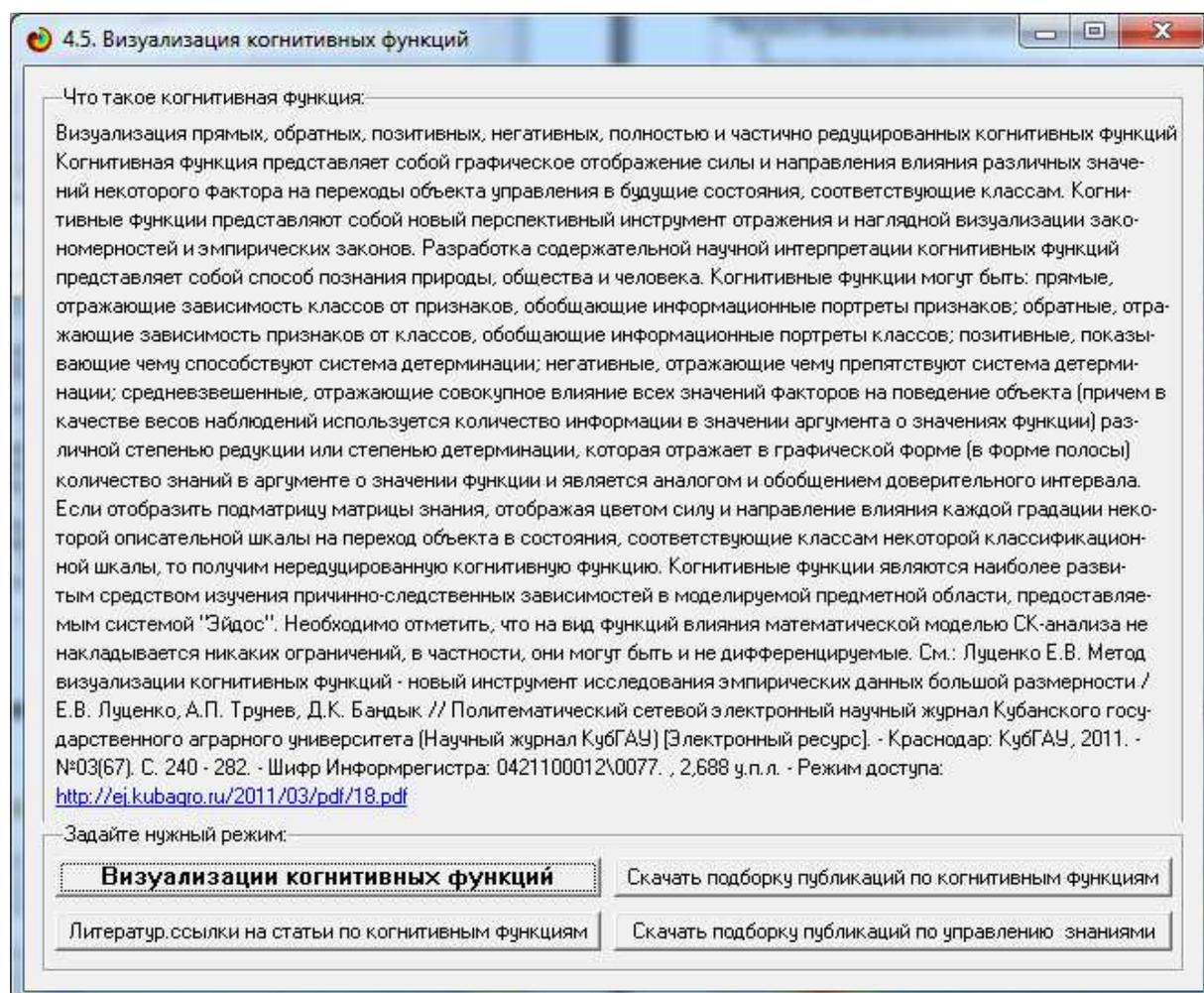
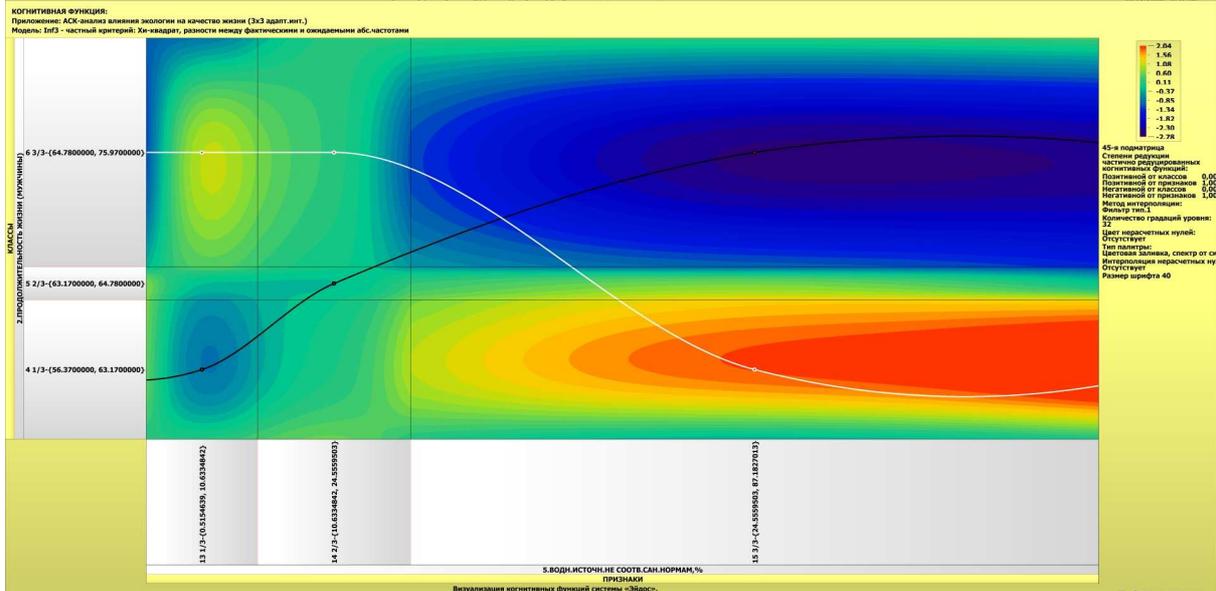
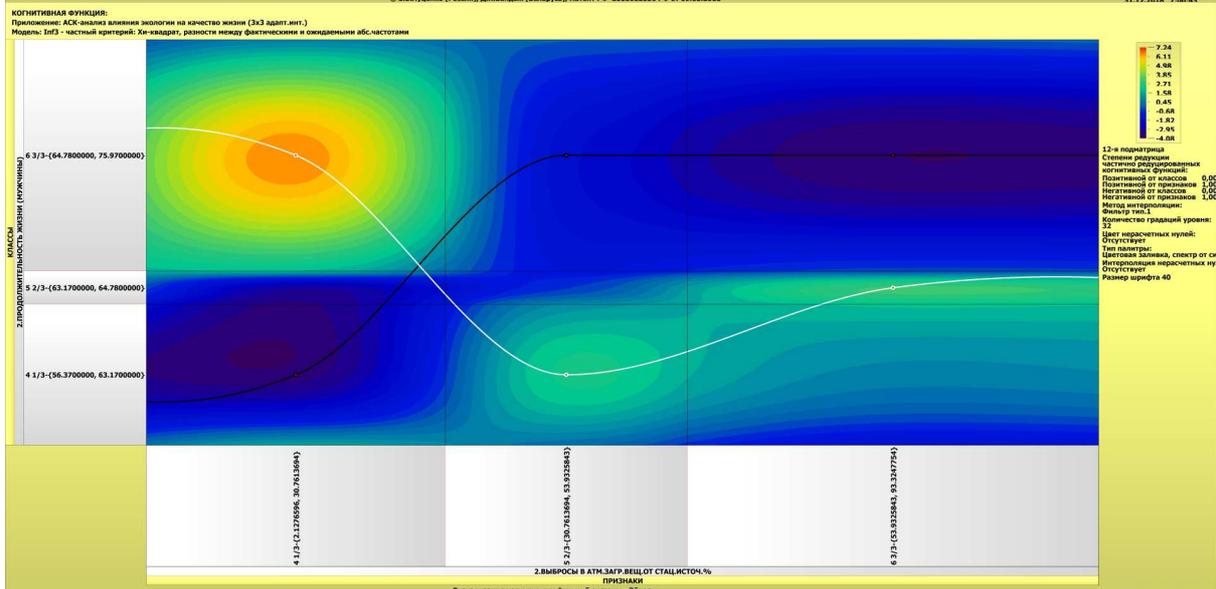
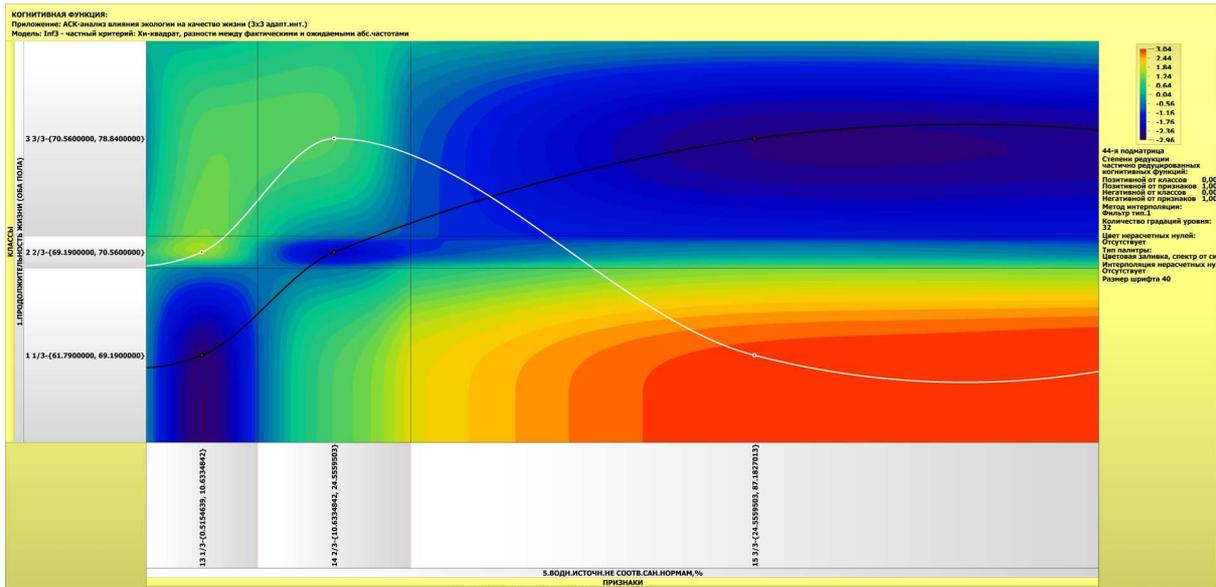
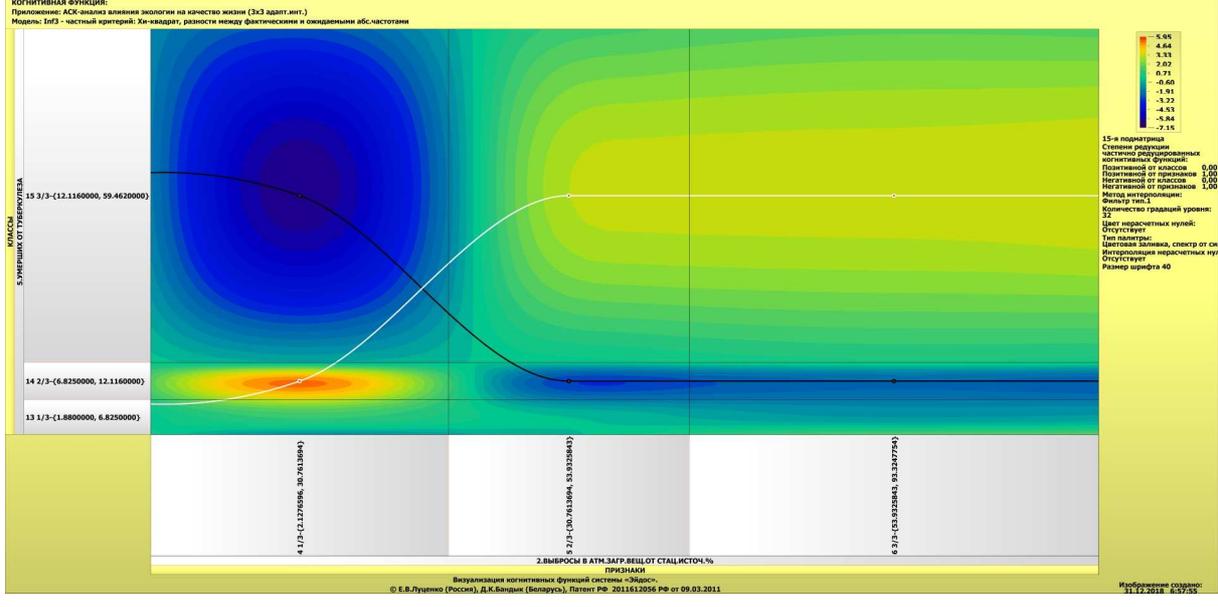
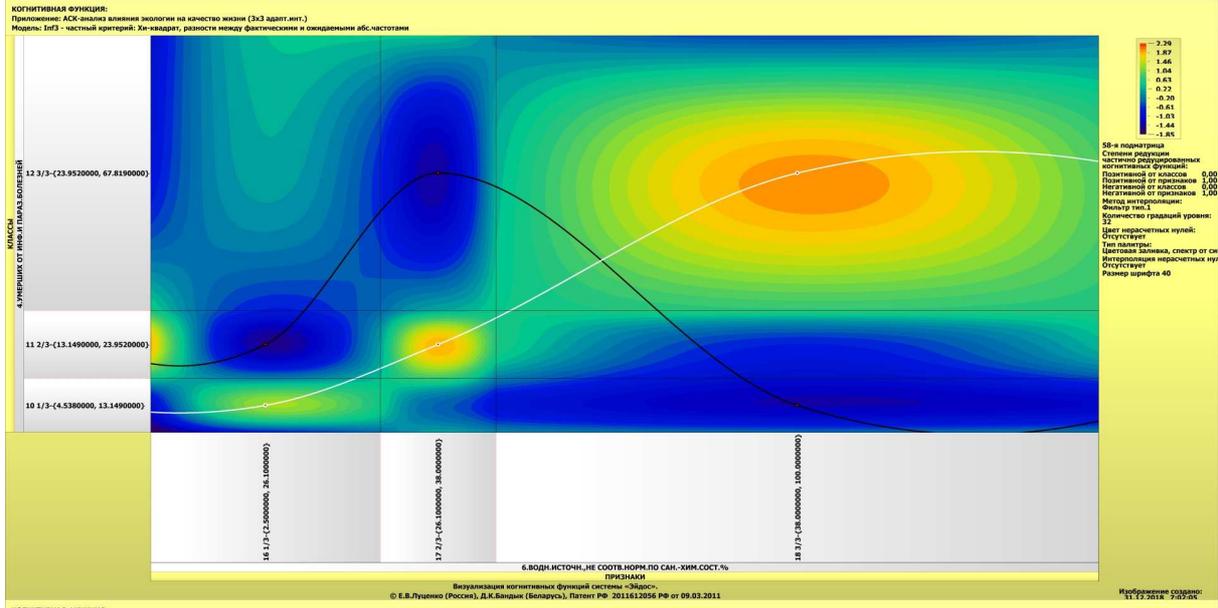
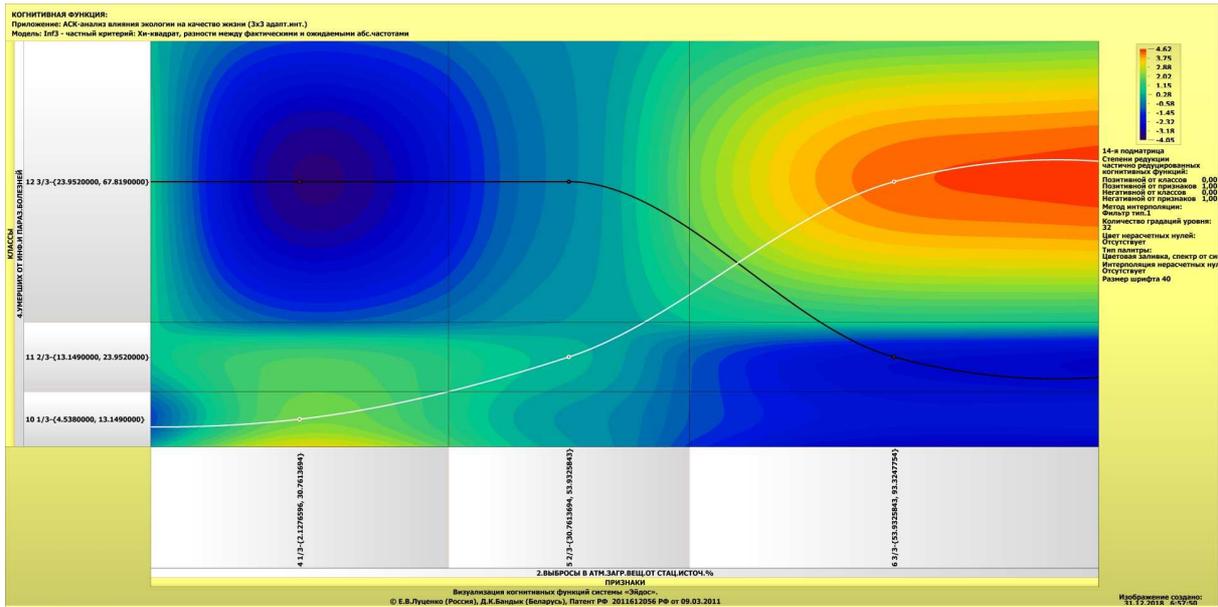
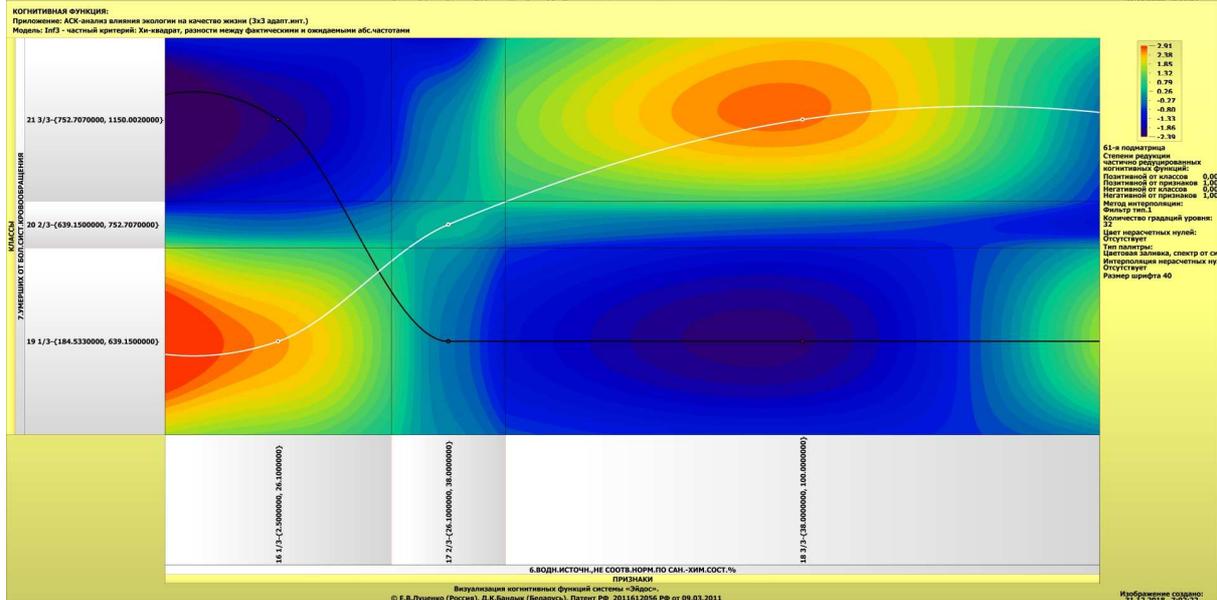
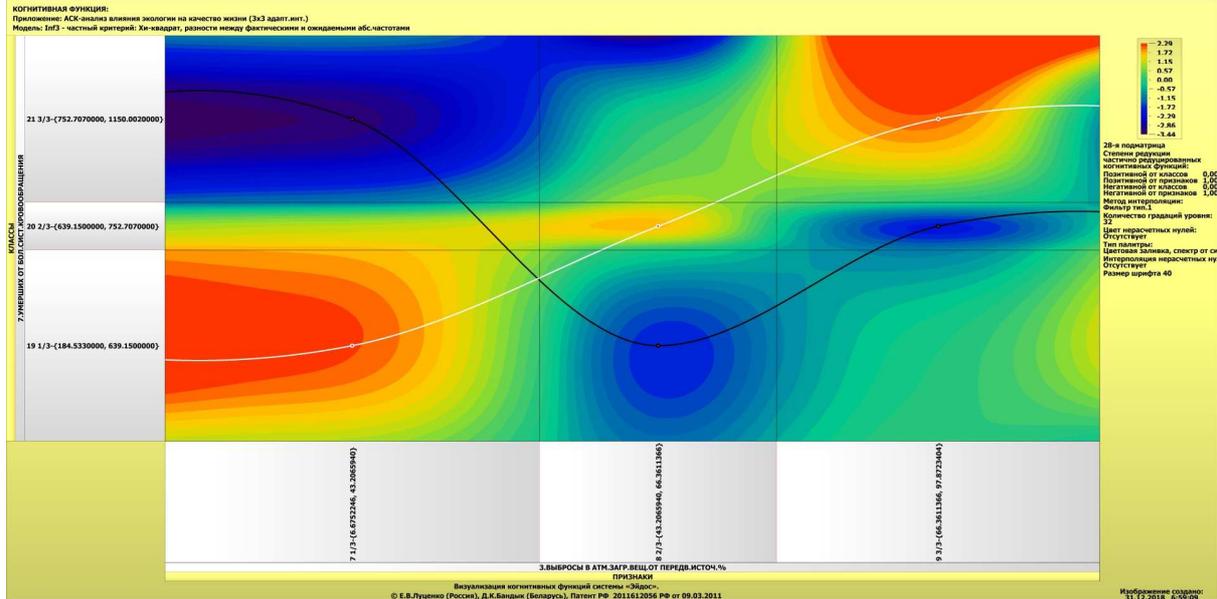
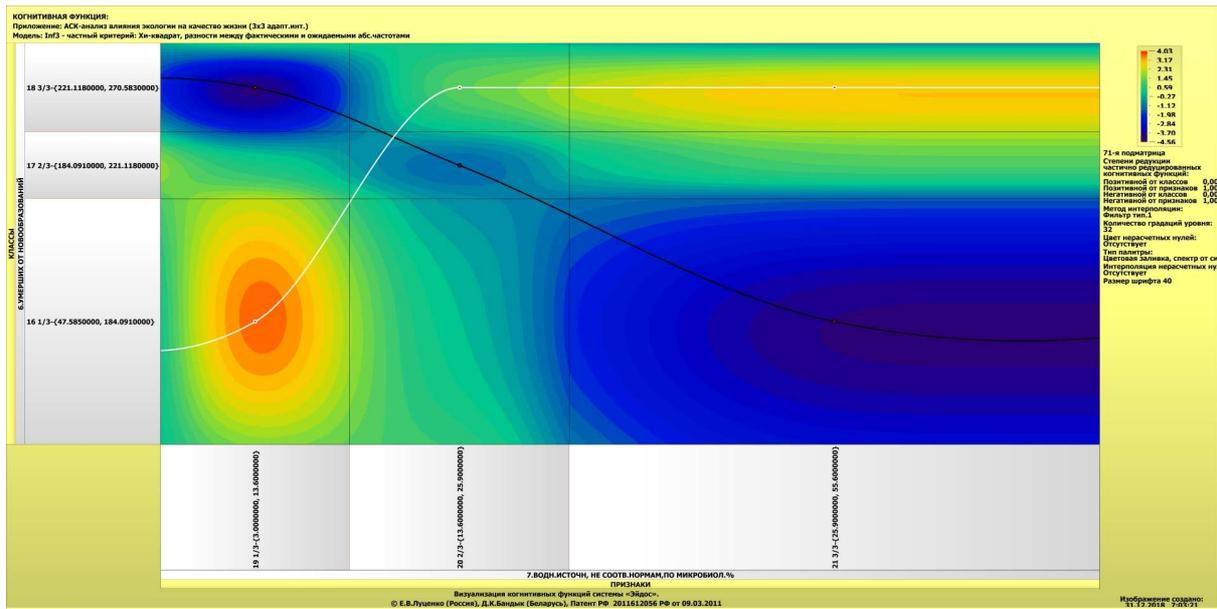


Рисунок 26. Пояснение по когнитивным функциям

В данной работе когнитивные функции отражают влияние экологических факторов на показатели качества жизни с отражением в цвете ко-







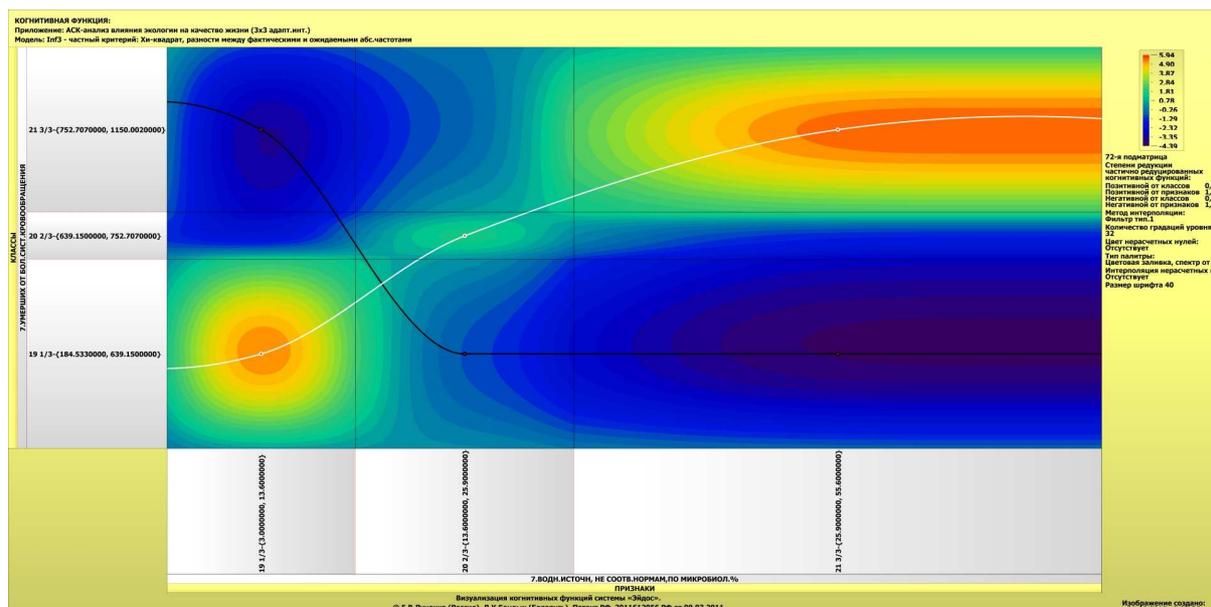


Рисунок 27. Некоторые когнитивные функции

Из рисунков 27 видно, что чем больше в общем объеме выбросов **доля** выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, тем меньше продолжительность жизни (по обоим полам), т.е. зависимость между ними практически обратно пропорциональная. *Этот факт можно содержательно объяснить особой опасностью для человека выбросов именно от стационарных источников по сравнению с другими. Отсюда следует научно-обоснованная рекомендация уделить особое внимание уменьшению именно этой категории выбросов.*

Обратим внимание на то, что когнитивные функции надо рассматривать и интерпретировать совместно, т.е. нужно понимать, что если доля (%) влияния какого-то фактора выше, то доля противоположного фактора соответственно ниже. Например, если доля передвижных источников загрязнения воздуха увеличивает продолжительность жизни, то только потому, что она уменьшает долю стационарных источников загрязнения, которые играют определяющую роль в уменьшении продолжительности жизни.

Из последней когнитивной функции видно, что увеличение доли водных источников не соответствующих нормам по микробиологии обуславливает увеличение смертей от болезней системы кровообращения.

В соответствии с методологией Функционально-стоимостного анализа и «Директ-Костинг» это может быть наиболее эффективными затратами на экологию, от которых есть основания ожидать наиболее ощутимого эффекта (рентабельности) в улучшении здоровья населения.

11.4.6.3. Инвертированный автоматизированный когнитивный SWOT-анализ влияния значений экологических факторов на показатели качества жизни

Классический SWOT-анализ отражает влияние всех факторов на одно выбранное состояние объекта моделирования. Инвертированный автоматизированный когнитивный SWOT-анализ отражает влияние выбранного значения фактора на все состояния объекта моделирования. Данный метод предложен в АСК-анализе и реализован только в его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» [3] (рисунок 28).

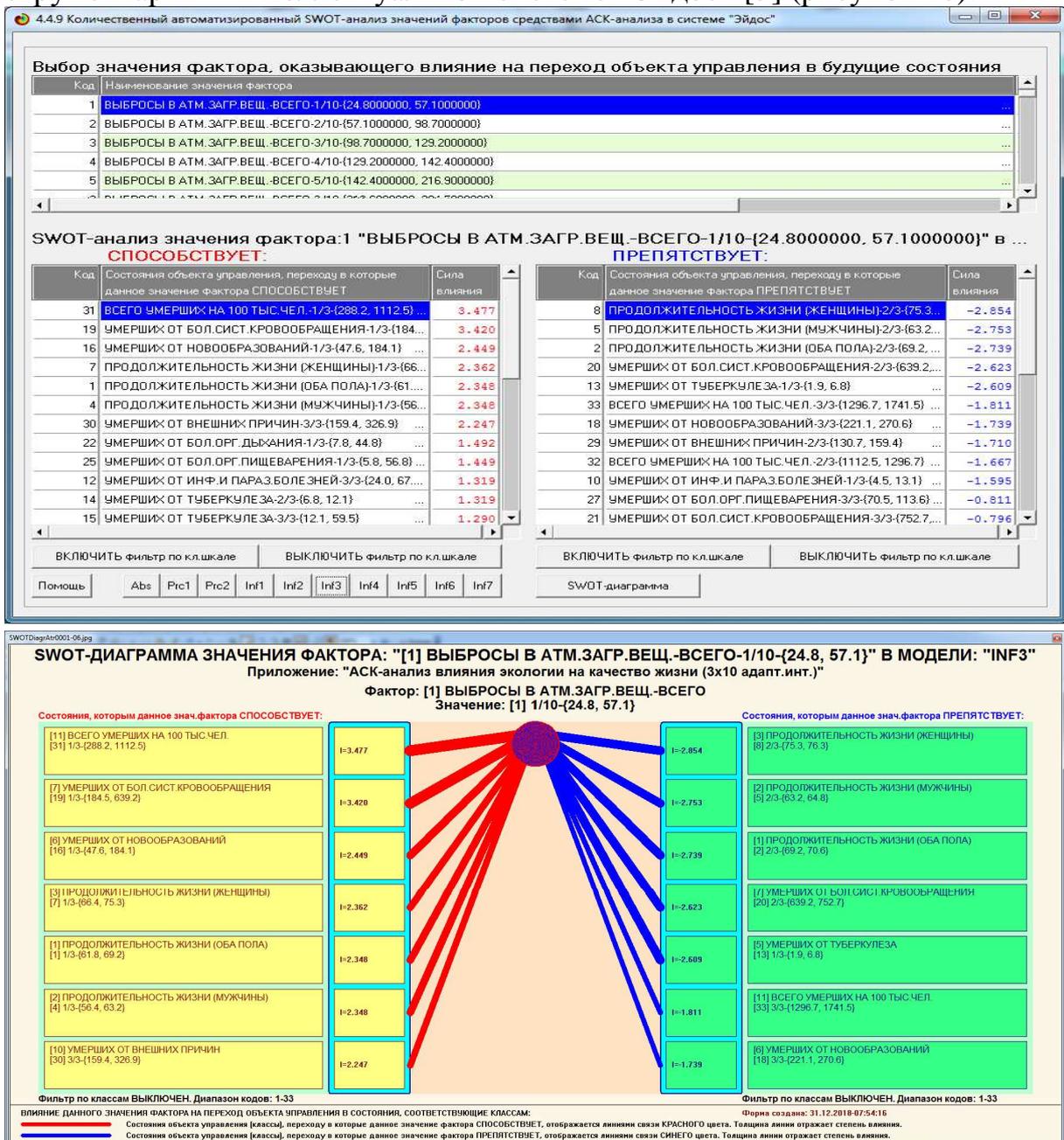


Рисунок 28. Экранная форма и диаграмма инвертированного автоматизированного когнитивного SWOT-анализа

11.4.6.4. Когнитивная диаграмма и дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации классов

Когнитивная диаграмма классов отражает их сходство и различие по системе обуславливающих их значений экологических факторов (таблица 6, рисунок 29):

Таблица 6 – Матрица сходства значений показателей качества жизни (классов) по системе значений экологических факторов, которыми они обусловлены (т.е. по их системе детерминации) в СК-модели Inf3

Код	Наименование	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30	N31	N32	N33
1	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-1/3-(61.7900000, 69.1900000)	100	-40	-59	89	-24	-56	95	-37	-56	-33	-3	35	-49	-5	53	-0	-6	5	13	-11	-4	-21	6	17	-21	6	14	-60	-13	72	-5	-15	16
2	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-2/3-(69.1900000, 70.5900000)	-40	100	-51	-27	75	-22	-34	70	-32	-14	20	4	7	-1	-6	-37	8	37	-36	13	26	-35	24	14	-34	13	20	-17	36	-16	-36	8	28
3	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-(70.5800000, 78.8400000)	-59	-51	100	-61	-44	90	-80	-27	80	44	-18	-29	40	6	-45	33	-2	-38	19	-1	-19	51	-28	-26	50	-17	31	71	-20	-54	37	6	-40
4	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-1/3-(56.3700000, 63.1700000)	89	-27	-61	100	-32	-58	82	-26	-53	-30	3	-27	-55	5	49	-1	-9	9	-2	-2	4	-26	5	24	-26	-3	29	-56	-5	61	-18	-5	20
5	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-2/3-(63.1700000, 64.7800000)	-24	75	-44	-32	100	-59	-18	56	-33	-22	4	18	7	-15	10	-81	25	39	-27	1	27	-48	41	10	-40	22	16	-26	24	5	-33	-8	37
6	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-(64.7800000, 75.9700000)	-56	-42	90	-58	-59	100	-53	-27	74	44	-6	-39	42	9	-50	45	-14	-42	25	1	-27	64	-40	-29	56	-16	-38	70	-16	-56	44	10	-50
7	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-1/3-(66.4200000, 75.2600000)	95	-34	-60	82	-19	-53	100	-41	-56	-32	-7	39	-41	-19	60	4	-5	-1	21	-8	-15	-16	4	22	-18	18	-1	-61	-9	70	0	-11	8
8	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-2/3-(75.2600000, 76.3000000)	-37	70	-27	-26	56	-27	-41	100	-52	-25	20	6	-2	10	-17	-40	-0	40	-32	2	32	-10	25	-6	40	10	29	-0	-10	-16	-20	-1	27
9	ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ЖЕНЩИНЫ)-3/3-(76.3000000, 81.3200000)	-56	-32	80	-53	-33	74	-56	-52	100	53	-11	-42	40	2	-41	32	5	-42	9	6	-15	31	-18	-16	53	-25	-25	58	-8	-51	25	12	-32
10	УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛЕЗНЕЙ-1/3-(4.5380000, 13.1490000)	-33	-14	44	-30	-22	44	-32	-25	53	100	-48	-55	76	-26	-46	25	-13	-18	-11	15	-2	16	-3	-14	31	-25	4	38	-10	-30	2	-1	-2
11	УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛЕЗНЕЙ-2/3-(13.1490000, 23.9520000)	-3	20	-15	3	4	-6	-7	20	-11	-48	100	-47	-33	59	-30	-8	-2	11	5	-27	18	-10	2	9	-26	-3	28	-3	13	-8	1	-6	4
12	УМЕРШИХ ОТ ИНФ И ПАРАЗ БОЛЕЗНЕЙ-3/3-(23.9520000, 67.8190000)	35	-4	-29	27	18	-39	39	6	-42	-55	-47	100	-45	-30	75	-18	15	8	6	10	-15	-7	2	6	-7	28	-23	-35	-2	38	-3	7	-2
13	УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-1/3-(1.8800000, 6.8250000)	-49	7	40	-55	7	42	-41	-2	40	76	-33	-45	100	-51	-44	16	-2	-17	-2	7	-4	10	-6	-5	23	-2	-20	36	-5	-33	2	4	-5
14	УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-2/3-(6.8250000, 12.1160000)	-5	-1	6	5	-15	9	-19	18	2	-26	59	-30	-51	100	-55	7	-29	17	8	-43	-29	18	17	-37	3	-42	41	17	-11	-8	19	-38	10
15	УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-3/3-(12.1160000, 59.4620000)	53	-6	-45	49	10	-50	60	-17	-41	-46	-30	75	-44	-55	100	-23	32	-1	-7	39	-26	-28	-12	43	-25	46	-23	-53	16	40	-22	35	-6
16	УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-1/3-(47.5850000, 184.0910000)	-0	-37	33	-1	-51	45	4	-40	32	25	-8	-18	16	7	-23	100	-57	-69	78	-25	-60	49	-43	-10	62	-32	-27	10	24	11	78	-11	-66
17	УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-2/3-(184.0910000, 221.1180000)	-6	8	-2	-8	25	14	-5	-8	5	-13	-2	15	-2	-29	32	-57	100	-20	40	35	11	-33	16	19	28	30	-6	-12	12	1	34	22	16
18	УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-3/3-(221.1180000, 270.5830000)	5	37	-38	9	39	-42	-1	49	-42	-18	11	8	-17	17	-1	-89	-20	100	-58	-2	62	-30	37	-5	-51	12	37	-2	18	-14	-64	-5	65
19	УМЕРШИХ ОТ БОЛ СИСТ КРОВОСРАЩЕНИЯ-1/3-(184.5330000, 639.1500000)	13	-36	19	-2	-27	25	21	-32	9	-11	5	6	-2	8	-7	78	-40	-58	100	-46	-65	46	-32	-17	52	-10	-40	2	-35	29	90	-24	-68
20	УМЕРШИХ ОТ БОЛ СИСТ КРОВОСРАЩЕНИЯ-2/3-(639.1500000, 752.7070000)	-11	13	-1	-2	1	1	-8	2	6	15	-27	10	7	-43	39	-25	35	-2	-46	100	-38	-15	-22	39	-21	32	-12	-18	-1	-28	36	-6	-13
21	УМЕРШИХ ОТ БОЛ СИСТ КРОВОСРАЩЕНИЯ-3/3-(752.7070000, 1150.0020000)	4	26	-19	4	27	-27	-15	32	-15	-2	18	-15	4	29	-26	-60	11	62	-65	-38	100	-34	52	-16	-36	-17	53	13	-8	-6	60	-32	62
22	УМЕРШИХ ОТ БОЛ ОРГ ДЫХАНИЯ-1/3-(7.8190000, 44.7780000)	-21	-35	51	-26	-48	64	-18	-18	31	-16	-10	7	10	18	-28	49	-33	-30	46	-15	-34	100	-55	-53	56	-14	-40	49	-23	-6	63	-16	-48
23	УМЕРШИХ ОТ БОЛ ОРГ ДЫХАНИЯ-2/3-(44.7780000, 62.8120000)	6	24	-28	5	41	-40	-4	25	-18	-3	2	-6	17	-12	-43	16	37	-32	-22	52	-55	100	-42	-27	-30	57	-14	-10	23	36	-37	62	
24	УМЕРШИХ ОТ БОЛ ОРГ ДЫХАНИЯ-3/3-(62.8120000, 105.8750000)	17	14	-28	24	10	-29	22	-6	-16	14	9	6	-5	-37	43	-10	19	-5	-17	39	-16	-53	-42	100	-34	45	-14	-40	3	-51	55	-11	
25	УМЕРШИХ ОТ БОЛ ОРГ ПИЩЕВАРЕНИЯ-1/3-(6.8090000, 56.8460000)	-21	34	50	26	-40	86	-18	-40	63	31	26	7	23	3	-26	62	26	51	62	-21	38	56	27	34	100	61	44	45	34	-14	62	-11	60
26	УМЕРШИХ ОТ БОЛ ОРГ ПИЩЕВАРЕНИЯ-2/3-(56.8460000, 70.4940000)	6	13	-17	-3	22	-16	18	10	-25	-25	-3	28	-2	-42	46	32	30	12	-10	32	-17	-14	-30	45	-51	100	-55	-30	29	4	-14	36	-13
27	УМЕРШИХ ОТ БОЛ ОРГ ПИЩЕВАРЕНИЯ-3/3-(70.4940000, 113.5710000)	14	20	-31	29	16	-38	-1	-29	-25	-4	28	-23	-20	41	-23	-27	-6	37	-40	-12	53	-40	57	-14	-44	-55	100	12	3	10	-45	-26	62
28	УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-1/3-(23.9830000, 130.7180000)	-60	-17	71	-56	-26	70	-61	-0	58	38	-3	-35	36	17	-53	10	-12	-2	-2	18	13	49	-14	-40	45	-30	-12	100	-46	-60	23	-14	-11
29	УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-2/3-(130.7180000, 159.4150000)	-13	36	-20	-5	24	-16	-9	-18	-8	-10	13	-2	-5	-11	16	-24	12	18	-35	51	-8	-23	-10	35	-34	29	3	46	100	-44	-34	37	5
30	УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-3/3-(159.4150000, 326.8920000)	72	-16	-54	61	5	-56	70	-16	-51	-30	-8	38	-33	-8	40	11	1	-14	29	-28	-6	-29	23	8	-14	4	10	-60	-44	100	8	-19	7
31	ВСЕГО УМЕРШИХ НА 100 ТЫС.ЧЕЛ.-1/3-(288.1930000, 1112.9420000)	-9	-36	37	-10	-33	44	0	-28	25	2	1	-3	2	19	-22	78	-34	-84	90	-38	60	63	-38	23	62	-15	45	23	-35	16	100	-33	-11
32	ВСЕГО УМЕРШИХ НА 100 ТЫС.ЧЕЛ.-2/3-(1112.9420000, 1296.7050000)	-15	9	6	-5	-8	10	-11	-1	12	-1	-6	7	4	-38	35	-11	22	-5	-24	66	-32	-16	-37	55	-11	36	-26	-37	-19	100	-43	43	
33	ВСЕГО УМЕРШИХ НА 100 ТЫС.ЧЕЛ.-3/3-(1296.7050000, 1741.4580000)	16	28	-40	20	37	-50	8	27	-32	-2	4	-2	-5	10	-8	-66	16	65	-68	-13	81	-48	62	-11	-80	-13	62	-11	5	7	-71	-43	100

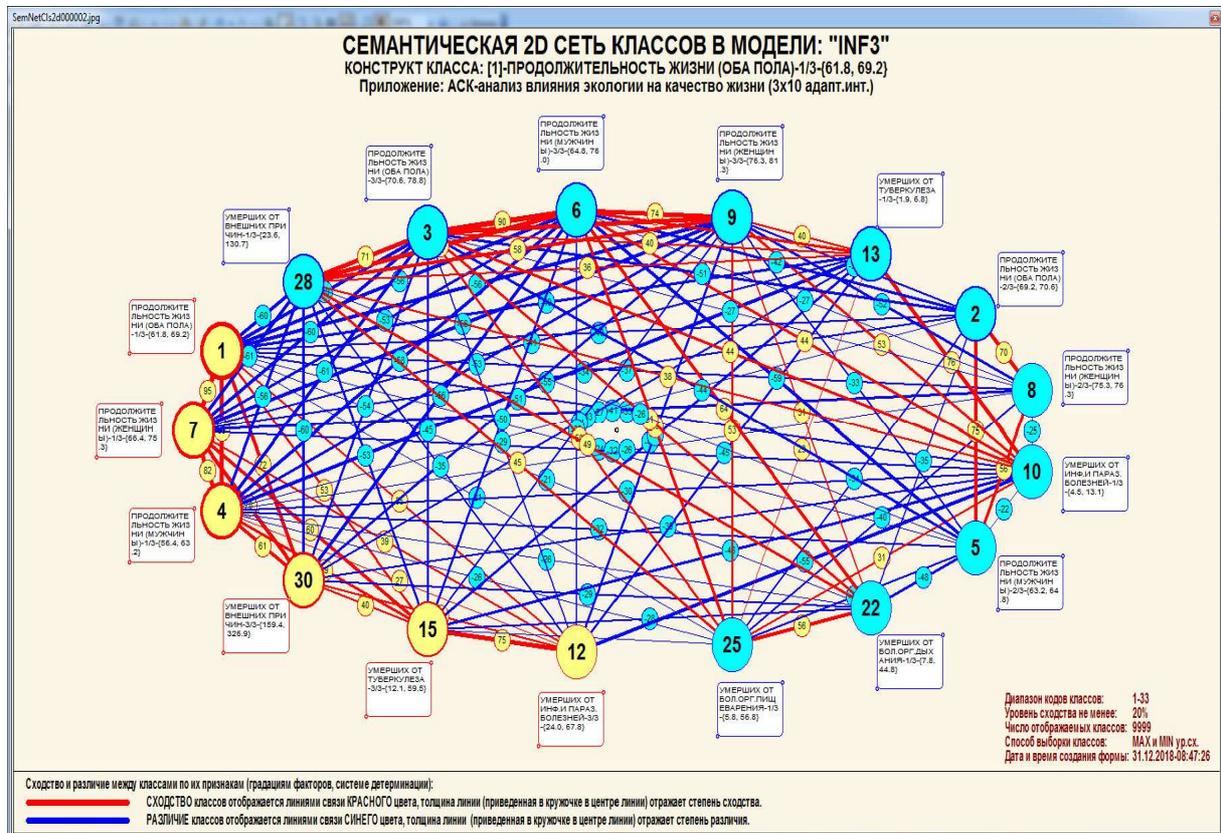


Рисунок 29. Когнитивная диаграмма классов

Необходимо отметить, что величина сходства и различия в когнитивных диаграммах получена в результате расчета матриц сходства на основе системно-когнитивных моделей (моделей знаний), а не в результате неформализуемых экспертных оценок на основе интуиции и профессиональной компетенции.

Та же самая информация о сходстве-различии классов по системе их детерминации, которая отображена в когнитивной диаграмме на рисунке 30, отображается и в форме дендрограмм агломеративной когнитивной кластеризации классов [5, 6] (рисунок 30):

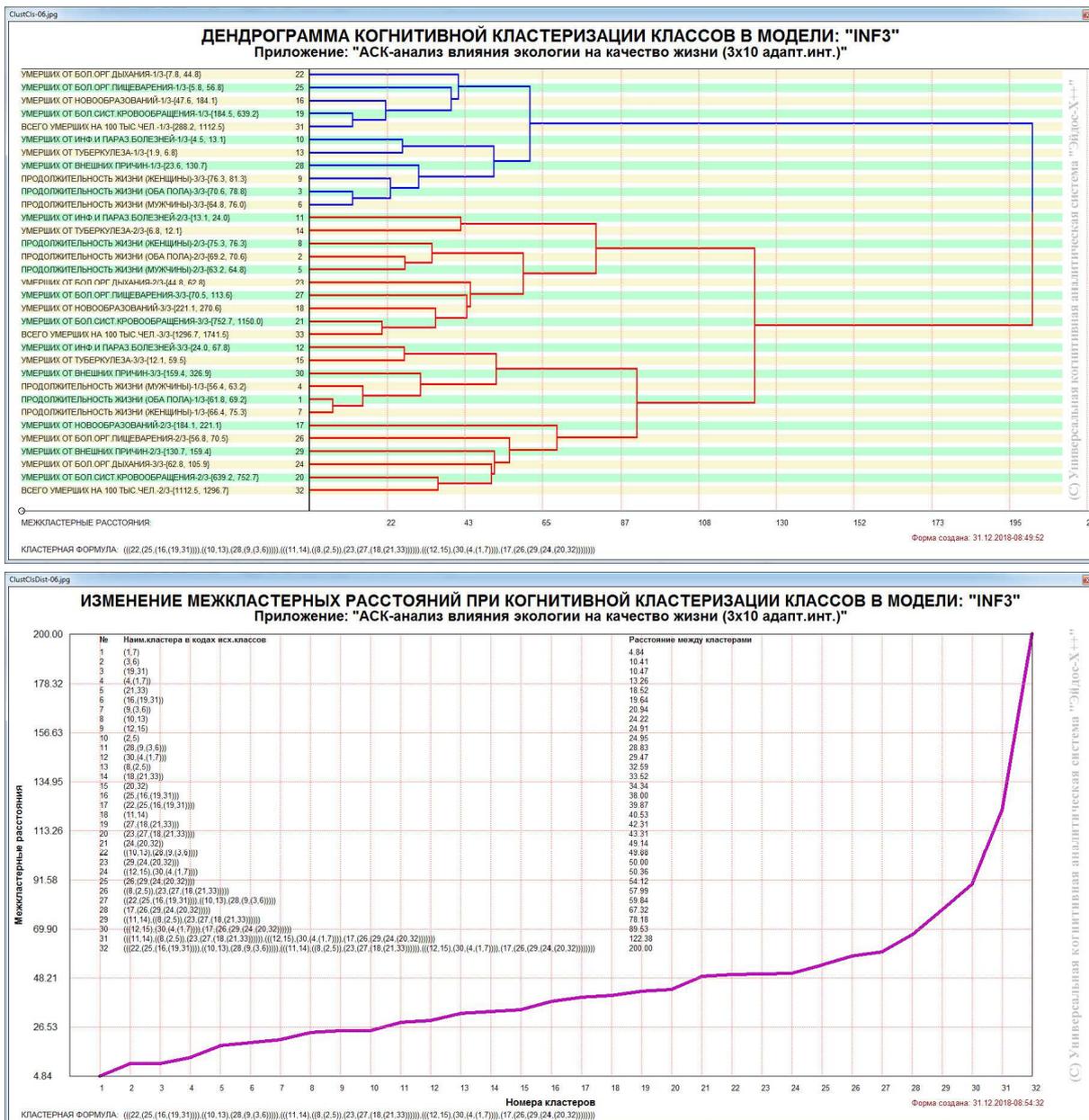
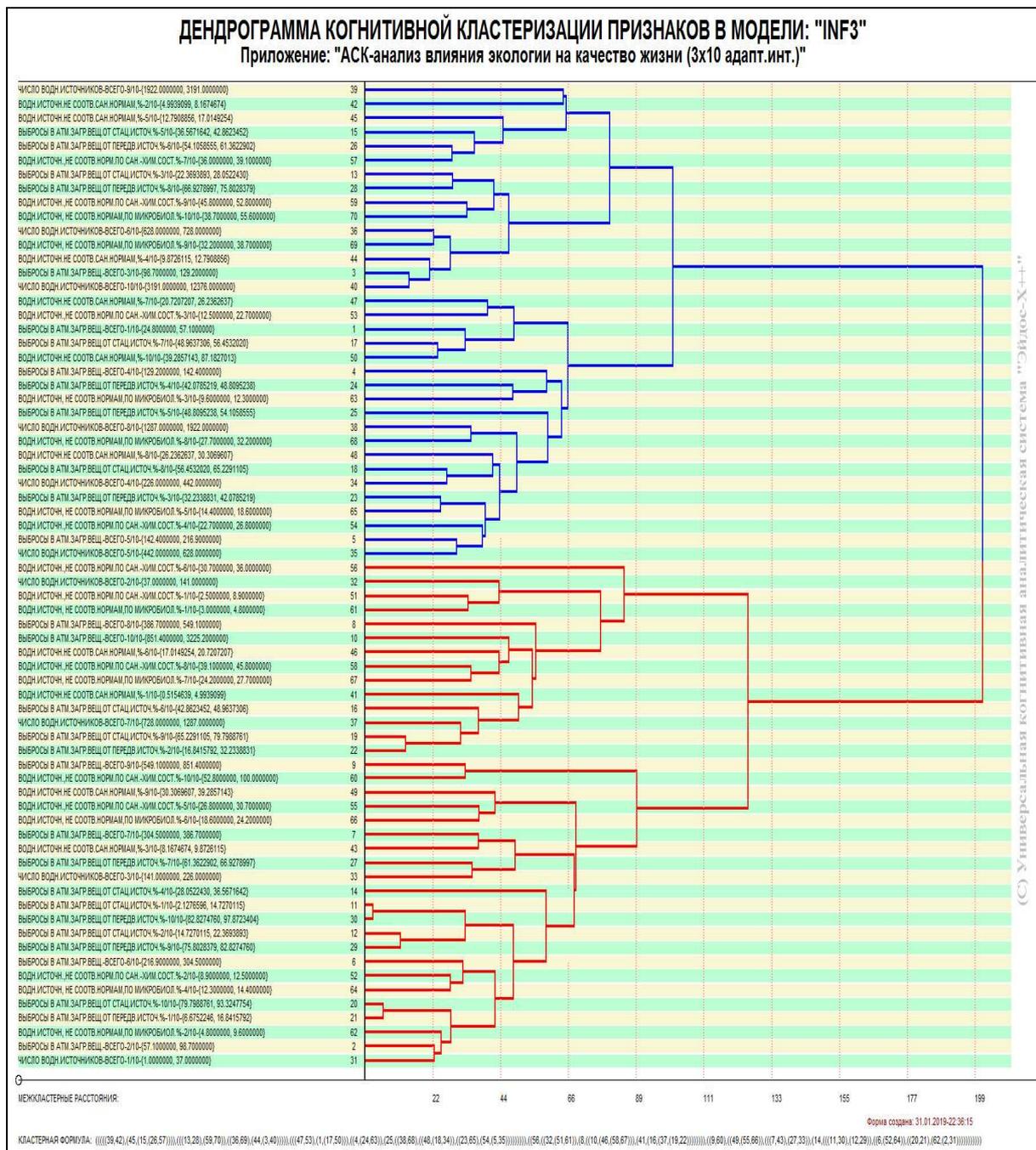


Рисунок 30. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации классов и график изменения межкластерных расстояний

Необходимо отметить, что величина сходства и различия в когнитивных диаграммах получена в результате расчета матриц сходства на основе системно-когнитивных моделей (моделей знаний), а не в результате неформализуемых экспертных оценок на основе интуиции и профессиональной компетенции.

Та же самая информация о сходстве-различии значений экологических факторов по их влиянию на значения показателей качества жизни населения региона, которая отображена в когнитивной диаграмме на рисунке 33, отображается и в форме дендрограмм агломеративной когнитивной кластеризации значений факторов [5, 6] (рисунок 32):



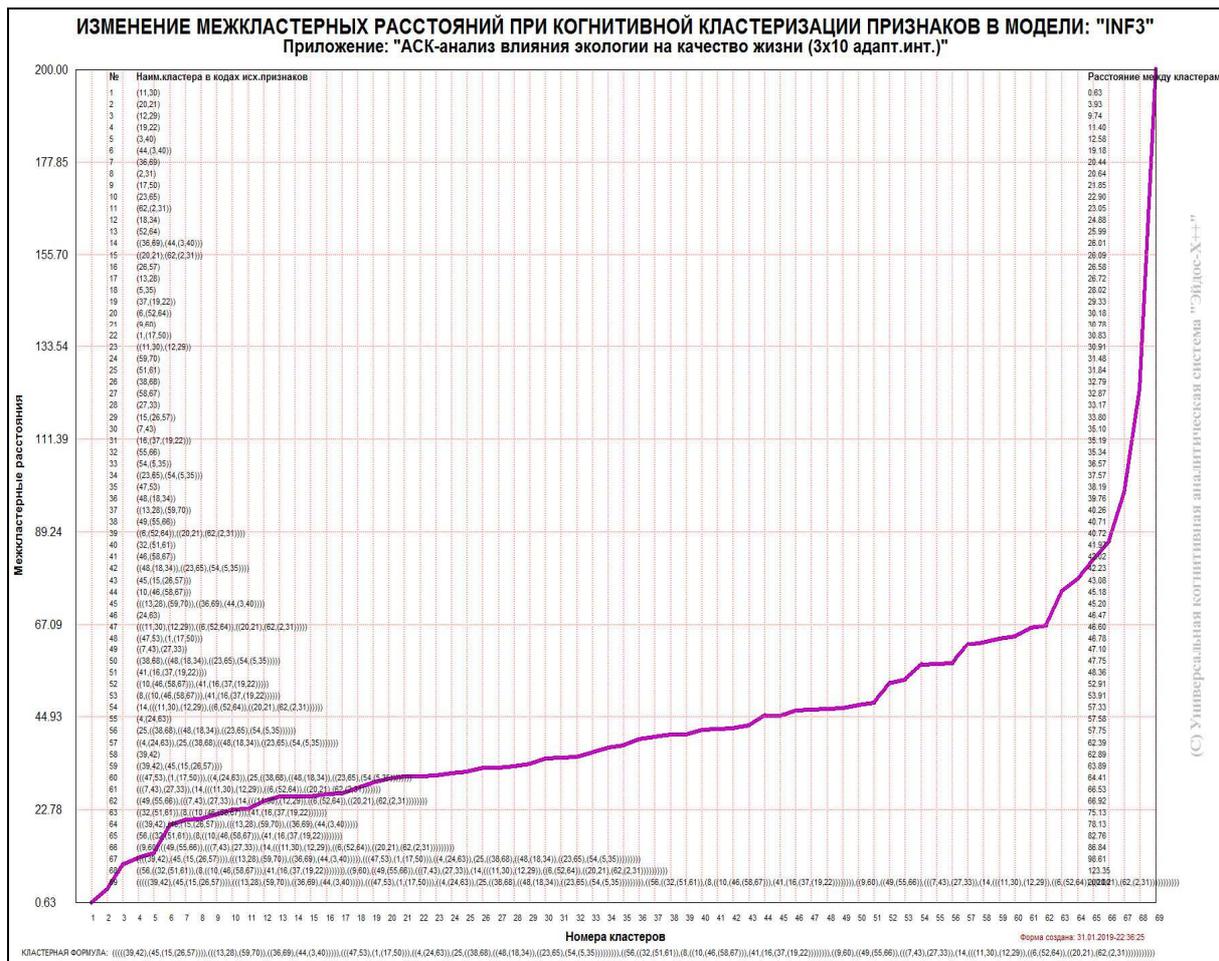


Рисунок 32. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации значений экологических факторов и график изменения межкластерных расстояний

11.4.6.6. 2D-интегральные когнитивные карты

Если взять информационные портреты двух классов, подобные приведенным в разделе 5.5.2.1, и отразить сходство-различие значений факторов, которые в них входят, используя информацию из матрицы сходства значений факторов (таблица 8), то получим 2d-когнитивную диаграмму классов (рисунок 35).

Аналогично, если взять информационные портреты двух значений факторов, подобные приведенным в форме инвертированной SWOT-диаграммы в разделе 5.5.3.3, и отразить сходство-различие классов, которые ими обуславливаются, используя информацию из матрицы сходства значений факторов (таблица 7), то получим 2d-когнитивную диаграмму классов (рисунок 36):

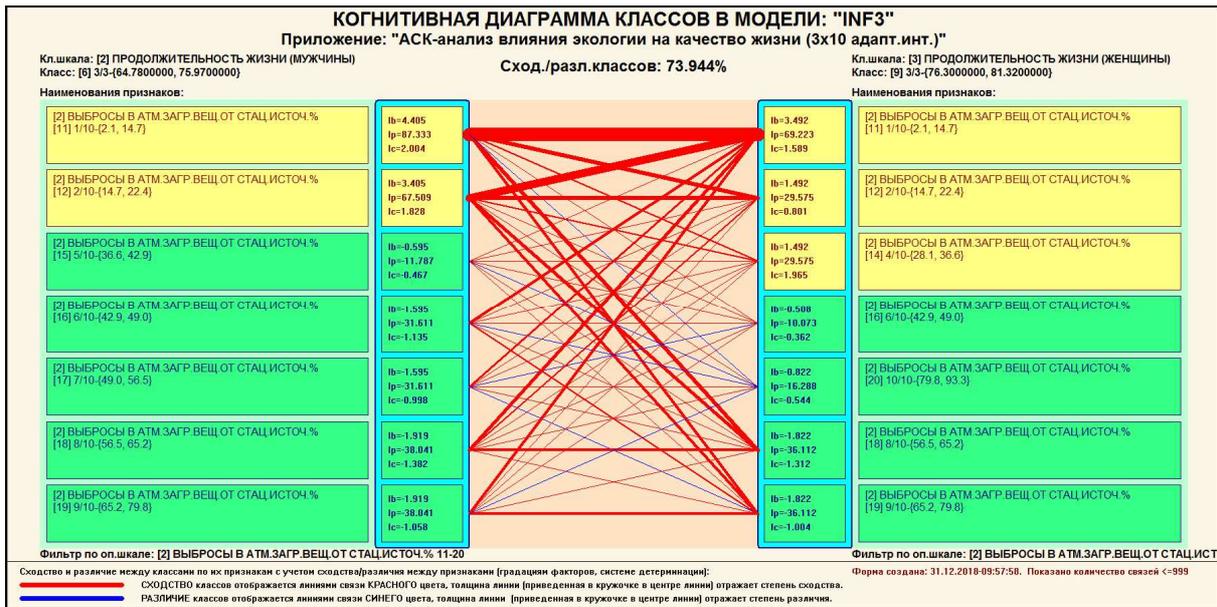


Рисунок 33. 2d-интегральная когнитивная карта классов

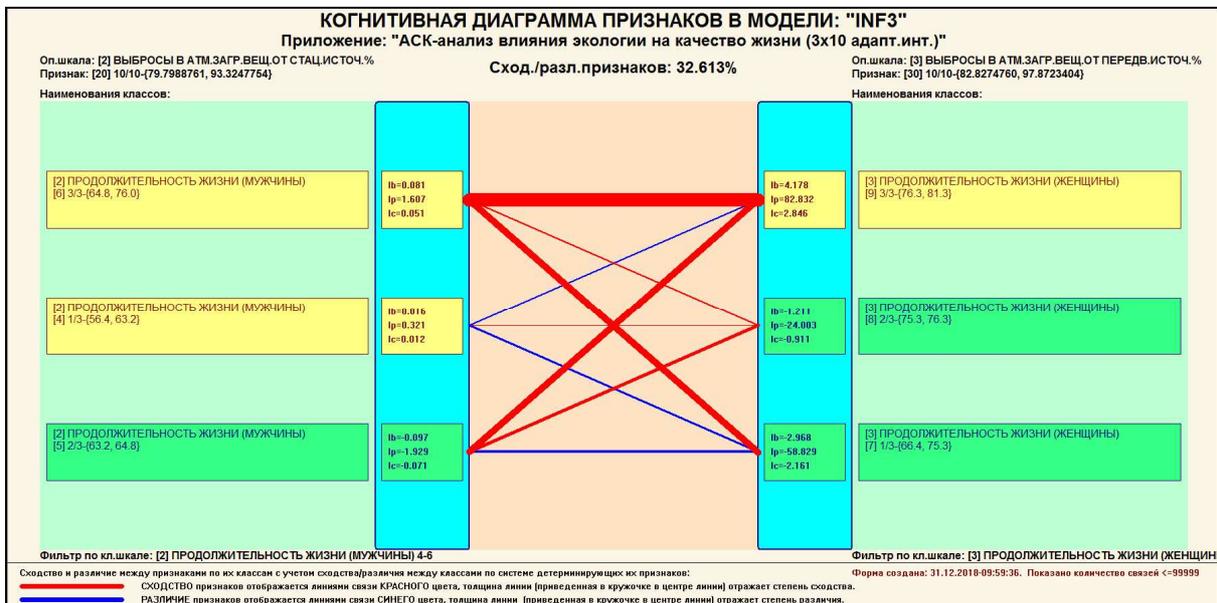


Рисунок 34. 2d-интегральная когнитивная карта значений факторов

Из подобных интегральных когнитивных карт мы детально видим причинно-следственные взаимосвязи в моделируемой предметной области, которые в других формах, например в когнитивных диаграммах, отображаются в более общей форме.

11.4.6.7. 3D-интегральные когнитивные карты

3D-интегральные когнитивные карты представляют собой когнитивные диаграммы, подобные приведенным в разделах 5.5.3.4 и 5.5.3.5 настоящего отчета, объединенные с изображением одного слоя нелокальной нейронной сети, провиденной в разделе 5.5.3.2 (рисунок 37):



Рисунок 35. Фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты

Резюме.

Задача-8: Решить задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области в наиболее достоверной из созданных моделей.

Описание задачи идентификации и прогнозирования.

Задачи идентификации и прогнозирования отличаются тем, что при идентификации действующие факторы и состояние объекта моделирования относятся к одному моменту времени, а при прогнозировании факторы относятся к настоящему, а состояние объекта, на который они действуют – к будущему. В остальном они практически не отличаются.

Результаты решения задачи прогнозирования

Наиболее достоверная по L1-критерию из созданных СК-моделей Inf3 с интегральным критерием: «Сумма знаний» позволила с высокой достоверностью решать задачу прогнозирования интервальных значений показателей качества жизни на основе данных об экологической обстановке. При этом достоверность прогнозирования различных значений показателей качества жизни различна. Все значения показателей качества жизни были ранжированы в порядке убывания достоверности их прогнозирования. Сформулирована гипотеза согласно которой достоверность прогнозирования значений показателей качества жизни обуславливается степенью их детерминации значениями экологических факторов. Если значение показателя качества жизни жестко обусловлено значениями экологических факторов, то он хорошо прогнозируется, в если же между ними нет особой связи, то он прогнозируется плохо. Был составлен список хорошо прогно-

зируемых значений показателей качества жизни, для которых достоверность прогнозирования выше средневзвешенной, и плохо прогнозируемых, для которых она ниже средневзвешенной. Наиболее хорошо прогнозируются следующие показатели:

- ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-3/3-{70.5600000, 78.8400000};
- ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (МУЖЧИНЫ)-3/3-{64.7800000, 75.9700000};
- УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-1/3-{47.5850000, 184.0910000};
- УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ДЫХАНИЯ-3/3-{62.8120000, 105.8750000};
- ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ (ОБА ПОЛА)-2/3-{69.1900000, 70.5600000};
- УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-1/3-{23.5830000, 130.7180000}.

Плохо прогнозируемые показатели следующие:

- УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-1/3-{1.8800000, 6.8250000};
- УМЕРШИХ ОТ ВНЕШНИХ ПРИЧИН-2/3-{130.7180000, 159.4150000};
- УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-2/3-{6.8250000, 12.1160000};
- УМЕРШИХ ОТ НОВООБРАЗОВАНИЙ-2/3-{184.0910000, 221.1180000};
- УМЕРШИХ ОТ ТУБЕРКУЛЕЗА-3/3-{12.1160000, 59.4620000}.
- УМЕРШИХ ОТ БОЛ.ОРГ.ПИЩЕВАРЕНИЯ-3/3-{70.4940000, 113.5710000}.

Описание задачи принятия решений.

Задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования. Если при прогнозировании мы по значениям действующих факторов определяем будущее состояние объекта моделирования, то при принятии решений мы наоборот, по заданному будущему состоянию объекта моделирования (целевому, желательному или любому заданному) определяем какие значения факторов его обуславливают, т.е. вызывают переход объекта моделирования в это состояние.

Результаты решения задачи принятия решений.

В АСК-анализе поддерживается автоматизированный когнитивный SWOT-анализ. Были получены SWOT-диаграммы для всех значений показателей качества жизни. В этих SWOT-диаграммах в табличной и графической формах содержится информация о том, какие значения экологических факторов обуславливают каждое из значений показателей качества жизни, а какие препятствуют и в какой степени. Важно, что эти SWOT-диаграммы получены не путем неформализованных экспертных оценок на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции, а на основе строгой математической системно-когнитивной модели, полученной непосредственно на основе эмпирических данных.

Описание задачи исследования моделируемого объекта путем исследования его модели.

Если модель объекта достаточно адекватна, то ее исследование корректно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели «переносить» на сам моделируемый объект. При решении задачи 7 показано, что в нашем случае это именно так. Исследование модели Inf3 позволило получить следующие научные результаты: 1) Парето-кривая значимости градаций описательных шкал, т.е. значений экологических факторов; 2) когнитивные функции, отражающие какое количество информации содержится в значениях экологических факторов о значениях показателей качества жизни (по всем сочетаниям клас-

сификационных и описательных шкал); 3) инвертированный автоматизированный когнитивный SWOT-анализ влияния каждого значения экологических факторов на все значения показателей качества жизни; 4) когнитивная диаграмма классов и дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации классов; 5) когнитивная диаграмма признаков (значений факторов) и дендрограмма агломеративной кластеризации значений факторов.

Результаты решения задачи исследования моделируемого объекта путем исследования его модели.

1) Парето-кривую значимости градаций описательных шкал, т.е. значений экологических факторов. В качестве значимости значения фактора для решения различных задач в системно-когнитивной модели (СК-модель) в АСК-анализе и системе «Эйдос» принята вариабельность значений фактора по классам в матрице модели. В качестве значимости фактора для решения различных задач в системно-когнитивной модели (СК-модель) в АСК-анализе и системе «Эйдос» принята средняя значимость значений данного фактора по классам в матрице модели. Существует много количественных мер вариабельности (изменчивости), но в данном случае принято использовать среднеквадратичное отклонение. Вариабельность значения фактора по классам выбрана в качестве значимости этого значения фактора потому, что чем выше эта вариабельность, тем лучше позволяет это значение фактора разделить (различить) классы. Если вариабельность значения фактора равна нулю, то данное значение фактора вообще является бесполезным для решения задачи идентификации и других задач. Можно удалить в таблице исходных данных наименее значимые шкалы, что позволяет создать модели значительно меньшей размерности при сохранении высокой адекватности модели.

2) Когнитивные функции, отражают какое количество информации содержится в значениях экологических факторов о значениях показателей качества жизни (по всем сочетаниям классификационных и описательных шкал).

3) Инвертированный автоматизированный когнитивный SWOT-анализ влияния каждого значения экологических факторов на все значения показателей качества жизни позволяет определить смысл значения экологического фактора и отобразить его в виде табличных и графических выходных форм.

4) Когнитивная диаграмма классов и дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации классов отражает их сходство и различие по системе обуславливающих их значений экологических факторов. Необходимо отметить, что величина сходства и различия в когнитивных диаграммах получена в результате расчета матриц сходства на основе моделей знаний, а не в результате неформализуемых экспертных оценок на основе интуиции и профессиональной компетенции.

5) Когнитивная диаграмма признаков (значений факторов) и дендрограмма агломеративной кластеризации значений факторов отражает их сходство и различие по тем параметрам качества жизни населения региона, которые они обуславливают. Необходимо отметить, что величина сходства и различия в когнитивных диаграммах получена в результате расчета матриц сходства на основе моделей знаний, а не в результате неформализуемых экспертных оценок на основе интуиции и профессиональной компетенции.

11.5. Выводы, результаты и предложения (перспективы)

В Проекте предложена и продемонстрирована на численном примере возможность исследования влияния экологических факторов на уровень качества жизни региона с применением АСК-анализа и системы «Эйдос».

В работе представлена лишь небольшая доля возможностей исследования моделей, предоставляемых данным методом.

Материалы данной работы могут быть использованы при преподавании дисциплин: 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, 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 система «Эйдос» находится в полном открытом бесплатном доступе (с открытыми исходными текстами) на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

Поскольку сам автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и реализующая его интеллектуальная система «Эйдос» основаны на оригинальных математических идеях (системная теория информации (СТИ), системное обобщение математики), которые не поддерживаются в других методах и программных системах, то и практически все результаты их применения для моделирования предметной области и решения на основе этих моделей различных задач, являются уникальными результатами мирового уровня научной новизны [4].

ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ I

Литература к главе 1

1. Никитина Е.П., Фрейдлина В.Д., Ярхо А.В. Коллекция определений термина «статистика». – М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 1972. – 46 с.
2. Ленин В.И. Развитие капитализма в России. Процесс образования внутреннего рынка для крупной промышленности. – М.: Политиздат, 1986. – XII, 610 с.
3. Гнеденко Б.В. Очерк по истории теории вероятностей. – М.: УРСС, 2001. – 88 с.
4. Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. Часть I. – М.-Л.: Объединенное научно-техническое издательство НКТП СССР, 1937. – 432 с.
5. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики: Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика. 1990. – 295 с.
6. Бернштейн С.Н. Современное состояние теории вероятностей и ее приложений. – В сб.: Труды Всероссийского съезда математиков в Москве 27 апреля – 4 мая 1927 г. – М. – Л.: ГИЗ, 1928. – С.50 – 63.
7. Орлов А.И. О современных проблемах внедрения прикладной статистики и других статистических методов // Заводская лаборатория. 1992. Т.58. № 1. – С.67 – 74.
8. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и её применений // Вестник статистики. 1990. № 1. – С.65 – 71.
9. Кендалл М., Стьюарт А. Теория распределений. – М.: Наука, 1966. – 566 с.
10. Кендалл М., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 899 с.
11. Кендалл М., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
12. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. – М.: Наука, 1969. – 192 с.
13. ГОСТ 11.011-83. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров гамма-распределения. – М.: Изд-во стандартов. 1984. – 53 с.
14. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. – М.: Наука, 1965 (1-е изд.), 1968 (2-е изд.), 1983 (3-е изд.).
15. Смирнов Н.В. О приближении плотностей распределения случайных величин // Ученые записки МГПИ им. В.П.Потемкина. 1951. Т.ХVI. Вып.3. – С. 69 – 96.
16. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник для вузов. Изд. 3-е, исправленное и дополненное. – М.: Экзамен, 2004. – 576 с.
17. Орлов А.И. О развитии прикладной статистики. - В сб.: Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). – М.: Знание, 1981. – С.3-14.

²⁷ Многие из этих работ размещены на сайте: <http://lc.kubagro.ru/> в открытом доступе

18. Тутубалин В.Н. Границы применимости (вероятностно-статистические методы и их возможности). – М.: Знание, 1977. – 64 с.
19. Орлов А.И. Сертификация и статистические методы // Заводская лаборатория. 1997. Т.63. № 3. – С.55 – 62.
20. Орлов А.И. Что дает прикладная статистика народному хозяйству? // Вестник статистики. 1986. №8. – С.52 – 56.
21. Орлов А.И., Орлова Л.А. Применение эконометрических методов при решении задач контроллинга // Контроллинг. 2003. №4(8). – С.50 – 54.
22. Комаров Д.М., Орлов А.И. Роль методологических исследований в разработке методоориентированных экспертных систем (на примере оптимизационных и статистических методов). – В сб.: Вопросы применения экспертных систем. – Минск: Центросистем, 1988. – С.151 – 160.
23. The teaching of statistics / Studies in mathematical education. Vol.7. – Paris, UNESCO, 1991. – 258 pp.
24. Kotz S., Smith K. The Hausdorff Space and Applied Statistics: A View from USSR (Котц С., Смит К. Пространство Хаусдорфа и прикладная статистика: точка зрения ученых СССР). – The American Statistician. November 1988. Vol. 42. № 4. – P.241 – 44.
25. Кудлаев Э.М., Орлов А.И. Вероятностно-статистические методы исследования в работах А.Н. Колмогорова // Заводская лаборатория. 2003. Т.69. № 5. – С.55 – 61.
26. Корнев В.П. Видные деятели отечественной статистики. 1686 – 1990. Биографический словарь. – М.: Финансы и статистика, 1993. – 200 с.
27. Чехов А.П. Остров Сахалин / Сочинения. Тома 14 –15. – М.: Наука, 1978. – 928 с.
28. Орлов А.И. Основные черты новой парадигмы математической статистики // 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>.
29. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы / А.И. Орлов // 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>
30. Орлов А.И. Математические методы теории классификации / А.И. Орлов // 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>
31. Орлов А.И. Основные идеи статистики интервальных данных // 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>
32. 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.

33. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики // 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>

34. Луценко Е.В., Орлов А.И. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в системной нечеткой интервальной математике // 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>

35. Орлов А.И. Основные этапы становления статистических методов // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 97. С. 73-85.

Литература к главе 2

1. Орлов А.И. Основные этапы становления статистических методов / А.И. Орлов // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). – IDA [article ID]: 0971401086. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/86.pdf>

2. Орлов А.И. Вероятностно-статистические методы в работах А.Н. Колмогорова / А.И. Орлов // 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>

3. Орлов А.И. Вероятностно-статистические методы в работах Б.В. Гнеденко / А.И. Орлов // 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>

4. Колмогоров А.Н. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1986. - 535 с.

5. Смирнов Н.В. Теория вероятностей и математическая статистика. Избранные труды. – М.: Наука, 1970. – 289 с.

6. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1965 (1-е изд.), 1968 (2-е изд.), 1983 (3-е изд.).

7. 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.

8. Смирнов Н.В., Белугин Д.А. Теория вероятностей и математическая статистика в приложении к геодезии. – М.: Недра, 1969. – 380 с.

9. Смирнов Н.В. О приближении плотностей распределения случайных величин // Ученые записки МГПИ им. В.П.Потемкина. 1951. Т.ХVI. Вып.3. С. 69-96.

10. Орлов А.И. Прикладная статистика. Учебник. - М.: Экзамен, 2006. - 672 с.

11. Орлов А.И. О критериях Колмогорова и Смирнова // Заводская лаборатория. 1995. Т.61. № 7. С.59-61.

12. Орлов А.И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, омега-квадрат и ошибки при их применении // 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>
13. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. – М.: Наука, 1979. – 296 с.
14. Орлов А.И. Скорость сходимости распределения статистики Мизеса – Смирнова // Теория вероятностей и ее применения. 1974. Т.19. №4. С.766-786.
15. Орлов А.И. Состоятельные критерии проверки абсолютной однородности независимых выборок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т.78. №11. С.66-70.
16. Орлов А.И., Миронова Н.Г., Фомин В.Н., Черномордик О.М. Методика. Проверка однородности двух выборок параметров продукции при оценке ее технического уровня и качества. – М.: ВНИИСтандартизации, 1987. – 116 с.
17. Большев Л.Н. Избранные труды. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука., 1987. – 286 с.
18. Орлов А.И. Статистические пакеты – инструменты исследователя // Заводская лаборатория. 2008. Т.74. №5. С.76-78.
19. Орлов А.И. О развитии прикладной статистики // Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). – М.: Знание, 1981. – С.3-14.
20. Налимов В.В. Канатоходец. Воспоминания. — М.: Издательская группа «Прогресс», 1994. — 456 с.
21. Налимов В.В. Применение математической статистики при анализе вещества.- М.: Физматгиз, 1960. – 430 с.
22. Налимов В.В., Чернова Н.К. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. – М. Физматгиз, 1965. – 340 с.
23. Налимов В.В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – 207 с.
24. Налимов В.В., Голикова Т.И. Логические основания планирования эксперимента. Изд. 2-е, переработанное и расширенное. – М.: Металлургия, 1981. – 151 с.
25. Маркова Е.В., Никитина Е.П. Математическая теория эксперимента: история, развитие, будущее // Заводская лаборатория. 2002. Т.68. № 1. С.112-118.
26. Математическая теория планирования эксперимента / Под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука, 1983. – 392 с.
27. Налимов В.В., Мульченко З.М. Наукометрия. Изучение развития науки как информационного процесса. – М.: Наука, 1969. – 192 с.
28. Налимов В.В. Вероятностная модель языка. Изд. 2-е, расширенное. – М.; Наука, 1979. – 303 с.
29. Орлов А.И. Математика нечеткости. – Журнал «Наука и жизнь». 1982. No.7. с.60-67.
30. Налимов В.В. Спонтанность сознания: Вероятностная теория смыслов и смысловая архитектура личности. – М.: Изд-во «Прометей» МГПИ им. В.И. Ленина, 1989. – 288 с.
31. Налимов В.В. В поисках иных смыслов. – М.: Издательская группа «Прогресс», 1993. – 280 с.

32. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.3. Статистические методы анализа данных. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 624 с.
33. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
34. Kotz S., Smith K. The Hausdorff Space and Applied Statistics: A View from USSR (Котц С., Смит К. Пространство Хаусдорфа и прикладная статистика: точка зрения ученых СССР). - The American Statistician. November 1988. Vol. 42. № 4. P. 241-244.
35. Kotz S. Statistical Terminology - Russian Vs. English - in the Light of the Development of Statistics in the USSR // The American Statistician, 1965. Vol. 19, №. 3, P.16-22.
36. Kotz S. Statistics in the USSR // Survey, 1965. Vol. 57, October, P.132-141.
37. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики: Учебное пособие. - М.: Финансы и статистика. 1990. - 295 с.
38. Прикладная статистика / Ученые записки по статистике. Т.45. – М.: Наука, 1983. – 383 с.
39. Тимофеев К. Что же такое прикладная статистика? // Вестник статистики. 1985. № 10. С.66-67.
40. Орлов А.И. Что дает прикладная статистика народному хозяйству? // Вестник статистики. 1986. № 8. С.52 – 56.
41. Каган А.М., Линник Ю.В., Рао С.Р. Характеризационные задачи математической статистики. – М.: Наука, 1972. – 656 с.
42. Шеремет Н. О так называемой прикладной статистике // Вестник статистики. 1987. № 2. С.67-71.
43. Weinberg J.H., Schumaker J. Statistics: An Intuitive Approach (2-nd ed.). - Belmont, CA: Brooks-Cole. 1969.
44. Мандель И. Теория статистики и прикладная статистика // Вестник статистики. 1987. № 7. С.76-79.
45. Цонев В. К дискуссии по вопросу: что же такое прикладная статистика // Вестник статистики. 1988. № 2. С.67-68.
46. Маркович М. Хроника и информация // Вестник статистики. 1986. № 11. С.62-64.
47. Статистика и перестройка: Ученые записки по статистике. Т.55. – М.: Наука, 1991. – 280 с.
48. Орлов А.И. Создана единая статистическая ассоциация // Вестник Академии наук СССР. 1991. № 7. С.152-153.
49. Орлов А.И. Всесоюзная статистическая ассоциация - гарантия успешного внедрения современных статистических методов // Надежность и контроль качества. 1991. № 6. С.54-55.
50. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и её применений. / Вестник статистики. 1990. № 1. С.65 - 71.
51. Устав Всесоюзной статистической ассоциации (ВСА). 1-й Пленум Правления ВСА // Вестник статистики. 1991. № 2. С.71-76.
52. Орлов А.И. Новая парадигма прикладной статистики // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. №1. Часть I. С.87-93.

53. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы // 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>
54. Орлов А.И. Основные идеи статистики интервальных данных // 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>
55. Орлов А.И. Основные черты новой парадигмы математической статистики // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 187 – 213. – IDA [article ID]: 0901306013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/13.pdf>
56. Вероятность и математическая статистика. Энциклопедия / Гл. ред. Ю.В. Прохоров. – М.: Изд-во «Большая Российская Энциклопедия», 1999. – 910 с.
57. Орлов А.И. Непараметрическая и прикладная статистика в нашей стране // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 197–226.

Литература к главе 3

1. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2006. - 672 с.
2. Орлов А.И. Эконометрика. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. - М.: Экзамен, 2004. – 576 с.
3. Орлов А.И. Теория принятия решений.– М.: Экзамен, 2006. – 576 с.
4. Крамер Г. Математические методы статистики. - М.: Мир, 1975. - 648 с.
5. 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.
6. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики / 3-е изд.- М.: Наука, 1983. - 416 с. (1-е изд. – 1965).
7. Каган А.М., Линник Ю.В., Рао С.Р. Характеризационные задачи математической статистики. - М.: Наука, 1972. - 656 с.
8. Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). - М.: Знание, 1981. – 64 с.
9. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и её применений. – Журнал «Вестник статистики». 1990. №.1. С.65 – 71.
10. Орлов А.И. Непараметрическая и прикладная статистика в нашей стране // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 197–226.
11. Материалы республиканской научно-практической конференции "Статистика и ее применения - 2015". Под редакцией профессора А.А. Абдушукурова. - Ташкент: НУУз, 2015. - 500 с.
12. Орлов А.И. Современная прикладная статистика // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1998. Т.64. № 3. С. 52-60.
13. Орлов А.И. Точки роста статистических методов // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 103. С. 136–162.

14. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф. С.Г. Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с.
15. Орлов А.И. Современное состояние непараметрической статистики // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 106. С. 239 – 269.
16. Орлов А.И. Структура непараметрической статистики (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т.81. №7. С. 62-72.
17. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979. - 296 с.
18. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. - Saarbrücken (Germany), Lambert Academic Publishing, 2011. - 436 с.
19. Орлов А.И. Устойчивые математические методы и модели // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т.76. №3. С.59-67.
20. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100. С. 146-176.
21. Орлов А.И. О реальных возможностях бутстрепа как статистического метода // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1987. Т.53. №10. С.82-85.
22. Орлов А.И. Компьютерно-статистические методы: состояние и перспективы // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 103. С. 163 – 195.
23. Орлов А.И. Основные идеи статистики интервальных данных // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 94. С. 55-70.
24. Орлов А.И. Статистика интервальных данных (обобщающая статья) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т.81. №3. С. 61 - 69.
25. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч. 1. Нечисловая статистика. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 541 с.
26. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
27. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93. С. 41-50.
28. Орлов А.И. Теория нечетких множеств – часть теории вероятностей // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 92. С. 51-60.
29. Орлов А.И. Экспертные оценки // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т.62. №1. С.54-60.
30. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учеб. Ч.2. Экспертные оценки. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 486 с.
31. Орлов А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93. С. 1-11.
32. Орлов А.И. Средние величины и законы больших чисел в пространствах произвольной природы // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 89. С. 175-200.
33. Орлов А.И. Оценки плотности распределения вероятностей в пространствах произвольной природы // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 99. С. 15-32.

34. Орлов А.И. Предельные теоремы для ядерных оценок плотности в пространствах произвольной природы // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 108. С. 316 – 333.
35. Орлов А.И. Предельная теория непараметрических статистик // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100. С. 31-52.
36. Орлов А.И. Многообразие объектов нечисловой природы // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 102. С. 32 – 63.
37. Орлов А.И. Вероятностные модели порождения нечисловых данных // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 105. С. 39–66.
38. Орлов А.И. Теория люсианов // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 275 – 304.
39. Орлов А.И. Расстояния в пространствах статистических данных // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 101. С. 227 – 252.
40. Орлов А.И. Математические методы теории классификации // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 95. С. 23 – 45.
41. Орлов А.И. Прогностическая сила – наилучший показатель качества алгоритма диагностики // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 99. С. 33–49.
42. Орлов А.И. Базовые результаты математической теории классификации // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110. С. 219–239.
43. Орлов А.И. Проверка статистической гипотезы однородности математических ожиданий двух независимых выборок: критерий Крамера-Уэлча вместо критерия Стьюдента // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110. С. 197–218.
44. Загоруйко Н.Г., Орлов А.И. Некоторые нерешенные математические задачи прикладной статистики // Современные проблемы кибернетики (прикладная статистика). - М.: Знание, 1981. - С.53-63.
45. Орлов А.И. Некоторые нерешенные вопросы в области математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2002. Т.68. №3. С. 52-56.
46. Никитин Я.Ю. Асимптотическая эффективность непараметрических критериев. - М.: Наука, 1995. - 240 с.
47. Орлов А.И. Высокие статистические технологии // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. №11. С. 55-60.
48. Орлов А.И. О высоких статистических технологиях // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 105. С. 14–38.

Литература к главе 4

1. Орлов А.И. Эконометрика. – М.: Экзамен, 2004. – 576 с.
2. Орлов А.И. Высокие статистические технологии // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. № 11. С. 55 – 60.
3. Орлов А.И. Некоторые вероятностные вопросы теории классификации // Прикладная статистика. Ученые записки по статистике, т.45. - М.: Наука, 1983. С. 166 –179.
4. Орлов А.И. Проблема множественных проверок статистических гипотез // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1996. Т.62. № 5. С. 51 – 54.

5. Орлов А.И. Точки роста статистических методов / А.И. Орлов // Научный журнал КубГАУ. 2014. – № 103. С. 136 – 162.
6. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.3. Статистические методы анализа данных. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. – 624 с.
7. Вероятность и математическая статистика: Энциклопедия / Гл. ред. Ю.В. Прохоров. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 910 с.
8. 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.
9. Орлов А.И. О применении статистических методов в медико-биологических исследованиях // Вестник Академии медицинских наук СССР. 1987. № 2. С. 88 – 94.
10. Орлов А.И. О проверке однородности двух независимых выборок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2003. Т.69. № 1. С. 55 – 60.
11. Орлов А.И. Какие гипотезы можно проверять с помощью двухвыборочного критерия Вилкоксона? // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. Т.65. №1. С. 51 – 55.
12. Орлов А.И. Распространенная ошибка при использовании критериев Колмогорова и омега-квадрат // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1985. Т.51. № 1. С. 60 – 62.
13. Орлов А.И. Непараметрические критерии согласия Колмогорова, Смирнова, Омега-квадрат и ошибки при их применении // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 97. С. 647 – 675.
14. Орлов А.И. Прикладная статистика. – М.: Экзамен, 2006. – 576 с.
15. 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.
16. Орлов А.И. Всемирный Конгресс Общества им. Бернулли // Стандарты и качество. 1987. № 5. С. 105 – 106.
17. Орлов А.И. Первый Всемирный конгресс Общества математической статистики и теории вероятностей им. Бернулли // Надежность и контроль качества. 1987. № 6. С. 54 – 59.
18. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Теория распределений. – М.: Наука, 1966. – 588 с.
19. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и связи. – М.: Наука, 1973. – 896 с.
20. Кендалл М.Дж., Стьюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. – М.: Наука, 1976. – 736 с.
21. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: учебник : в 3 ч. Часть 1: Нечисловая статистика. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2009. – 541 с.
22. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93. С. 273 – 309.
23. Орлов А.И. Основные идеи статистики интервальных данных // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 94. С. 867 – 892.

24. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
25. Контроллинг в бизнесе. Методологические и практические основы построения контроллинга в организациях / А.М. Карминский, Н.И. Оленев, А.Г. Примаков, С.Г. Фалько. – М.: Финансы и статистика, 1998. – 256 с.
26. Орлов А. И. Задачи оптимизации и нечеткие переменные. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
27. 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.
28. 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.
29. Орлов А.И., Шаров В.Д. Выявление отклонений в контроллинге (на примере мониторинга уровня безопасности полетов) // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 95. С. 184 – 203.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. 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.
34. 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.
35. Волков В.А., Орлов А.И. Организационно-экономические подходы к оценке реализуемости инновационно-инвестиционных проектов // Научный журнал КубГАУ. 2014. – № 97. С. 181 – 202.
36. 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.
37. Орлов А.И. О подходах к разработке организационно-экономического обеспечения решения задач управления в аэрокосмической отрасли / А.И. Орлов // 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>

38. Требования и оценка реализуемости проектов создания изделий ракетно-космической техники / В.А. Волков, Г.О. Баев, А.И. Орлов, С.Г. Фалько // 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>

39. The teaching of statistics / Studies in mathematics education. Vol.7. - Paris, UNESCO, 1989. - 258 pp.

40. Орлов А.И. О высоких статистических технологиях // . 2015. № 105. С. 14 – 38.

Литература к главе 5

1. Орлов А.И. Новая парадигма математических методов исследования // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2015. Т.81. №.7 С. 5-5.

2. Орлов А.И. Новая парадигма разработки и преподавания организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики в техническом университете // Статистика и прикладные исследования: сборник трудов Всерос. научн. конф. – Краснодар: Издательство КубГАУ, 2011. – С.131-144.

3. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика в техническом университете // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». 2012. №1. С. 106-118.

4. Орлов А.И. Новая парадигма организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики // Вторые Чарновские Чтения. Сборник тезисов. Материалы II международной научной конференции по организации производства. Москва, 7 – 8 декабря 2012 г. – М.: НП «Объединение контроллеров», 2012. – С. 116-120.

5. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика при решении задач экономики и организации производства // Инженерный журнал: наука и инновации, 2014, вып. 1. URL: <http://engjournal.ru/catalog/indust/hidden/1198.html> (дата обращения 10.03.2016).

6. Орлов А.И. Новая парадигма прикладной статистики // Статистика и прикладные исследования: сборник трудов Всерос. научн. конф. – Краснодар: Издательство КубГАУ, 2011. – С.206-217.

7. Орлов А.И. Новая парадигма прикладной статистики // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. №1, часть I. С.87-93.

8. Орлов А.И. Новая парадигма математической статистики // Материалы республиканской научно-практической конференции «Статистика и её применения – 2012». Под редакцией профессора А.А. Абдушукурова. – Ташкент: НУУз, 2012. – С.21-36.

9. Орлов А.И. Основные черты новой парадигмы математической статистики // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 90. С. 45-71.

10. Орлов А.И. Новая парадигма математических методов экономики // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. – № 36 (339). – С.25–30.

11. Орлов А.И. Новая парадигма анализа статистических и экспертных данных в задачах экономики и управления // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 98. С. 1254-1260.
12. Орлов А.И. Новая парадигма анализа статистических и экспертных данных в задачах управления // Труды X Международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO '15. Москва, 26-29 января 2015 г. М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова, 2015. 1484 с. [Электронный ресурс]. - Электронные текстовые дан. (121 файл, 68,5 Мб). - М.: ИРУ РАН, 2015. - 1 электронно-оптический диск (CD-ROM). - Системные требования: Pentium 4. Acrobat PReader 6.0 и выше. - Загл. с экрана. - ISBN 978-5-91450-162-1. - С.34 - 42.
13. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. – Saarbrucken: Lambert Academic Publishing, 2011. – 436 с.
14. Кун Т. Структура научных революций. – М.: АСТ, 2009. – 320 с.
15. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.1. Нечисловая статистика. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 541 с.
16. Лопатников Л.И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2003. — 520 с.
17. Большой Энциклопедический Словарь. – М.: Большая Российская Энциклопедия, 1997. – 1600 с.
18. Орлов А.И. Эконометрика. - М.: Экзамен, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.), 2004 (3-е изд.). - 576 с.
19. Новая философская энциклопедия. В 4-х томах. Под редакцией В. С. Стёпина. – М. : Мысль, 2009.
20. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2006. - 671 с.
21. 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.
22. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент) / Под ред. Ю.В. Скворцова, Л.А. Некрасова. - М.: Высшая школа, 2003. – 470 с.
23. Орлов А.И., Орлова Л.А. Применение эконометрических методов при решении задач контроллинга // Контроллинг. 2003. № 4(8). С.50-54.
24. 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.
25. Математическое моделирование процессов налогообложения (подходы к проблеме) (совместно с В. Г. Кольцовым, Н.Ю. Ивановой и др.). — М.: Изд-во ЦЭО Министерства общего и профессионального образования РФ, 1997. — 232 с.
26. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Экзамен, 2006. — 574 с.

27. 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.
28. Михненко П.А. Методология математического моделирования организационных изменений // Экономический анализ: теория и практика. 2013. № 26 (329). С. 40 – 48.
29. Карпычев В.Ю. Информационные технологии в экономических исследованиях // Экономический анализ: теория и практика. 2013. №20 (323). С. 2 – 11.
30. 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.
31. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.2. Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
32. Орлов А.И. Теория экспертных оценок в нашей стране // . 2013. № 93. С. 1-11.
33. Демидов Я.П. Теория и практика современного рейтингования: критические заметки// Экономический анализ: теория и практика. – 2013. –№ 8 (311). – С. 14 – 19.
34. Лындина М.И., Орлов А.И. Математическая теория рейтингов // . 2015. № 114. С. 1 – 26.
35. Семенов С.С., Харчев В.Н., Иоффин А.И. Оценка технического уровня образцов вооружения и военной техники. - М.: Радио и связь, 2004. - 552 с.
36. Семенов С.С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: Практика применения метода экспертных оценок. - М.: ЛЕНАНД, 2015. - 352 с.
37. Орлов А.И. Рецензия первая. Теория принятия решений, экспертные оценки и технический уровень сложных технических систем // Семенов С.С. Оценка качества и технического уровня сложных систем: Практика применения метода экспертных оценок. - М.: ЛЕНАНД, 2015. - С.18 - 24.
38. Дутов А.В., Калинин И.М. Формирование научно-технического задела в судостроении. - СПб.: ФГУП "Крыловский государственный научный центр", 2013. - 308 с.
39. Захаров М.Н., Омельченко И.Н., Саркисов А.С. Ситуации инженерно-экономического анализа. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. - 430 с.
40. Семенов С.С., Воронов Е.М., Полтавский А.В., Крянев А.В. Методы принятия решений в задачах оценки качества и технического уровня сложных технических систем. - М.: ЛЕНАНД, 2016. - 520 с.
41. Семенов С.С., Щербинин В.В. Оценка технического уровня систем наведения управляемых авиационных бомб. - М.: Машиностроение, 2015. - 326 с.
42. Орлов А.И. Создана единая статистическая ассоциация // Вестник Академии наук СССР. – 1991. – №7. – С. 152 – 153.
43. 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.

44. Орлов А.И. Распределения реальных статистических данных не являются нормальными // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 117. С. 71–90.
45. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы // Научный журнал КубГАУ. 2013. № 93. С. 41–50.
46. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.
47. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.
48. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100. С. 146–176.
49. Орлов А.И. Компьютерно-статистические методы: состояние и перспективы // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 103. С. 163 – 195.
50. Орлов А.И. Взаимосвязь предельных теорем и метода Монте-Карло // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 114. С. 27–41.
51. Орлов А.И. Высокие статистические технологии // Заводская лаборатория. – 2003. – Т.69. – №11. – С. 55 – 60.
52. 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.
53. Орлов А.И. О методологии статистических методов // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104. С. 53 – 80.
54. Орлов А.И. Эконометрика. Изд. 4-е, доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 572 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. Оптимальные методы в экономике и управлении. Учебное пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 44 с.

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.

Литература к главе 6

1. Орлов А.И. Основные этапы становления статистических методов // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 97. С. 73-85.

2. Орлов А.И. Отечественная научная школа в области эконометрики // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 121. С. 235–261.

3. <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=548>

4. <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=97>

5. <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=2&t=1051>

6. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2006. - 671 с.

7. Орлов А.И. Что дает прикладная статистика народному хозяйству? // Вестник статистики. 1986. № 8. С. 52–56.

8. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с.

9. Плошко Б.Г., Елисеева И.И. История статистики. - М.: Финансы и статистика, 1990. - 295 с.

10. Орлов А.И. О перестройке статистической науки и её применений // Вестник статистики. 1990. № 1. С. 65–71.

11. Орлов А.И. Необходимость перестройки в статистике // Статистика и перестройка. Ученые записки по статистике, т.55. - М.: Наука, 1991. - С. 153-159.

12. 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.

13. Орлов А.И. Распределения реальных статистических данных не являются нормальными // . 2016. № 117. С. 71–90.

14. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.1. Нечисловая статистика. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 541 с.

15. Орлов А.И. О развитии статистики объектов нечисловой природы // . 2013. № 93. С. 41-50.

16. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология. – М.: СИНТЕГ, 2007. – 668 с.

17. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с.

18. 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.

19. Орлов А.И. Новый подход к изучению устойчивости выводов в математических моделях // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 100. С. 146-176.

20. Орлов А.И. Эконометрика. - М.: Экзамен, 2002 (1-е изд.), 2003 (2-е изд.), 2004 (3-е изд.). - 576 с.
21. Орлов А.И. Эконометрика. Изд. 4-е, доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 572 с.
22. Орлов А.И. Прикладная статистика. - М.: Экзамен, 2006. - 671 с.
23. Орлов А.И. Теория принятия решений. — М.: Экзамен, 2006. — 574 с.
24. Орлов А.И. Принятие решений. Теория и методы разработки управленческих решений. М.: – ИКЦ «МарТ»; Ростов н/Д: Издательский центр «МарТ», 2005. – 496 с.
25. 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.
26. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.1. Нечисловая статистика. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. - 541 с.
27. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.2. Экспертные оценки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 486 с.
28. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование. Ч.3. Статистические методы анализа данных. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 624 с.
29. Орлов А.И. Менеджмент: организационно-экономическое моделирование. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. — 475 с.
30. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование: теория принятия решений. — М. : КноРус, 2011. — 568 с.
31. Орлов А.И. Вероятность и прикладная статистика: основные факты: справочник. – М.: КноРус, 2010. – 192 с.
32. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере. – М.: Академия, 2003. – 384 с.
33. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Итоги двадцати лет научных исследований и преподавания. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 2012. – 344 с.
34. Орлов А.И. Оптимальные методы в экономике и управлении. Учебное пособие. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2007. — 44 с.
35. Орлов А.И. Новая парадигма разработки и преподавания организационно-экономического моделирования, эконометрики и статистики в техническом университете // Статистика и прикладные исследования: сборник трудов Всерос. научн. конф. – Краснодар: Издательство КубГАУ, 2011. – С.131-144.
36. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование, эконометрика и статистика в техническом университете // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. «Естественные науки». 2012. №1. С. 106-118.
37. Орлов А.И. Новая парадигма прикладной статистики // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2012. Т. 78. №1, часть I. С.87-93.
38. Орлов А.И. Основные черты новой парадигмы математической статистики // . 2013. № 90. С. 45-71.
39. Орлов А.И. Новая парадигма математических методов экономики // Экономический анализ: теория практика. – 2013. – № 36 (339). – С.25–30.

40. 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.

41. Орлов А.И. Статистическое образование в соответствии с новой парадигмой прикладной статистики // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 13 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2018. – Ч. 1. - С. 868 - 874.

42. Орлов А. Статистическое образование в соответствии с новой парадигмой прикладной статистики // Экономист. 2018. №10.

43. Орлов А.И. Статистическое образование в соответствии с новой парадигмой прикладной статистики // Математические основы разработки и использования машинного интеллекта: Сборник научных статей, посвященный 70-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Лябаха Николая Николаевича. - Майкоп: Изд-во "ИП Кучеренко В.О.", 2018 - С.93-108.

44. Орлов А.И. Высокие статистические технологии - из науки в преподавание. - В сб.: Образование через науку. Тезисы докладов Международной конференции. Москва, 2005 г. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - С. 555-556.

ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ II

Литература к главе 7

1. Новицкий П.В., Зограф И.А. Оценка погрешностей результатов измерений. - Л.: Энергоатомиздат, 1985. - 248 с.

2. Орлов А.И. Прикладная статистика. – М.: Экзамен, 2006. – 671 с.

3. Орлов А.И. Эконометрика. Учебник для вузов. Изд. 4-е, доп. и перераб. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. - 572 с.

4. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Проблемы управления экологической безопасностью. - Журнал «Менеджмент в России и за рубежом». 2000. №6. С.78-86.

5. Пиндайк Р., Рубинфельд Д. Микроэкономика / Пер. с англ. - М.: Экономика - Дело, 1992. – 510 с.

6. Орлов А.И. Организационно-экономическое моделирование : учебник : в 3 ч. Ч.2. Экспертные оценки. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. - 486 с.

7. Орлов А.И. Устойчивость в социально-экономических моделях. - М.: Наука, 1979. - 296 с.

8. Орлов А.И. Устойчивые экономико-математические методы и модели. Разработка и развитие устойчивых экономико-математических методов и моделей для модернизации управления предприятиями. – Saarbrücken: LAP (Lambert Academic Publishing), 2011. – 436 с.

9. Экология. Учебное пособие / Под ред. С.А. Боголюбова. – М.: Знание, 1999. - 288 с.

10. Серов Г.П. Основы экологической безопасности. - М.: Изд-во МНЭПУ, 1993. – 103 с.

Литература к главе 8

1. Экология. Учебное пособие / Боголюбов С.А., Орлов А.И. и др. - М.: Знание, 1999. - 288 с.

2. Управление качеством окружающей среды. 1 том. Учебник для студен-

тов вузов, обучающихся по специальности «Управление качеством» / Боголюбов С.А., Орлов А.И. и др. - М., Московский государственный институт электроники и математики (технический университет), 2000. – 283 с.

3. Системы экологического управления: Учебник / Боголюбов С.А., Орлов А.И. и др. – М.: «Европейский центр по качеству», 2002. – 224 с.

4. Федосеев В.Н., Орлов А.И., Ларионов В.Г., Козьяков А.Ф. Управление промышленной и экологической безопасностью: Учебное пособие. - М.: Изд-во УРАО, 2002. – 220 с.

5. Федосеев В.Н., Орлов А.И., Ларионов В.Г., Козьяков А.Ф. Управление промышленной и экологической безопасностью: Учебное пособие. 2-е издание. - М.: Изд-во УРАО, 2003. – 220 с.

6. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Менеджмент в техносфере: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 384 с.

7. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Учебное пособие. Второе электронное издание, исправленное и дополненное. - М.: 2002. [Электронный ресурс]. URL: <http://orlovs.pp.ru/ecol.php> (дата обращения 08.01.2016).

8. Орлов А.И. Проблемы управления экологической безопасностью. Итоги двадцати лет научных исследований и преподавания. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing. 2012. – 344 с.

9. Методологические основы ранжирования и классификации промышленных объектов, подлежащих экологическому страхованию / Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К., Моткин Г.А., Арбузов Г.М., Швыряев Б.В., Швецова-Шиловская Т.Н. // Труды Второй Всероссийской конференции «Теория и практика экологического страхования». - М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1996. - С. 7-12.

10. О научно-методологическом обеспечении безопасности больших химических систем / Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К., Швецова-Шиловская Т.Н. // Управление большими системами. Материалы Международной научно-практической конференция (22-26 сентября 1997 г., Москва, Россия). – М.: СИНТЕГ, 1997. - С. 164-164.

11. К проблеме классификации сложных опасных систем / Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К., Гриценко А.А. // Управление большими системами. Материалы Международной научно-практической конференция (22-26 сентября 1997 г., Москва, Россия). – М.: СИНТЕГ, 1997. - С.211-211.

12. Методология выявления приоритетов опасности при размещении и функционировании технически опасных объектов в регионе на базе экспертной оценки рисков / Арбузов Г.М., Горский В.Г., Орлов А.И., Курочкин В.К. // Труды научно-практической конференции «Проблемы обеспечения защиты населения и территорий в условиях перспективного развития технической деятельности в Северо-Западном регионе», Санкт-Петербург, 11 ноября 1998 г.

13. Орлов А.И. Экологическая «любовь» в предпринимательстве (экологическое страхование) // Российское предпринимательство. 2000. № 11. С. 104-108.

14. Орлов А.И. Экологическая «любовь» в предпринимательстве (экологическое страхование). Окончание // Российское предпринимательство. 2000. №

12. С. 52-55.

15. 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. // Труды Второй Всероссийской конференции «Теория и практика экологического страхования». - М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1996. - С. 20-23.

16. Орлов А.И., Жихарев В.Н. Новые результаты в экспертных оценках и экологическое страхование // Труды Четвертой всероссийской и Второй международной конференции «Теория и практика экологического страхования». - Калининград-Москва, 2000. - С. 137-138.

17. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Экспертные оценки в экологическом страховании: метод согласования кластеризованных ранжировок // Труды третьей Всероссийской и первой Международной конференции «Теория и практика экологического страхования». – М.: Ин-т проблем рынка РАН, 1998. - С. 94 – 99.

18. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Эконометрические методы в задачах экологического страхования и химической безопасности биосферы // Тезисы конференции «Организация производства на предприятиях в современных условиях», посвященной 70-летию кафедры «Экономика и организация производства» МГТУ им. Н.Э. Баумана. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 1999. - С. 115-115.

19. Горский В.Г., Гриценко А.А., Орлов А.И. Метод согласования кластеризованных ранжировок // Автоматика и телемеханика. 2000. № 3. С. 179-187.

20. Орлов А.И. Анализ экспертных упорядочений // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 112. С. 21 – 51.

21. Орлов А.И., Тимофеев Л.П. Проблемы здоровья населения в промышленных центрах России и их решение с помощью концепции экологического риска // Всероссийская межвузовская научно-практическая конференция «Российский вуз: в центре внимания - личность (Проблемы воспитания)». Тезисы докладов. Т. 4. – Ростов – на – Дону: Донской государственный технический университет, 1999. С.190-193.

22. Орлов А.И., Тимофеев Л.П. Математическое моделирование экологических процессов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-12: Сб. трудов Международной научной конференции. В 5-ти т. Т.3. Секции 5, 6, 7. - Великий Новгород: Новгородский государственный университет, 1999. - С. 78-80.

23. Орлов А.И. Экономико-математические методы при управлении промышленной и экологической безопасностью // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 110. С. 240–261.

24. Орлов А.И., Федосеев В.Н. Проблемы управления экологической безопасностью // Менеджмент в России и за рубежом. 2000. № 6. С. 78-86.

25. Орлов А.И. Теория и методы принятия решений, связанные с управлением экологической безопасностью // Проблемы управления безопасностью сложных систем: Труды XX Международной конференции. Москва, декабрь 2012 г. / Под ред. Н.И. Архиповой, В.В. Кульбы. - М.: РГГУ, 2012. – С.288-289.

26. Орлов А.И. Разработка теории и методов принятия решений, связан-

ных с управлением экологической безопасностью // Економічні проблеми сталого розвитку : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті проф. Балацького О. Ф. (м. Суми, 24-26 квітня 2013 р.): у 4 т. / за заг. ред. О. В. Прокопенко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – Т. 2. – С.170-171.

27. Орлов А. И., Пугач О. В. Подходы к общей теории риска // Управление большими системами. Вып. 40. - М.: ИПУ РАН, 2012. - С. 49-82.

28. Орлов А.И. Современное состояние контроллинга рисков // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 98. С. 933-942.

29. Орлов А.И. Многообразие рисков // . 2015. № 111. С. 53-80.

30. Орлов А.И., Тимофеев Л.П. Электронные учебники по экологическим дисциплинам // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-12: Сб. трудов Международной научной конференции. В 5-ти т. Т.3. Секции 5, 6, 7. - Великий Новгород: Новгородский государственный университет, 1999. - С. 86-86.

31. Орлов А.И. Эколог – человек с автоматом? // Федеральная просветительская газета «Сведения». 2003. № 7. С. 2-2.

32. Орлов А.И., Поляков В.А. Информационно-правовые вопросы оценки Киотского договора //«Черные дыры» в российском законодательстве. 2004. № 3. С. 448-450.

33. Орлов А.И., Орлова Л.А. Социально-экологические аспекты управления в современной экономике // Проблема человеческого капитала: теория и современная практика: Материалы Вторых Друкеровских чтений / Под ред. Р.М. Нижегородцева. – М.: Доброе слово, 2007. – С. 176-191.

34. Орлов А.И. Социально-экологические вопросы управления в современной экономике // Научный журнал КубГАУ. 2015. № 105. С. 67–93.

35. Учебные программы по разделам "Экология" и "Принятие решений и экспертизы". [Электронный ресурс]. URL: <http://orlovs.pp.ru/educ.php#p1p6> (дата обращения 09.01.2016).

36. Крупнейшие месторождения газа. [Электронный ресурс]. URL: <http://gaz-prof.ru/gas-sector/> (дата обращения 12.01.2016).

37. Статистический ежегодник добычи природного газа. [Электронный ресурс]. URL: <https://yearbook.enerdata.ru/world-natural-gas-production.html> (дата обращения 12.01.2016).

38. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года. [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/902187046> (дата обращения 12.01.2016).

39. Шергин Д.В. Исследование и разработка технологии создания подземных резервуаров в многолетнемерзлых породах: диссертация ... кандидата технических наук: 25.00.15 / Шергин Денис Владимирович; [Место защиты: Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН - Учреждение Российской академии наук].- Москва, 2014.- 167 с.

40. Гаврилова В.Д. Разработка мероприятий по внедрении безоболочечных резервуаров в многолетнемерзлых грунтах на предприятии ООО «Газпром добыча Надым» // Выпускная квалификационная работа бакалавра. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. - 54 с.

41. Гаврилова В.Д., Орлов А.И. Экологическая безопасность: подземные безоболочечные резервуары в многолетнемерзлых грунтах для захоронения отходов бурения // Научный журнал КубГАУ. 2016. № 117. С. 50–70.

ЛИТЕРАТУРА К ЧАСТИ III²⁸

Литература к главе 9

1. Ткачев А.Н. Гуманистическая экономика и цели региональной администрации / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // 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.

2. Ткачев А.Н. Качество жизни населения, как интегральный критерий оценки эффективности деятельности региональной администрации / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // 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.

3. Ткачев А.Н. Формальная постановка задачи и синтез многоуровневой модели влияния инвестиций на экономическую составляющую качества жизни / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // 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.

4. Ткачев А.Н. Исследование многоуровневой семантической информационной модели влияния инвестиций на уровень качества жизни населения региона / А.Н. Ткачев, Е.В. Луценко // 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.

5. 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 // 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.

6. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 у.п.л.

7. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). С. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 у.п.л. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

²⁸ Многие из этих работ размещены на сайте: <http://lc.kubagro.ru/> в открытом доступе

8. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282>
9. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340>
10. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433>
11. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625>
12. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
13. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737>
14. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635>
15. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602>
16. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>
17. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724>
18. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725>

19. Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683727>
20. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313>
21. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734>
22. Наприев И.Л., Луценко Е.В. Образ-Я и стилевые особенности личности в экстремальных условиях: Монография (научное издание). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. – 262 с. Номер проекта: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.
23. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737>
24. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702>
25. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254>
26. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
27. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787>
28. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф. С.Г.Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с. ISBN 978-5-94672-923-9. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923>
29. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / А. И. Орлов, Е. В. Луценко, В. И. Лойко ; под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с. ISBN 978-5-00097-154-3. <http://elibrary.ru/item.asp?id=26667522>

30. Лаптев В. Н., Меретуков Г. М., Луценко Е. В., Третьяк В. Г., Наприев И. Л. : Автоматизированный системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» в правоохранительной сфере: монография / В. Н. Лаптев, Г. М. Меретуков, Е. В. Луценко, В. Г. Третьяк, И. Л. Наприев; под научной редакцией проф. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 634 с. ISBN 978-5-00097-226-7. <http://elibrary.ru/item.asp?id=28135358>
31. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев; под общ. ред. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 450с. ISBN 978-5-00097-265-6. <http://elibrary.ru/item.asp?id=28996636>
32. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современные подходы в наукометрии: монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. Под науч. ред. проф. С. Г. Фалько – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 532 с. ISBN 978-5-00097-334-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29306423>
33. Грушевский С.П., Луценко Е. В., Лойко В. И. Измерение результатов научной деятельности: проблемы и решения / С. П. Грушевский, Е. В. Луценко В. И. Лойко. Под науч. ред. проф. Е. В. Луценко – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 343 с. ISBN 978-5-00097-446-9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30456903>
34. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Системы представления и приобретения знаний : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>
35. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современная цифровая экономика : монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 508 с. ISBN 978-5-00097-694-4. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35649181>
36. Луценко Е. В. , Лаптев В. Н., Сергеев А. Э. Системно-когнитивное моделирование в АПК : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. Н. Лаптев, А. Э. Сергеев, – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 518 с. ISBN 978-5-94215-416-5. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35649123>
37. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС". Свидетельство РосАПО №940217. Заяв. № 940103. Оpubл. 11.05.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000217.jpg>, 3,125 у.п.л.
38. Луценко Е.В., Шульман Б.Х., Универсальная автоматизированная система анализа и прогнозирования ситуаций на фондовом рынке «ЭЙДОС-фонд». Свидетельство РосАПО №940334. Заяв. № 940336. Оpubл. 23.08.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000334.jpg>, 3,125 / 3,063 у.п.л.
39. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система анализа, мониторинга и прогнозирования состояний многопараметрических динамических систем "ЭЙДОС-Т". Свидетельство РосАПО №940328. Заяв. № 940324. Оpubл. 18.08.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000328.jpg>, 3,125 у.п.л.
40. Луценко Е.В., Симанков В.С., Автоматизированная система анализа и прогнозирования состояний сложных систем "Дельта". Пат. №2000610164 РФ.

Заяв. № 2000610164. Оpubл. 03.03.2000. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2000610164.jpg>, 3,125 / 3,063 у.п.л.

41. 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. Оpubл. от 18.02.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610433.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

42. 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. Оpubл. от 20.02.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003620035.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

43. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС". Пат. № 2003610986 РФ. Заяв. № 2003610510 РФ. Оpubл. от 22.04.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610986.jpg>, 3,125 у.п.л.

44. 8.Луценко Е.В., Некрасов С.Д., Автоматизированная система комплексной обработки данных психологического тестирования "ЭЙДОС-У". Пат. № 2003610987 РФ. Заяв. № 2003610511 РФ. Оpubл. от 22.04.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610987.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

45. 9.Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Немоляев А.Н., Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микроразнообразия ("АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ"). Пат. № 2006613271 РФ. Заяв. № 2006612452 РФ. Оpubл. от 15.09.2006. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2006613271.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

46. 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. Оpubл. от 11.10.2007. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2007614570.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

47. Луценко Е.В., Лебедев Е.А., Подсистема автоматического формирования двоичного дерева классов семантической информационной модели (Подсистема "Эйдос-Tree"). Пат. № 2008610096 РФ. Заяв. № 2007613721 РФ. Оpubл. от 09.01.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610096.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

48. Луценко Е.В., Трунев А.П., Шашин В.Н., Система типизации и идентификации социального статуса респондентов по их астрономическим показателям на момент рождения "Эйдос-астра" (Система "Эйдос-астра"). Пат. № 2008610097 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Оpubл. от 09.01.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610097.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

49. Луценко Е.В., Лаптев В.Н., Адаптивная автоматизированная система управления "Эйдос-АСА" (Система "Эйдос-АСА"). Пат. № 2008610098 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Оpubл. от 09.01.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610098.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

50. 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. Оpubл. от 14.02.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610775.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

51. Луценко Е.В., Марченко Н.Н., Драгавцева И.А., Акоюн В.С., Костенко В.Г., Автоматизированная система поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (Система "Плодкомфорт"). Пат. № 2008613272 РФ. Заяв. № 2008612309 РФ. Оpubл. от 09.07.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008613272.jpeg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

52. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009610052.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

53. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616032.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

54. Луценко Е.В., Система решения обобщенной задачи о назначениях (Система «Эйдос-назначения»). Пат. № 2009616033 РФ. Заяв. № 2009614931 РФ. Оpubл. от 30.10.2009. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616033.jpg>, 3,125 у.п.л.

55. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616034.jpg>, 3,125 у.п.л.

56. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616035.jpg>, 3,125 у.п.л.

57. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612054.jpg>, 3,125 у.п.л.

58. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612055.jpg>, 3,125 у.п.л.

59. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612056.jpg>, 3,125 у.п.л.

60. Луценко Е.В., Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Опубл. От 10.01.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.

61. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-Х++". Пат. № 2012619610 РФ. Заявка № 2012617579 РФ от 10.09.2012. Зарегистр. 24.10.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012619610.jpg>, 3,125 у.п.л.

62. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Подсистема генерации сочетаний классов, сочетаний значений факторов и декодирования обучающей и распознаваемой выборки интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» ("Эйдос-сочетания"). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Гос.рег.№ 2013660481 от 07.11.2013. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2013660481.jpg>, 2 у.п.л.

63. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., «Подсистема интеллектуальной системы «Эйдос-Х++», реализующая сценарный метод системно-когнитивного анализа ("Эйдос-сценарии"). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Гос.рег.№ 2013660738 от 18.11.2013. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2013660738.jpg>, 2 у.п.л.

64. Луценко Е.В., Бандык Д.К., Интерфейс ввода изображений в систему "Эйдос" (Подсистема «Эйдос-img»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2015614954 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015618040, зарегистр. 29.07.2015. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015618040.jpg>, 2 у.п.л.

65. Савин И.Ю., Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Мироненко Н.Я., Руссо Д.Э., Геоинформационная база данных «Почвы Краснодарского края». Свид. РосПатента РФ о гос.регистрации базы данных, Заявка № 2015620687 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015621193, зарегистр. 04.08.2015. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015621193.jpg>, 2 у.п.л.

66. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 у.п.л.

67. Сайт проф. Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm

Литература к главе 10

1. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // 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.

2. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегист-

ра: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.

4. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282>

5. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340>

6. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433>

7. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625>

8. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

9. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737>

10. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635>

11. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602>

12. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>

13. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724>
14. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725>
15. Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683727>
16. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313>
17. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734>
18. Наприев И.Л., Луценко Е.В. Образ-Я и стилевые особенности личности в экстремальных условиях: Монография (научное издание). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG., 2012. – 262 с. Номер проекта: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.
19. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737>
20. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702>
21. 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. <http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254>
22. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
23. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787>
24. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф.С.Г.Фалько.

Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с. ISBN 978-5-94672-923-9. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923>

25. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / А. И. Орлов, Е. В. Луценко, В. И. Лойко ; под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с. ISBN 978-5-00097-154-3. <http://elibrary.ru/item.asp?id=26667522>

26. Лаптев В. Н., Меретуков Г. М., Луценко Е. В., Третьяк В. Г., Наприев И. Л. : Автоматизированный системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» в правоохранительной сфере: монография / В. Н. Лаптев, Г. М. Меретуков, Е. В. Луценко, В. Г. Третьяк, И. Л. Наприев; под научной редакцией проф. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 634 с. ISBN 978-5-00097-226-7. <http://elibrary.ru/item.asp?id=28135358>

27. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев; под общ. ред. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 450с. ISBN 978-5-00097-265-6. <http://elibrary.ru/item.asp?id=28996636>

28. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современные подходы в наукометрии: монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. Под науч. ред. проф. С. Г. Фалько – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 532 с. ISBN 978-5-00097-334-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=29306423>

29. Грушевский С.П., Луценко Е. В., Лойко В. И. Измерение результатов научной деятельности: проблемы и решения / С. П. Грушевский, Е. В. Луценко В. И. Лойко. Под науч. ред. проф. Е. В. Луценко – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 343 с. ISBN 978-5-00097-446-9. <https://elibrary.ru/item.asp?id=30456903>

30. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Системы представления и приобретения знаний : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>

31. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современная цифровая экономика : монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 508 с. ISBN 978-5-00097-694-4. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35649181>

32. Луценко Е. В., Лаптев В. Н., Сергеев А. Э. Системно-когнитивное моделирование в АПК : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. Н. Лаптев, А. Э. Сергеев, – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 518 с. ISBN 978-5-94215-416-5. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35649123>

33. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС". Свидетельство РосАПО №940217. Заяв. № 940103. Оpubл. 11.05.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000217.jpg>, 3,125 у.п.л.

34. Луценко Е.В., Шульман Б.Х., Универсальная автоматизированная система анализа и прогнозирования ситуаций на фондовом рынке «ЭЙДОС-фонд». Свидетельство РосАПО №940334. Заяв. № 940336. Оpubл. 23.08.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000334.jpg>, 3,125 / 3,063 у.п.л.

35. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система анализа, мониторинга и прогнозирования состояний многопараметрических динамических систем "ЭЙДОС-Т". Свидетельство РосАПО №940328. Заяв. № 940324. Оpubл. 18.08.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000328.jpg>, 3,125 у.п.л.

36. Луценко Е.В., Симанков В.С., Автоматизированная система анализа и прогнозирования состояний сложных систем "Дельта". Пат. №2000610164 РФ. Заяв. № 2000610164. Оpubл. 03.03.2000. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2000610164.jpg>, 3,125 / 3,063 у.п.л.

37. 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. Оpubл. от 18.02.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610433.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

38. 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. Оpubл. от 20.02.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003620035.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

39. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС". Пат. № 2003610986 РФ. Заяв. № 2003610510 РФ. Оpubл. от 22.04.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610986.jpg>, 3,125 у.п.л.

40. Луценко Е.В., Некрасов С.Д., Автоматизированная система комплексной обработки данных психологического тестирования "ЭЙДОС-У". Пат. № 2003610987 РФ. Заяв. № 2003610511 РФ. Оpubл. от 22.04.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610987.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

41. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Немоляев А.Н., Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микрозон выращивания ("АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ"). Пат. № 2006613271 РФ. Заяв. № 2006612452 РФ. Оpubл. от 15.09.2006. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2006613271.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

42. 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. Оpubл. от 11.10.2007. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2007614570.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

43. Луценко Е.В., Лебедев Е.А., Подсистема автоматического формирования двоичного дерева классов семантической информационной модели (Подсистема "Эйдос-Tree"). Пат. № 2008610096 РФ. Заяв. № 2007613721 РФ. Оpubл. от 09.01.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610096.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

44. 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. Оpubл. от 09.01.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610097.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

45. Луценко Е.В., Лаптев В.Н., Адаптивная автоматизированная система управления "Эйдос-АСА" (Система "Эйдос-АСА"). Пат. № 2008610098 РФ. Заяв. № 2007613722 РФ. Оpubл. от 09.01.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610098.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

46. 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. Оpubл. от 14.02.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008610775.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

47. 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. Оpubл. от 09.07.2008. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2008613272.jpeg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

48. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009610052.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

49. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616032.jpg>, 3,125 / 2,500 у.п.л.

50. Луценко Е.В., Система решения обобщенной задачи о назначениях (Система «Эйдос-назначения»). Пат. № 2009616033 РФ. Заяв. № 2009614931 РФ. Оpubл. от 30.10.2009. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616033.jpg>, 3,125 у.п.л.

51. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616034.jpg>, 3,125 у.п.л.

52. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616035.jpg>, 3,125 у.п.л.

53. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612054.jpg>, 3,125 у.п.л.

54. 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. Опул. от 09.03.2011. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612055.jpg>, 3,125 у.п.л.

55. 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. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612056.jpg>, 3,125 у.п.л.

56. Луценко Е.В., Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Опул. От 10.01.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.

57. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-Х++". Пат. № 2012619610 РФ. Заявка № 2012617579 РФ от 10.09.2012. Зарегистр. 24.10.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012619610.jpg>, 3,125 у.п.л.

58. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Подсистема генерации сочетаний классов, сочетаний значений факторов и докодирования обучающей и распознаваемой выборки интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» ("Эйдос-сочетания"). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Гос.рег.№ 2013660481 от 07.11.2013. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2013660481.jpg>, 2 у.п.л.

59. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., «Подсистема интеллектуальной системы «Эйдос-Х++», реализующая сценарный метод системно-когнитивного анализа ("Эйдос-сценарии"). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Гос.рег.№ 2013660738 от 18.11.2013. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2013660738.jpg>, 2 у.п.л.

60. Луценко Е.В., Бандык Д.К., Интерфейс ввода изображений в систему "Эйдос" (Подсистема «Эйдос-img»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2015614954 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015618040, зарегистр. 29.07.2015. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015618040.jpg>, 2 у.п.л.

61. Савин И.Ю., Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Мироненко Н.Я., Руссо Д.Э., Геоинформационная база данных «Почвы Краснодарского края». Свид. РосПатента РФ о гос.регистрации базы данных, Заявка № 2015620687 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015621193, зарегистр. 04.08.2015. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015621193.jpg>, 2 у.п.л.

62. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 у.п.л.

63. Луценко Е.В. Проблема референтного класса и ее концептуальное, математическое и инструментальное решение в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // 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.

64. Рузавин Г. И., Абдукция как метод поиска и обоснования объяснительных гипотез // Теория и практика аргументации. М., 2001. с. 44.

65. 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 // 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.

Литература к главе 11

1. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.

2. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // 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.

3. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // 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.

4. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

5. Луценко Е.В., Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Опубл. От 10.01.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.

6. 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 // 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.

Научное издание

Лойко Валерий Иванович,
Луценко Евгений Вениаминович,
Орлов Александр Иванович

**ВЫСОКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
В ЭКОЛОГИИ**

Монография

В авторской редакции
Компьютерная верстка – Е. В. Луценко
Дизайн обложки – Е. В. Луценко

Подписано в печать 25.03.2019. Формат 60 × 84 ¹/₁₆.
Усл. печ. л. – 15,0. Уч.-изд. л. – 12,0.
Тираж 500 экз. Заказ № 114-70.

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13