

УДК 004.8

05.00.00 Технические науки

**АСИМПТОТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ШУМА<sup>1</sup>**

Луценко Евгений Вениаминович

д.э.н., к.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Орлов Александр Иванович

д.э.н., д.т.н., к.ф.-м.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 4342-4994

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана, Россия, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, [prof-orlov@mail.ru](mailto:prof-orlov@mail.ru)*

Интуитивно все понимают, что шум, это сигнал, в котором нет информации или в котором на практике не удается выявить информацию. Точнее, понятно, что некая последовательность элементов (ряд) тем в большей степени является шумом, чем меньше информации содержится в значениях одних элементов о значениях других. Тем более странно, что никто не предложил не только способа, но даже идеи измерения количества информации в одних фрагментах сигнала о других его фрагментах и его использования в качестве критерия оценки степени близости данного сигнала к шуму. Авторами предложен асимптотический информационный критерий качества шума, а также метод, технология и методика его применения на практике. В качестве метода применения асимптотического информационного критерия качества шума на практике предлагается автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ), в качестве технологии – программный инструмент АСК-анализа: универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос», в качестве методики – методика создания приложений в данной системе, а также их использования для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее модели. Приводится наглядный численный пример, иллюстрирующий излагаемые идеи и подтверждающий работоспособность предлагаемого асимптотического информационного критерия качества шума, а также метода, технологии и методики его применения на практике

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

UDC 004.8

Technical sciences

**THE ASYMPTOTIC INFORMATION CRITERION OF NOISE QUALITY**

Lutsenko Eugeny Veniaminovich

Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor

RSCI SPIN-code: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Orlov Alexander Ivanovich

Dr.Sci.Econ., Dr.Sci.Tech., Cand.Phys-Math.Sci., professor

*Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia*

Intuitively everyone understands that noise is a signal in which there no information is, or which in practice fails to reveal the information. More precisely, it is clear that a certain sequence of elements (the number) the more is the noise, the less information is contained in the values of some elements on the values of others. It is even stranger, that noone has suggested the way, but even the idea of measuring the amount of information in some fragments of signal of other fragments and its use as a criterion for assessing the degree of closeness of the signal to the noise. The authors propose the asymptotic information criterion of the quality of noise, and the method, technology and methodology of its application in practice. As a method of application of the asymptotic information criterion of noise quality, we offer, in practice, the automated system-cognitive analysis (ASC-analysis), and as a technology and software tools of ASC-analysis we offer the universal cognitive analytical system called "Eidos". As a method, we propose a technique of creating applications in the system, as well as their use for solving problems of identification, prediction, decision making and research the subject area by examining its model. We present an illustrative numerical example showing the ideas presented and demonstrating the efficiency of the proposed asymptotic information criterion of the quality of the noise, and the method, technology and methodology of its application in practice

Keywords: ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, EIDOS INTELLIGENCE SYSTEM, INTELLIGENT MEASURING SYSTEM

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №16-06-00114 А

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ИДЕЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ – АСИМПТОТИЧЕСКИЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ШУМА</b> ...	<b>4</b>
<b>3. ОБСУЖДЕНИЕ ПОНЯТИЯ «ШУМ» И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АСИМПТОТИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА ШУМА</b> .....	<b>6</b>
3.1. Соотношение содержания понятий: «Шум», «Данные», «Информация» и «Знания» .....	6
3.2. Процедуры преобразования данных в информацию, а ее в знания.....	10
3.3. Шум как данные, которые не удается преобразовать в информацию имеющимися средствами (абракадабра).....	11
3.4. Сообщение, как система, смысл как эмерджентное свойство систем, шум как децентрированное сообщение, т.е. сообщение, в котором утрачен смысл .....	12
3.5. Шум как архив, который уже не удастся заархивировать имеющимися средствами.....	13
3.6. Шум как зашифрованный информационный сигнал, который не удается расшифровать имеющимися средствами. Ключ дешифрования как способ извлечения смысла.....	14
3.7. Шум и Хаос в древнегреческой и древнеиндийской космогонии .....	15
<b>4. МЕТОД, ТЕХНОЛОГИЯ И МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ АСИМПТОТИЧЕСКОГО ИНФОРМАЦИОННОГО КРИТЕРИЯ КАЧЕСТВА ШУМА НА ПРАКТИКЕ</b> .....	<b>16</b>
4.1. АСК-анализ как метод применения асимптотического информационного критерия качества шума .....	16
4.2. Математическая модель и методика численных расчетов (алгоритмы и структуры данных) асимптотического информационного критерия качества шума .....	24
4.3. Система «Эйдос», как технология и методика применения асимптотического информационного критерия качества шума.....	24
<b>5. ОПИСАНИЕ ЧИСЛЕННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА И ЕГО РЕЗУЛЬТАТОВ</b> .....	<b>26</b>
5.1. Программа подготовки исходных данных.....	26
5.2. Характеристика исходных данных .....	33
5.3. Зависимость достоверности модели от объемов исходных данных .....	33
5.4. SWOT-анализ влияния предшествующих пар псевдослучайных чисел на последующие .....	36
5.5. Наглядное графическое отображение закономерностей в созданных моделях в форме когнитивных функций .....	39
<b>6. ВЫВОДЫ</b> .....	<b>41</b>
<b>7. ПЕРСПЕКТИВЫ</b> .....	<b>42</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>43</b>

*«В начале было Слово»  
Евангелие от Иоанна*

*«...законы природы являются лишь высказываниями о пространственно-временных совпадениях...»  
Альберт Эйнштейн*

### 1. Формулировка проблемы

Данная статья является продолжением серии работ авторов, посвященных системной нечеткой интервальной математике [1, 2, 3] и применению теории информации для решения задач математической статистики [4, 5, 6], в частности анализа текстов и рядов объектов числовой и нечисловой природы (слов, чисел, символов, цифр).

Шум есть везде или выражаясь более точным языком математики «почти везде». Любой сигнал, получаемый нами, может рассматриваться как сумма истинного сигнала и шума. Понятие шума является одним из основополагающих понятий в теории связи, в которой решается важней-

шая задача подавления шума и повышения отношения сигнал/шум [7, 8, 9]. Но смысл понятия «Шум» гораздо шире, что будет видно из последующего обсуждения. Поэтому очень важно уметь исследовать шум, выявлять его, идентифицировать тип шума, *оценивать качество шума*, подавлять (отфильтровывать) шум, генерировать шум с заранее заданными характеристиками и качеством и т.д.

В теоретическом исследовании и практических решениях всех этих вопросов, связанных с шумом, большую роль играют физические и численные эксперименты с шумом. В численных экспериментах в качестве источников шума используются различные генераторы псевдослучайных последовательностей, основанные на различных алгоритмах. На использовании этих генераторов основано целое научное направление: «Метод статистических испытаний или статистического моделирования Монте-Карло»<sup>2</sup> [10].

Понятно, что результаты статистического моделирования напрямую зависят от качества используемых генераторов шума. Вопросам исследования шума посвящено огромное количество научных работ. Надо отметить, что используются разные терминологические системы. При рассмотрении пары сигнал/шум говорят о выделении (или оценке) сигнала. Если есть зависимость от времени, то обсуждают временные ряды (когда время дискретно) и случайные процессы (когда время непрерывно). Решают задачи выделения тренда [49], оценки периода [50] и др.

Однако, количественное *измерение* качества шума остается недостаточно исследованной **проблемой**, которую необходимо решать и теоретически, и практически. Данная статья посвящена поиску подходов к решению этой проблемы с применением методов, основных на *теории информации*.

---

<sup>2</sup> Датой рождения метода Монте-Карло принято считать 1949 г., когда появилась статья под названием «The Monte Carlo method». Создателями этого метода считают американских математиков Дж. Фон Неймана и С. Улама.

## 2. Идея решения проблемы – Асимптотический информационный критерий качества шума

В 60-х годах XX века А.Н.Колмогоров связывал случайность с алгоритмизацией. Он считал, что последовательность чисел является случайной, если ее нельзя задать с помощью алгоритма, заметно более короткого по сравнению с длиной самой последовательности [44 - 48]. Очевидно, все генераторы случайных чисел задаются сравнительно короткими алгоритмами, а потому по А.Н.Колмогорову получить с их помощью действительно случайную последовательность невозможно. По этой причине будем использовать термин «псевдослучайный» и для самих генераторов, и для получаемых с их помощью последовательностей.

Теоретически возможность создания эффективных алгоритмов генерации псевдослучайных чисел обычно обосновывается с помощью теорем теории чисел. Но с появлением в распоряжении исследователей мощных компьютеров возрастает роль и численных экспериментов в исследованиях шума.

В 1985 г. известным журналом «Заводская лаборатория. Диагностика материалов»<sup>3</sup> была развернута научная дискуссия по поводу статистических свойств генерации псевдослучайных последовательностей. Все началось с того, что И.Г.Журбенко (МГУ им. М.В. Ломоносова) обнаружил, что в рядах, полученных с помощью распространенного в те годы генератора псевдослучайных последовательностей, *три последовательных значения довольно точно **связаны** линейной зависимостью*. Такие аномалии для конкретных датчиков обнаруживают и сейчас<sup>4</sup> Но что значит «Связаны»?

Интуитивно все понимают, что шум, это сигнал, в котором нет информации или в котором на практике не удастся выявить информацию. Точнее, понятно, что некая последовательность элементов (ряд) тем в большей степени является шумом, чем меньше информации содержится в

---

<sup>3</sup> <http://www.zldm.ru/>

<sup>4</sup> См., например, <http://forum.orlovs.pp.ru/viewtopic.php?f=1&t=426&p=9206#p9206>

значениях одних элементов о значениях других. Тем более странно, что никто не предложил не только способа, но даже лежащей на поверхности идеи измерения количества информации в одних фрагментах сигнала о других его фрагментах и использования этого количества информации в качестве критерия оценки степени близости данного сигнала к шуму. При этом сходные подходы к приятию решений хорошо известны [7, 8, 9].

Авторы предлагают *асимптотический информационный критерий качества шума, представляющий собой вариабельность количества информации в значениях одних элементов последовательности (ряда) о значениях других его элементов.*

Отметим, что в работе [17] еще в 2002 году на стр. 290<sup>5</sup> одним из авторов было предложено использовать аналогичный критерий в качестве количественной меры степени выраженности закономерностей в предметной области. написано: «Из этого следует возможность использования в качестве количественной меры степени выраженности закономерностей в предметной области использовать не матрицу абсолютных частот и меру  $X^2$ , а новую меру, основанную на матрице информативностей и системном обобщении формулы Харкевича для количества информации:

$$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(A \cdot W - I) \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^A (I_{ij} - \bar{I})^2}} \quad (3.81)$$

где:

$$\bar{I} = \frac{1}{A \cdot W} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^A \text{ — средняя информативность признаков по матрице информативностей.}$$

Значение данной меры показывает среднее отличие количества информации в факторах о будущих состояниях активного объекта управления от среднего количества информации в факторе (которое при больших выборках близко к 0). По своей математической форме эта мера сходна с мерами для значимости факторов и степени сформированности образов классов и коррелирует с объемом пространства классов и пространства ат-

<sup>5</sup> См, например: <http://elibrary.ru/download/62451150.pdf>

рибутов». В данной же статье предлагается *количественную меру степени выраженности закономерностей в предметной области использовать в качестве критерия близости этой предметной области к шуму.*

Данный критерий является *асимптотическим*, т.к. результаты измерения с помощью этого критерия, по-видимому, должны сходиться к истинному значению при увеличении количества исследуемых элементов последовательности. Математические формулировки этого утверждения о состоятельности критерия будут обсуждаться в дальнейшем.

Количество информации может вычисляться для различных элементов последовательности: например в значении каждого элемента о значении последующего элемента, в паре элементов о паре последующих, в тройке значений последовательных элементов о значении последующего и т.п., и т.д.

Количество информации может рассчитываться с помощью различных количественных мер измерения информации: Найквиста, Хартли, Больцмана, Шеннона, Харкевича, алгоритмических подходов к измерению информации и др.

Вариабельность может рассчитываться с помощью различных мер вариабельности: среднего модуля отклонения от среднего, среднеквадратичного отклонения и др.

Поэтому существует много различных вариантов применения предложенного критерия.

### **3. Обсуждение понятия «Шум» и теоретическое обоснование Асимптотического информационного критерия качества шума**

#### **3.1. Соотношение содержания понятий: «Шум», «Данные», «Информация» и «Знания»**

Как мы видели выше, понятие «Шум» тесно связано с понятием «Информация», точнее с отсутствием информации в сигнале или невоз-

возможностью ее извлечения из сигнала. Но как связано содержание понятий: «Данные», «Информация», «Знания»? В рассмотрении этого вопроса будем основываться на статье [11]<sup>6</sup>.

**Данные** – это информация, записанная на каком-либо носителе или находящаяся в каналах связи и представленная на каком-то языке или в системе кодирования и рассматриваемая безотносительно к ее смысловому содержанию.

Исходные данные об объекте управления обычно представлены в форме баз данных, чаще всего временных рядов, т.е. данных, привязанных ко времени. В соответствии с методологией и технологией автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [12, 17], для управления и принятия решений использовать непосредственно исходные данные не представляется возможным. Точнее сделать это можно, но результат управления при таком подходе оказывается мало чем отличающимся от случайного. Для реального же решения задачи управления необходимо предварительно преобразовать данные в информацию, а ее в знания о том, какие воздействия на объект управления к каким его изменениям обычно, как показывает опыт, приводят.

**Информация** есть осмысленные данные.

Смысл данных, в соответствии с концепцией смысла Шенка-Абельсона [13], состоит в том, что известны причинно-следственные зависимости между событиями, которые описываются этими данными. Таким образом, данные преобразуются в информацию в результате операции, которая называется «Анализ данных» (этот термин используется и в иных смыслах, например, как синоним термина "прикладная статистика" [41, 42]), которая состоит из двух этапов:

1. Выявление событий в данных (разработка классификационных и описательных шкал [15, 41] и градаций и преобразование с их использованием исходных данных в обучающую выборку, т.е. в базу событий – эвен-

---

<sup>6</sup> См., например: «Подборка публикаций по вопросам выявления, представления и использования знаний»: <http://www.twirpx.com/file/793311/>

тологическую базу). По сути, этот этап является *нормализацией* базы исходных данных.

2. Выявление причинно-следственных зависимостей между событиями.

В случае систем управления событиями в данных являются совпадения определенных значений входных факторов и выходных параметров объекта управления, т.е. по сути, случаи перехода объекта управления в определенные будущие состояния под действием определенных сочетаний значений управляющих факторов. Качественные значения входных факторов и выходных параметров естественно формализовать в форме лингвистических переменных. Если же входные факторы и выходные параметры являются числовыми, то их значения измеряются с некоторой погрешностью и фактически представляют собой интервальные числовые значения, которые также могут быть представлены или формализованы в форме лингвистических переменных (типа: «малые», «средние», «большие» значения показателей) [1].

Какие же математические меры могут быть использованы для количественного измерения силы и направления *причинно-следственных* зависимостей?

Наиболее очевидным ответом на этот вопрос, который обычно первым всем приходит на ум, является: «Корреляция». Однако, в статистике это хорошо известно, что это совершенно не так (пассивный эксперимент дает возможности выявить связи, но не причины). 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 [15, 17].

**Знания** – это информация, полезная для достижения целей.

Значит, для преобразования информации в знания необходимо:

1. Поставить цель (классифицировать будущие состояния моделируемого объекта на целевые и нежелательные).

2. Оценить полезность информации для достижения этой цели (знак и силу влияния).

Второй пункт, по сути, выполнен при преобразовании данных в информацию. Поэтому остается выполнить только первый пункт, т.к. классифицировать будущие состояния объекта управления как желательные (целевые) и нежелательные. Отметим, что это делается, в частности, при SWOT и PEST анализе [16].

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.

Таким образом, понятие «Шум» по своему содержанию наиболее близко к понятию «Данные». Для того, чтобы выяснить являются ли данные просто шумом или содержат информацию, нужно выявить в них причинно-следственные зависимости.

### **3.2. Процедуры преобразования данных в информацию, а ее в знания**

Процедуры преобразования данных в информацию, а ее в знания, реализованные в системе «Эйдос», приведены на рисунке 2:

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

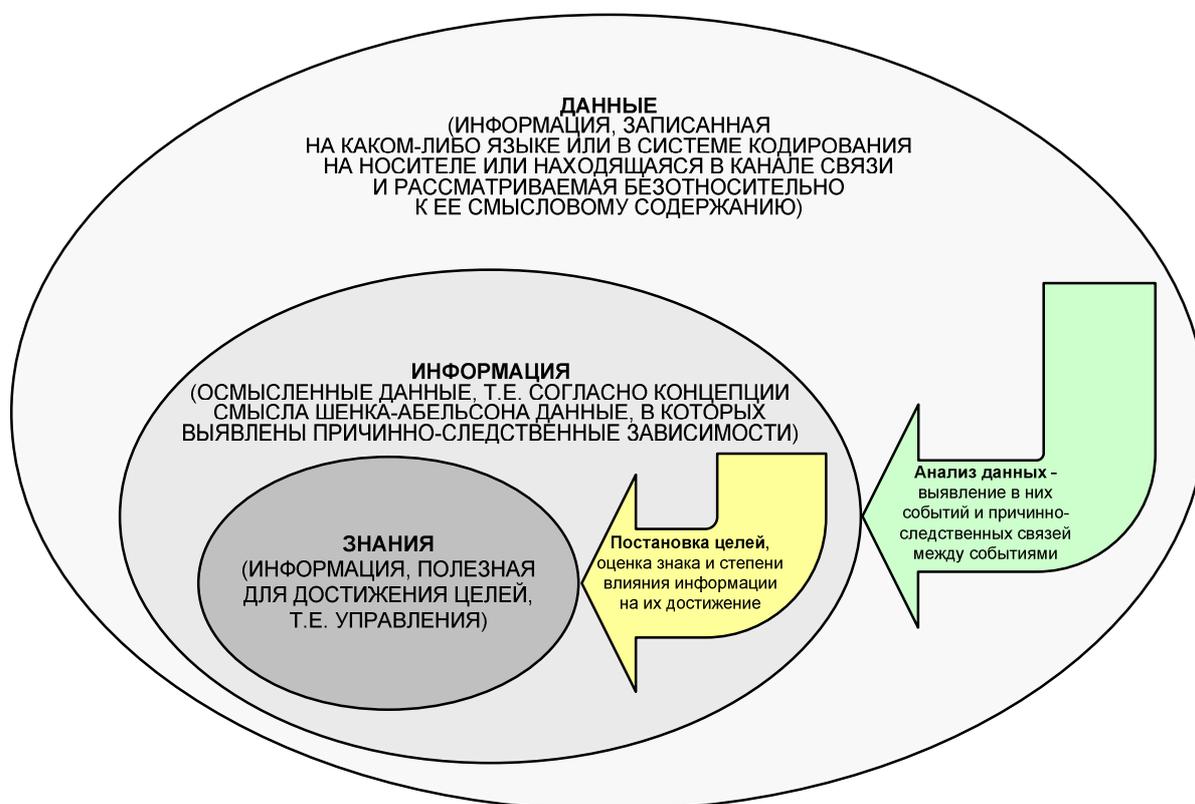


Рисунок 2. Процедуры преобразования данных в информацию, а ее в знания

Отметим в этой связи известное высказывание Альберта Эйнштейна, приведенное в качестве эпиграфа к статье: «...законы природы являются лишь высказываниями о пространственно-временных совпадениях...» [43]. Учитывая вышесказанное, можно сказать, что законы природы отражают реально существующие причинно-следственные зависимости, т.е. содер-

жат информацию о них. Отметим также, что расчет этого количества информации основывается на матрице абсолютных частот, т.е. на предварительном определении абсолютного количества этих совпадений (фактов), о которых говорит Альберт Эйнштейн. Фактом в АСК-анализе является совпадение действия на моделируемый объект определенного значения фактора и перехода этого объекта в определенное состояние.

### **3.3. Шум как данные, которые не удается преобразовать в информацию имеющимися средствами (абракадабра)**

*Шум можно определить, как сигнал, в котором нет закономерностей.* Но как доказать что их нет? Возможно ли даже в принципе доказать, что чего-то нет? Здесь необходимо вспомнить о критерии Поппера и принципе Эшби [14]. По мнению авторов, это невозможно даже в принципе. На практике возможно доказать лишь, что с помощью имеющихся в нашем распоряжении методов обнаружения закономерностей их выявить не удалось. Это позволяет провести различие между абстрактным теоретическим понятием шума и понятием «практически шума». Реально мы всегда исследуем лишь практически шум. В определение шума входит не только характеристика самого сигнала (отсутствие закономерностей), но и характеристика нас самих, точнее наших возможностей обнаружения закономерностей в этом сигнале. А они, во-первых, ограничены, во-вторых, изменяются от места к месту (доступ к вычислительным ресурсам и средствам обнаружения закономерностей), в третьих, изменяются со временем (вычислительные технологии быстро эволюционируют). Поэтому то, что еще вчера считалось где-то шумом, сегодня где-то уже им не будет признаваться.

Если в результате применения процедур выявления причинно-следственных закономерностей в данных, например, реализованных в системе «Эйдос», не удастся выявить эти закономерности, т.е. не удастся преобразовать эти данные в информацию, то можно говорить о том, что

эти данные являются «практически шумом», т.е. на данном этапе развития для нас неотличимы от шума. Вопрос о том, являются ли «на самом деле» эти данные шумом, имеет скорее философско-методологический характер [14].

### **3.4. Сообщение, как система, смысл как эмерджентное свойство систем, шум как деструктурированное сообщение, т.е. сообщение, в котором утрачен смысл**

Все свойства систем имеют эмерджентную природу [1, 37]. Не является исключением и свойство текстов иметь смысл. Любое сообщение на естественном языке является *системой* символов некоторого алфавита, образующих иерархическую систему с многими уровнями иерархии (например: слова, предложения, абзацы, параграфы, главы, книги), и между элементами всех этих уровней существует множество горизонтальных и вертикальных взаимосвязей, в результате чего у этой системы появляется новое эмерджентное свойство, отсутствовавшее у элементов: *смысл*. *Смысл – это эмерджентное свойство символических систем*. Уровень системной организации, количественно измеряемый предложенным автором [1, 2, 27]<sup>7</sup> коэффициентом эмерджентности Хартли, своего рода «плотность смысла на символ» у стихов выше, чем у прозы, а у песен, еще выше, чем у стихов.

С этой точки зрения шум представляет собой бессмысленное сообщение. Но как на практике сообщение может стать бессмысленным? Это оказывается возможным, если нарушить или разрушить его внутреннюю иерархическую структуру и взаимосвязи элементов в этой структуре. Нечто подобное происходит с древними текстами, подвергшимся разрушительному действию факторов окружающей среды в течение длительного времени. В качестве других примеров можно привести костры из книг, а

---

<sup>7</sup> Есть много попыток прямого плагиата (см., например: Виктор Вяткин. Групповой плагиат: от студента до министра. <http://trv-science.ru/2011/11/08/grupповојј-plagiат-от-studenta-do-ministra/>) и просто непонимания того, что этот коэффициент эмерджентности предложен не Хартли, а Е.В.Луценко в работе [17].

также действие уничтожителя бумаги. Когда люди не хотят, чтобы содержимое записки стало кому-либо известным, они просто разрывают ее на мелкие кусочки и кидают их в разные урны.

### **3.5. Шум как архив, который уже не удаётся заархивировать имеющимися средствами**

Если в данных выявлены закономерности, то их можно использовать для сжатия данных, т.е. создания архива. При этом если в архиве обнаружены закономерности, то его можно еще сжать, но уже в меньшей степени. Чем лучше степень сжатия в архиве (чем лучше архиватор), тем меньше в нем можно *обнаружить* закономерностей, т.е. тем больше он становится похожим на шум, а **наилучший архив вообще не отличим от шума**. Идеальный архив вообще невозможно сжать, как и шум, в котором вообще нет закономерностей. При архивировании плотность записи информации на символ увеличивается.

Так может быть шум, – это не бессмысленный сигнал, т.е. сигнал, в котором нет информации, а наоборот, сигнал, с наивысшей в принципе возможной плотностью записью информации?

Это значит, что **архиваторы можно считать генераторами шума**.

По-видимому, можно доказать теорему: *при итерационном применении архиватора к архиву этот архив сходится к шуму*.

В этом подходе, в отличие от подхода А.Н. Колмогорова [44 - 48], шум создается не просто программой, но программой, использующей внешние данные, причем данные, даже возможно, содержащие закономерности. Необходимо отметить, что эти исходные данные могут быть весьма велики по объему, что делает шум более качественным, несмотря на то, что алгоритм работы программы может быть очень коротким. В этом важное отличие нашего подхода от подхода А.Н. Колмогорова.

Во многих языках программирования (например, на Паскале) для улучшения псевдослучайного сигнала перед запуском функции, возвра-

щающей случайное число, можно задать некоторое числовое значение, изменяющее ее работу. Ясно, что желательно, чтобы и само это значение тоже не было постоянным, т.к. иначе работа генератора псевдослучайных чисел будет изменяться одинаково. Поэтому часто в качестве такого значения часто используется как-либо функция от текущего значения компьютерного таймера.

### ***3.6. Шум как зашифрованный информационный сигнал, который не удастся расшифровать имеющимися средствами. Ключ дешифрования как способ извлечения смысла***

Чтение, можно рассматривать как извлечение информации из книги, т.е. дешифрованием записанного в книге сигнала. Познание представляет собой извлечение информации из объекта познания. Если провести аналогию между объектом познания и книгой, то можно считать, что познание представляет собой чтение объекта познания, пользуясь термином К. Маркса, его распрямление. С этой точки зрения вся природа представляет собой зашифрованное послание, а познание представляет собой нечто иное как чтение книги природы. Научный метод с этой точки зрения представляет собой проверенный и доказавший свою высокую эффективность ключ дешифрования книги природы, даже может быть своего рода отмычку, позволяющую вскрыть «тайну за семью печатями». Конечно, при такой точке зрения возникает закономерный вопрос об авторстве книги природы. Здесь ничего не приходит на ум, кроме первых слов Евангелия от Иоанна, приведенных в качестве эпиграфа к статье: «В начале было Слово» и далее по тексту. Слово, или выражаясь современным языком – информация, преобразует первозданный Хаос во Вселенную, полную чудес, информация способна структурировать бессмысленный набор символов в гениальное высокоорганизованное литературное произведение [39].

Но человек не только может читать книгу природы, он может и вносить в нее некоторые не очень большие правки и дополнения. Труд пред-

ставляет собой процесс записи информации, содержащейся в субъективном образе будущего продукта труда, в предмет труда [40], выражаясь термином К. Маркса: опредмечивание. С этой точки зрения можно рассматривать труд и его результат – антропоморфное общество, как внесение поправок и дополнений в книгу природы.

Шум – это текст на неизвестном языке. Чтобы его расшифровать – надо перевести его на известный язык.

В принципе невзламываемый шифр – это шифр, в котором каждый символ встречается лишь один раз и нет никаких «пространственно-временных совпадений», хотя бы в принципе позволяющих выявить смысл. Примером такого шифра является замена каждого символа исходного сообщения на номер этого символа в некотором очень большом тексте (можно псевдослучайном), при этом каждый символ из большого текста используется лишь один раз или не используется ни разу.

Таким образом, *системы шифрования можно рассматривать как генераторы шума, и чем сложнее взломать шифр, тем ближе зашифрованный сигнал к идеальному шуму.*

Так может быть шум, – это не бессмысленный сигнал, т.е. сигнал, в котором нет информации, а наоборот, сигнал, с очень важной информацией, зашифрованный очень стойким шифром?

По-видимому, можно доказать теорему: *при итерационном применении шифрования (одного метода или различных методов в определенном порядке) к уже зашифрованному сигналу результат шифрования сходится к шуму.* Для получения математических утверждений нужно тем или иным способом дать строгие определения понятиям "шум" и "шифрование".

### **3.7. Шум и Хаос в древнегреческой и древнеиндийской космогонии**

По-видимому, в момент большого взрыва (если принять эту распространенную космогоническую модель, предложенную иезуитом Жоржем

Леметром в 1927 г.) мир был менее структурирован, чем сейчас, и имел более низкий, чем сейчас, уровень системности [1].

Индусы в своих учениях говорили, что дифференцированная вселенная периодически возникает и опять и переходит в не проявленное состояние (день и ночь Браммы). Это очень напоминает архивирование (или шифрование) и разархивирование (дешифрование) и опять архивирование и т.д. Дух дифференцирует материю, затем материя одухотворяется (круг Сансары). Из хаоса, утверждали древние греки, Вселенная родилась, и в Хаос же возвратится. Этому же учил Пифагор, об этом же глубокомысленно и красноречиво молчит Дао. Вселенная периодически становится более доступной для познания, как если бы Изида под нашим пристальным взором иногда немного приоткрывала свое покрывало, скрывающее ее прекрасное (как говорят) лицо. Можно утверждать, что сходные космогонические концепции пронизывают все древние мировоззренческие системы и, похоже, в современной науке получают еще одну интерпретацию, которая в чем-то глубже, а в чем-то более поверхностна, чем древние<sup>8</sup>.

#### **4. Метод, технология и методика применения асимптотического информационного критерия качества шума на практике**

##### **4.1. АСК-анализ как метод применения асимптотического информационного критерия качества шума**

Системный анализ представляет собой современный метод научного познания, общепризнанный метод решения проблем. Однако возможности практического применения системного анализа ограничиваются отсутствием развернутого программного инструментария, обеспечивающего его автоматизацию. Существуют программные системы, автоматизирующие отдельные этапы или функции системного анализа в конкретных предметных областях. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) представляет собой системный анализ, структурированный по ба-

---

<sup>8</sup> Сегодня изложение этих учений легко найти в Internet

зовым когнитивным операциям (БКО), благодаря чему удалось разработать для него математическую модель, методику численных расчетов (структуры данных и алгоритмы их обработки), а также реализующую их программную систему – систему Эйдос [17, 18]. Система Эйдос разработана в постановке, не зависящей от предметной области, и имеет ряд программных интерфейсов с внешними данными различных типов. АСК-анализ может быть применен как инструмент, многократно усиливающий возможности естественного интеллекта во всех областях, где используется естественный интеллект. АСК-анализ был успешно применен для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его модели во многих предметных областях, в частности в экономике, технике, социологии, педагогике, психологии, медицине, экологии, ампелографии (см. [14, 17, 31] и др.).

#### **4.1.1. Введение**

Известно, что системный анализ является одним из общепризнанных в науке методов решения проблем и многими учеными рассматривается вообще как метод научного познания. Однако как заметил еще в 1984 году проф. И. П. Стабин [19], на практике применение системного анализа наталкивается на проблему. Суть этой проблемы в том, что обычно системный анализ успешно применяется в сравнительно простых случаях, в которых в принципе можно обойтись и без него, тогда как в действительно сложных ситуациях, когда он действительно чрезвычайно востребован и у него нет альтернатив, сделать это удастся гораздо реже. Проф. И. П. Стабин предложил и путь решения этой проблемы, который он видел в автоматизации системного анализа [19].

Путь от идеи до создания программной системы включает ряд этапов:

- выбрать теоретический математический метод;

- разработать методику численных расчетов, включающую структуры данных в оперативной памяти и внешних баз данных (даталогическую и инфологическую модели) и алгоритмы обработки этих данных;
- разработать программную систему, реализующую эти математические методы и методики численных расчетов.

#### **4.1.2. Методика**

##### *3.1.2.1. Предпосылки решения проблемы*

Перегудов Ф. И. и Тарасенко Ф. П. в своих основополагающих работах 1989 и 1997 годов [20, 21] подробно рассмотрели математические методы, которые в принципе могли бы быть применены для автоматизации отдельных этапов системного анализа. Однако даже самые лучшие математические методы не могут быть применены на практике без реализующих их программных систем, а путь от математического метода к программной системе долог и сложен. Для этого необходимо разработать численные методы или методики численных расчетов (алгоритмы и структуры данных), реализующие математический метод, а затем разработать программную реализацию системы, основанной на этом численном методе.

В числе первых попыток реальной автоматизации системного анализа следует отметить докторскую диссертацию проф. Симанкова В. С. (2001) [22]. Эта попытка была основана на высокой детализации этапов системного анализа и подборе уже существующих программных систем, автоматизирующих эти этапы. Идея была в том, что чем выше детализация системного анализа, чем мельче этапы, тем проще их автоматизировать. Эта попытка была реализована, однако, лишь для специального случая исследования в области возобновляемой энергетики, т.к. объединяемые системы оказались различных разработчиков, созданные с помощью различного инструментария и не имеющие программных интерфейсов друг с другом, т.е. не образующие единой автоматизированной системы. Эта попытка, безусловно, явилась большим шагом по пути, предложенному проф.

И. П. Стабиным, но и ее нельзя признать обеспечившей достижение поставленной цели, сформулированной Стабиным И.П. (т.е. создание автоматизированного системного анализа), т.к. она не привела к созданию единой универсальной программной системы, автоматизирующей системный анализ, которую можно было бы применять в различных предметных областях. Парадоксально, но эта попытка автоматизации системного анализа была несистемна.

Необходимо отметить работы Дж. Клира по системологии и автоматизации решения системных задач [23], которые внесли большой вклад в автоматизацию системного анализа путем создания и применения универсального решателя системных задач (УРСЗ), реализованного в рамках оригинальной экспертной системы. Обсуждение проблем развития системного анализа продолжается (см., например, [51]).

### *3.1.2.2. АСК-анализ, как решение проблемы*

Автоматизированный системно-когнитивный анализ разработан профессором Е. В. Луценко и предложен в 2002 году [12, 17, 18]. Основная идея, позволившая сделать это, состоит в рассмотрении системного анализа как метода познания (отсюда и «когнитивный» от «*cognitio*» – знание, познание, лат.). Это позволило структурировать системный анализ не по этапам, как пытались сделать ранее, а по базовым когнитивным операциям системного анализа (БКОСА), т.е. таким операциям, к комбинациям которых сводятся остальные. Эти операции образуют минимальную систему, достаточную для описания системного анализа, как метода познания, т.е. когнитивный конфигуратор (Лефевр В.А., 1962) [24] и их оказалось не очень много, всего 10:

- 1) присвоение имен;
- 2) восприятие (описание конкретных объектов в форме онтологий, т.е. их признаками и принадлежностью к обобщающим категориям - классам);
- 3) обобщение (синтез, индукция);
- 4) абстрагирование;

- 5) оценка адекватности модели;
- 6) сравнение, идентификация и прогнозирование;
- 7) дедукция и абдукция;
- 8) классификация и генерация конструктов;
- 9) содержательное сравнение;
- 10) планирование и поддержка принятия управленческих решений.

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

Компоненты АСК-анализа [12, 17, 18]:

- формализуемая когнитивная концепция и следующий из нее когнитивный конфигуратор;
- теоретические основы, методология, технология и методика АСК-анализа;
- математическая модель АСК-анализа, основанная на системном обобщении теории информации;
- методика численных расчетов, в универсальной форме реализующая математическую модель АСК-анализа, включающая иерархическую структуру данных и 24 детальных алгоритма 10 БКОСА;
- специальное инструментальное программное обеспечение, реализующее математическую модель и численный метод АСК-анализа – Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос".

Этапы АСК-анализа:

- 1) когнитивная структуризация предметной области;
- 2) формализация предметной области (конструирование классификационных и описательных шкал и градаций и подготовка обучающей выборки);
- 3) синтез системы моделей предметной области (в настоящее время система Эйдос поддерживает 3 статистические модели и 7 моделей знаний);
- 4) верификация (оценка достоверности) системы моделей предметной области;

- 5) повышение качества системы моделей;
- 6) решение задач идентификации, прогнозирования и поддержки принятия решений;
- 7) исследование моделируемого объекта путем исследования его моделей: кластерно-конструктивный анализ классов и факторов; содержательное сравнение классов и факторов; изучение системы детерминации состояний моделируемого объекта, нелокальные нейроны и интерпретируемые нейронные сети прямого счета; построение классических когнитивных моделей (когнитивных карт); построение интегральных когнитивных моделей (интегральных когнитивных карт).

В АСК-анализе все факторы рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта, на который они действуют, в определенное состояние, и при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации. Это напоминает подход Дугласа Хаббарда [25], но, в отличие от него, имеет универсальный программный инструментарий, разработанный в постановке, не зависящей от предметной области и находящийся в полном открытом бесплатном доступе (даже с исходными текстами) на сайте автора: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm). Поэтому АСК-анализ обеспечивает корректную сопоставимую обработку числовых и нечисловых данных, представленных в разных типах измерительных шкал и разных единицах измерения. Метод АСК-анализа является устойчивым непараметрическим методом, обеспечивающим создание моделей больших размерностей при неполных и зашумленных исходных данных о сложном нелинейном динамичном объекте управления. Этот метод является чуть ли не единственным, обеспечивающим многопараметрическую типизацию и системную идентификацию методов, инструментарий которого (интеллектуальная система Эйдос) находится в полном открытом бесплатном доступе.

В развитии различных теоретических и практических аспектов АСК-анализа приняли участие многие ученые: Луценко Е.В.<sup>9</sup>, Лойко В.И., Трунев А.П. (Канада)<sup>10</sup>, Орлов А.И.<sup>11</sup>, Коржаков В.Е., Барановская Т.П., Ермоленко В.В., Наприев И.Л., Некрасов С.Д., Лаптев В.Н., Третьяк В.Г., Щукин Т.Н., Симанков В.С., Ткачев А.Н., Сафронова Т.И., Макаревич О.А., Макаревич Л.О., Сергеева Е.В. (Фомина Е.В.), Бандык Д.К., Артемов А.А., Крохмаль В.В., Рябцев В.Г. и другие.

### 4.1.3. Результаты

Метод системно-когнитивного анализа и его программный инструментальный интеллектуальная система "Эйдос" были успешно применены при проведении научных исследований, по результатам которых защищено довольно много докторских и кандидатских диссертаций в различных направлениях науки: 3 доктора экономических наук (+1 в стадии подтверждения в ВАК РФ, +1 в стадии подготовки к защите), 2 доктора технических наук, 4 кандидата психологических наук, 1 кандидат технических наук, 1 кандидат экономических наук, 1 кандидат медицинских наук:

АСК-анализ был успешно применены при выполнении десятков грантов РФФИ и РГНФ различной направленности за длительный период с 2002 года по настоящее время (2016 год).

По проблематике АСК-анализа издана 21 монография, получено 28 патентов на системы искусственного интеллекта, их подсистемы, режимы и приложения, опубликовано 196 статей в изданиях, входящих в Перечень ВАК РФ (по данным РИНЦ). В одном только Научном журнале КубГАУ (входит в Перечень ВАК РФ с 26-го марта 2010 года) автором АСК-анализа Луценко Е.В. опубликовано 175 статей по различным теоретиче-

---

<sup>9</sup> <http://lc.kubagro.ru/>

<sup>10</sup> <http://chaosandcorrelation.org/>

<sup>11</sup> <http://orlovs.pp.ru/>

ским и практическим аспектам АСК-анализа, общим объёмом 297,246 у.п.л., в среднем 1,699 у.п.л. на одну статью<sup>12</sup>.

По этим публикациям, грантам и диссертационным работам видно, что АСК-анализ уже был успешно применен в следующих предметных областях и научных направлениях: экономика (региональная, отраслевая, предприятий, прогнозирование фондовых рынков), социология, эконометрика, биометрия, педагогика (создание педагогических измерительных инструментов и их применение), психология (личности, экстремальных ситуаций, профессиональных и учебных достижений, разработка и применение профессиограмм), сельское хозяйство (прогнозирование результатов применения агротехнологий, принятие решений по выбору рациональных агротехнологий и микронзон выращивания), экология, ампелография, геофизика (глобальное и локальное прогнозирование землетрясений, параметров магнитного поля Земли, движения полюсов Земли), климатология (прогнозирование Эль-Ниньо и Ла-Нинья), возобновляемая энергетика, мелиорация и управление мелиоративными системами, и ряд других областей.

АСК-анализ вызывает большой интерес во всем мире. Сайт автора АСК-анализа посетило около 500 тыс. посетителей с уникальными IP-адресами со всего мира<sup>13</sup>. Еще около 500 тыс. посетителей (в расчете на фамилию автора) открывали статьи по АСК-анализу в Научном журнале КубГАУ<sup>14</sup>.

Все это позволяет говорить о том, что АСК-анализ представляет собой современную инновационную технологию искусственного интеллекта и постепенно превращается в новое междисциплинарное научное направление.

---

<sup>12</sup> <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>

<sup>13</sup> <http://lc.kubagro.ru/>

<sup>14</sup> <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11&order=viewed>

#### **4.2. Математическая модель и методика численных расчетов (алгоритмы и структуры данных) асимптотического информационного критерия качества шума**

В этом качестве и для этой цели предлагается применить математическую модель и методику численных расчетов (алгоритмы и структуры данных) АСК-анализа, которая подробно описана в ряде работ [1, 2, 14, 17] и других. Суть этой математической модели состоит в том, что сначала рассчитывается матрица абсолютных частот, отражающая «пространственно-временные совпадения», т.е. факты, содержащиеся в исходных данных, а затем на основе нее рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (относительные частоты), матрица информативностей и другие модели знаний [15].

Методика численных расчетов включает структуры внешних баз данных и данных в оперативной памяти, а также алгоритмы их обработки, реализующие математическую модель [17]. Основными алгоритмами являются алгоритмы, реализующие базовые когнитивные операции системного анализа (БКОСА).

#### **4.3. Система «Эйдос», как технология и методика применения асимптотического информационного критерия качества шума**

Система «Эйдос» является программным *инструментарием* АСК-анализа и подробно описана в ряде работ [18]<sup>15</sup>, поэтому здесь приведем лишь графическую схему преобразования данных в информацию, а ее в знания и решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его модели в системе «Эйдос» (рисунок 2):

---

<sup>15</sup> См., например: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm> (список работ в нижней части страницы)

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

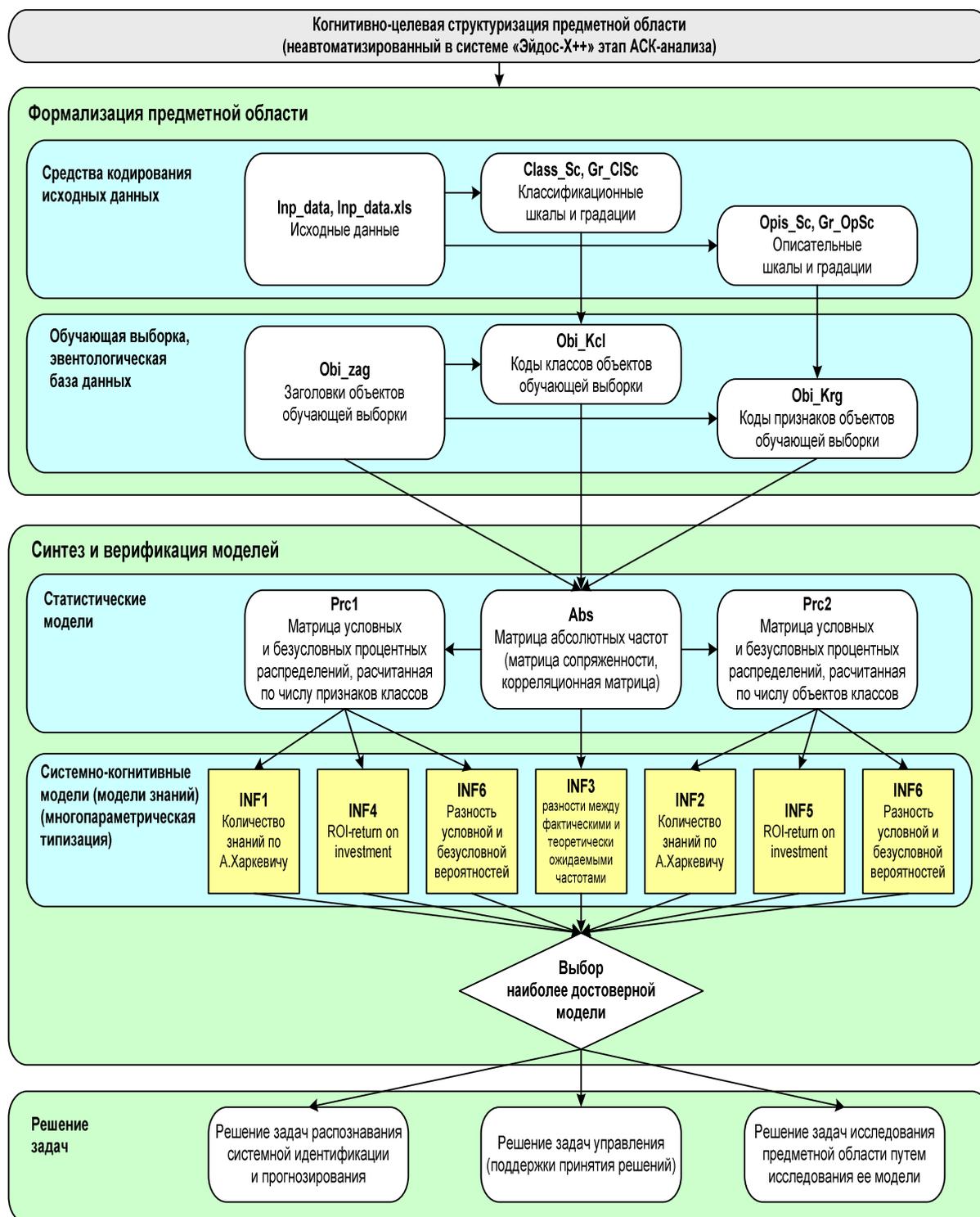


Рисунок 2. Схема преобразования данных в информацию, а ее в знания и решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его модели в системе «Эйдос»

## 5. Описание численного эксперимента и его результатов

### 5.1. Программа подготовки исходных данных

При работе над данной статьей авторами разработана специальная программа, скриншоты окна которой при выборе различных пунктов приведены на рисунке 3:

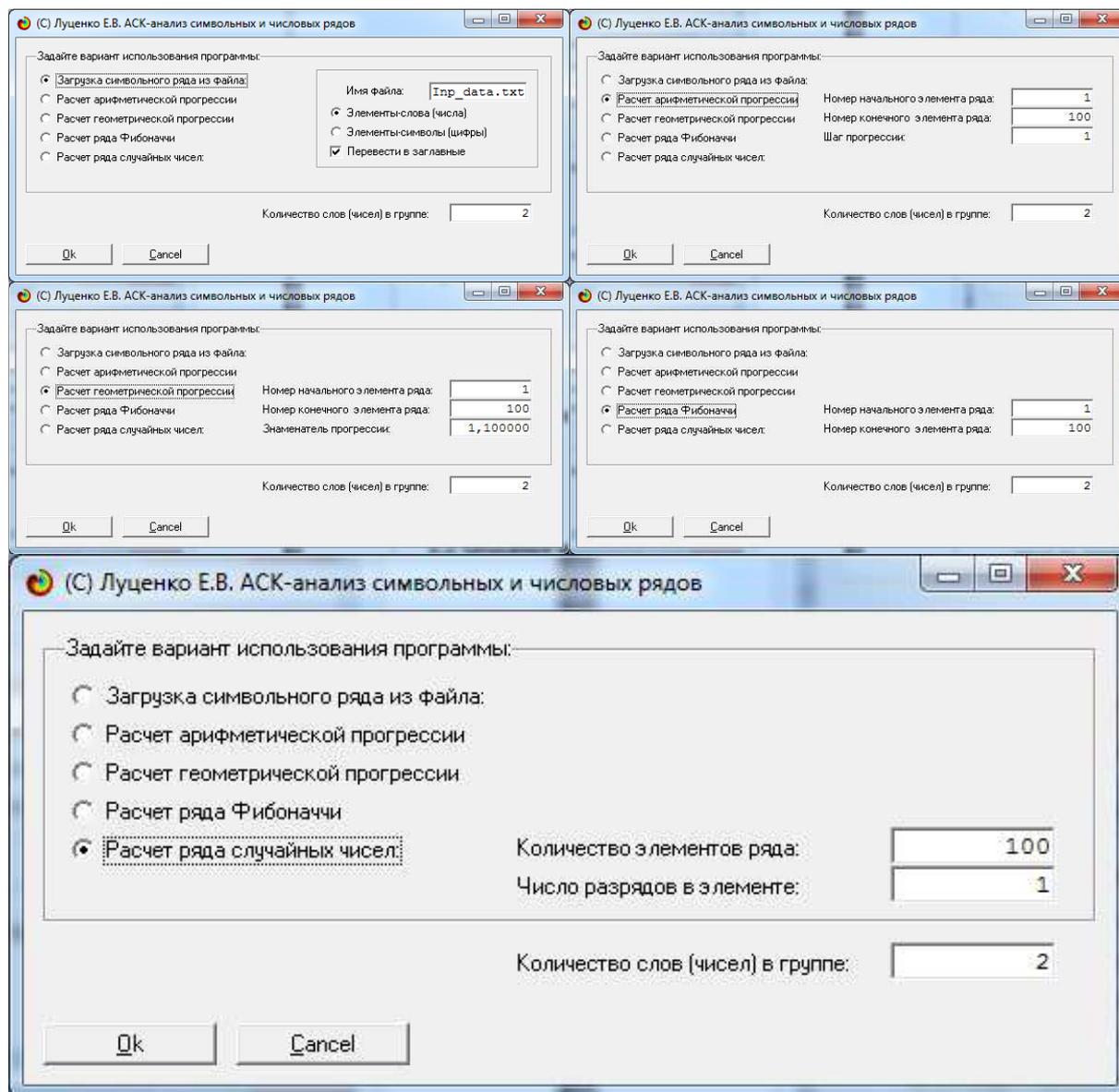


Рисунок 3. Скриншоты окна программы подготовки исходных данных

Эта программа предназначена для подготовки исходных данных для системы «Эйдос» и обеспечивает

– ввод из внешнего DOS-TXT-файла числовой или символической последовательности с заданными параметрами (в качестве элементов после-

довательности можно рассматривать числа-слова или цифра-символы, можно переводить или не переводить символы в верхний регистр) и преобразования ее в форму базы данных, непосредственно воспринимаемой одним из программных интерфейсов системы «Эйдос» с внешними базами данных (стандарт этой базы данных описан на рисунке 4);

– генерации известных неслучайных последовательностей: арифметической и геометрической прогрессий и ряда Фибоначчи с заданными параметрами;

– генерации псевдослучайных последовательностей с использованием стандартного генератора использованного языка программирования (xBase++).



Рисунок 4. Описание стандарта базы данных, непосредственно воспринимаемой одним из программных интерфейсов системы «Эйдос» с внешними базами данных

## Исходный текст этой программы приведен ниже:

```

*****
FUNCTION Main()

LOCAL  GetList[0], GetOptions, nColor, oMessageBox, oMenuWords, oDlg

    DC_IconDefault(1000)

    SET DECIMALS TO 15
    SET DATE GERMAN
    SET ESCAPE On

    SET COLLATION TO SYSTEM // Руссификация
    *SET COLLATION TO ASCII // Руссификация

    PUBLIC aSay[30], Mess97, Mess98, Mess99 // Массив сообщений отображаемых стадий исполнения (до 30 на экране)
    PUBLIC Time_progress, Wsego, oProgress, lOk
    PUBLIC nEvery := 100 // Количество корректировок прогресс-бар

*****
    g = 0
    s = 0
    mRegim = 1
    @g , 0 DCGROUP oGroup1 CAPTION 'Задайте вариант использования программы:' SIZE 78.0, 7.5
    @++s, 2 DCRADIO mRegim VALUE 1 PROMPT 'Загрузка символического ряда из файла:' PARENT oGroup1
    @++s, 2 DCRADIO mRegim VALUE 2 PROMPT 'Расчет арифметической прогрессии' PARENT oGroup1
    @++s, 2 DCRADIO mRegim VALUE 3 PROMPT 'Расчет геометрической прогрессии' PARENT oGroup1
    @++s, 2 DCRADIO mRegim VALUE 4 PROMPT 'Расчет ряда Фибоначчи' PARENT oGroup1
    @++s, 2 DCRADIO mRegim VALUE 5 PROMPT 'Расчет ряда случайных чисел:' PARENT oGroup1

    P1 = 45
    P2 = 60

    // Загрузка символического ряда из файла

    s = 1
    cFile = 'Inp_data.txt'

    nElement = 1
    mUpper = .T.
    @0.7,43 DCGROUP oGroup2 CAPTION '' SIZE 33, 5.5
    @ 1+0.1, 4.5 DCSAY "Имя файла:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=1} HIDE {||.NOT.mRegim=1} PARENT oGroup1
    @ 1,15 DCSAY "" GET cFile PICTURE "XXXXXXXXXXXX" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=1} HIDE {||.NOT.mRegim=1} PARENT oGroup2
    @ 2, 2 DCRADIO nElement VALUE 1 PROMPT 'Элементы-слова (числа)' EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=1} HIDE {||.NOT.mRegim=1} PARENT oGroup2
    @ 3, 2 DCRADIO nElement VALUE 2 PROMPT 'Элементы-символы (цифры)' EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=1} HIDE {||.NOT.mRegim=1} PARENT oGroup2
    @ 4, 2 DCCHECKBOX mUpper PROMPT 'Перевести в заглавные' EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=1} HIDE {||.NOT.mRegim=1} PARENT oGroup2

    P1 = 35
    P2 = 61

    // Расчет арифметической прогрессии
    s = 2
    N1 = 1
    N2 = N1+99
    D = 1
    @ s+0.2, P1 DCSAY "Номер начального элемента ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=2} HIDE {||.NOT.mRegim=2} PARENT oGroup1
    @ s , P2 DCSAY "" GET N1 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=2} HIDE {||.NOT.mRegim=2} PARENT oGroup1
    @++s+0.2, P1 DCSAY "Номер конечного элемента ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=2} HIDE {||.NOT.mRegim=2} PARENT oGroup1
    @ s , P2 DCSAY "" GET N2 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=2} HIDE {||.NOT.mRegim=2} PARENT oGroup1
    @++s+0.2, P1 DCSAY "Шаг прогрессии:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=2} HIDE {||.NOT.mRegim=2} PARENT oGroup1
    @ s , P2 DCSAY "" GET D PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=2} HIDE {||.NOT.mRegim=2} PARENT oGroup1

    // Расчет геометрической прогрессии

```

```

s = 3
N1 = 1
N2 = N1+99
Q = 1.1
@ s+0.2, P1 DCSAY "Номер начального элемента ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=3} HIDE {||.NOT.mRegim=3} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET N1 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=3} HIDE {||.NOT.mRegim=3} PARENT oGroup1
@++s+0.2, P1 DCSAY "Номер конечного элемента ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=3} HIDE {||.NOT.mRegim=3} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET N2 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=3} HIDE {||.NOT.mRegim=3} PARENT oGroup1
@++s+0.2, P1 DCSAY "Знаменатель прогрессии:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=3} HIDE {||.NOT.mRegim=3} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET Q PICTURE "###.#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=3} HIDE {||.NOT.mRegim=3} PARENT oGroup1

// Расчет ряда Фибоначчи
s = 4
N1 = 1
N2 = N1+99
@ s+0.2, P1 DCSAY "Номер начального элемента ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=4} HIDE {||.NOT.mRegim=4} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET N1 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=4} HIDE {||.NOT.mRegim=4} PARENT oGroup1
@++s+0.2, P1 DCSAY "Номер конечного элемента ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=4} HIDE {||.NOT.mRegim=4} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET N2 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=4} HIDE {||.NOT.mRegim=4} PARENT oGroup1

// Расчет ряда случайных чисел с равномерным распределением
s = 5
R1 = 100
R2 = 1
@ s+0.2, P1 DCSAY "Количество элементов ряда:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=5} HIDE {||.NOT.mRegim=5} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET R1 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=5} HIDE {||.NOT.mRegim=5} PARENT oGroup1
@++s+0.2, P1 DCSAY "Число разрядов в элементе:" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=5} HIDE {||.NOT.mRegim=5} PARENT oGroup1
@ s , P2 DCSAY "" GET R2 PICTURE "#####" EDITPROTECT {||.NOT.mRegim=5} HIDE {||.NOT.mRegim=5} PARENT oGroup1

P1 = 35
P2 = 61

s = 8.0
mGroup = 2
@ s+0.2,P1 DCSAY "Количество слов (чисел) в группе:"
@ s ,P2 DCSAY "" GET mGroup PICTURE "#####"

DCGETOPTIONS TABSTOP
DCREAD GUI ;
TO lExit ;
FIT ;
OPTIONS GetOptions ;
ADDBUTTONS;
MODAL ;
TITLE '(C) Луценко Е.В. АСК-анализ символьных и числовых рядов'

*****
IF lExit
** Button Ok
ELSE
QUIT
ENDIF
*****

*****
*****

T_Mess1 = "Начало: "+TIME() // Начало
Sec_1 = (DOY(DATE()-1)*86400+SECONDS())

IF mRegim = 5 // Расчет ряда случайных чисел (с равномерным распределением)
N1 = 1
N2 = R1
ENDIF

```

```

nMax = N2 - N1 + 1
Mess = 'ACK-анализ рядов. Генерация ряда'
@ 4,5 DCPROGRESS oProgress SIZE 70,1.1 MAXCOUNT nMax COLOR GRA_CLR_CYAN PERCENT EVERY 100
DCREAD GUI TITLE Mess PARENT @oDialog FIT EXIT
oDialog:show()
nTime = 0
DC_GetProgress(oProgress,0,nMax)

***** формирование текстовой переменной с символами *****

mInpData := "" // Текстовая переменная для загрузки текстового файла

DO CASE
CASE mRegim = 1 // Загрузка символьного ряда из файла:

IF .NOT. FILE(cFile)
Mess = 'В текущей папке нет файла: #'
Mess = STRTRAN(Mess, "#", cFile)
LB_Warning(Mess)
CLOSE ALL
RETURN NIL
ELSE
mInpData = CharOne(' ',FILESTR(cFile)) // Загрузка cFile
IF mUpper // Перевести в заглавные
mInpData = UPPER(mInpData)
ENDIF
IF nElement = 2 // Элементы - символы (цифры)
mInpData2 = ""
FOR j=1 TO LEN(mInpData)
mInpData2 = mInpData2 + SUBSTR(mInpData,j,1) + " "
NEXT
mInpData = CharOne(' ', mInpData2) // Удалить подряд идущие пробелы
ENDIF
mOptions = 'Загрузка символьного ряда из файла: "#". Количество слов (чисел) в группе: @"'
mOptions = STRTRAN(mOptions, "#", cFile)
mOptions = STRTRAN(mOptions, "@", ALLTRIM(STR(mGroup)))
ENDIF

CASE mRegim = 2 // Расчет арифметической прогрессии

FOR n = N1 TO N2
Xn = ROUND(N1+D*(n-1), 0)
mInpData = mInpData + ALLTRIM(STR(Xn)) + " " // Текстовая переменная для загрузки текстового файла
DC_GetProgress(oProgress, ++nTime, nMax)
NEXT
mOptions = 'Расчет элементов арифметической прогрессии от: "#" до "@" с шагом "D".'
mOptions = STRTRAN(mOptions, "#", ALLTRIM(STR(N1)))
mOptions = STRTRAN(mOptions, "@", ALLTRIM(STR(N2)))
mOptions = STRTRAN(mOptions, "D", ALLTRIM(STR(D)))

CASE mRegim = 3 // Расчет геометрической прогрессии

FOR n = N1 TO N2
Xn = ROUND(N1*Q^(n-1), 0)
mInpData = mInpData + ALLTRIM(STR(Xn)) + " " // Текстовая переменная для загрузки текстового файла
DC_GetProgress(oProgress, ++nTime, nMax)
NEXT
mOptions = 'Расчет элементов геометрической прогрессии от: "#" до "@" со знаменателем "Q".'
mOptions = STRTRAN(mOptions, "#", ALLTRIM(STR(N1)))
mOptions = STRTRAN(mOptions, "@", ALLTRIM(STR(N2)))
mOptions = STRTRAN(mOptions, "Q", ALLTRIM(STR(Q)))

CASE mRegim = 4 // Расчет ряда Фибоначчи

FOR n = N1 TO N2
SQRT5 = SQRT(5)

```

```

Xn = 1/SQRT5*((1+SQRT5)/2)^n-1/SQRT5*((1-SQRT5)/2)^n
Xn = ROUND(Xn, 0)
mInpData = mInpData + ALLTRIM(STR(Xn)) + " " // Текстовая переменная для загрузки текстового файла
DC_GetProgress(oProgress, ++nTime, nMax)
NEXT
mOptions = 'Расчет элементов ряда Фибоначчи от: "#" до "@'.
mOptions = STRTRAN(mOptions, "#", ALLTRIM(STR(N1)))
mOptions = STRTRAN(mOptions, "@", ALLTRIM(STR(N2)))

CASE mRegim = 5 // Расчет ряда случайных чисел (с равномерным распределением)

N1 = 1
N2 = R1

FOR j = N1 TO N2

Xn = SUBSTR(ALLTRIM(STR(RANDOM()),1,R2) // Генерация 5-разрядного псевдослучайного числа, преобразование го в текстовую форму и получение старшего разряда
mInpData = mInpData + ALLTRIM(Xn) + " " // Текстовая переменная для загрузки текстового файла
DC_GetProgress(oProgress, ++nTime, nMax)
NEXT
mOptions = 'Расчет # элементов ряда $-разрядных случайных чисел (с равномерным распределением).'
mOptions = STRTRAN(mOptions, "#", ALLTRIM(STR(R1)))
mOptions = STRTRAN(mOptions, "$", ALLTRIM(STR(R2)))

ENDCASE

STRFILE(mOptions, 'Options.txt')
STRFILE(mInpData, 'Inp_data.txt')

*MsgBox('STOP')
DC_GetProgress(oProgress,nMax,nMax)
oDialog:Destroy()

***** формирование БД Inp_data.dbf на основе текстовой переменной *****

**** Создание БД Inp_data.dbf
CLOSE ALL
CrLf = CHR(13)+CHR(10) // Конец строки (записи)
mInpName := "" // TXT-переменная с наименованиями полей

aStructure := { { "ObjName", "C", 250, 0 }, ;
{ "Futur" , "C", 250, 0 }, ;
{ "Retro" , "C", 250, 0 } }
DbCreate( "Inp_data.dbf", aStructure )

mInpName = mInpName + "Futur" + CrLf + "Retro" + CrLf
STRFILE(mInpName, "Inp_name.txt")

CLOSE ALL
USE Inp_data EXCLUSIVE NEW

IF NUMTOKEN(mInpData, " ") >= mGroup + 1

nMax = NUMTOKEN(mInpData, " ") - mGroup - 1

Mess = 'ACK-анализ рядов. формирование БД "Inp_data.dbf'
@ 4,5 DCPROGRESS oProgress2 SIZE 70,1.1 MAXCOUNT nMax COLOR GRA_CLR_CYAN PERCENT EVERY 100
DCREAD GUI TITLE Mess PARENT @oDialog2 FIT EXIT
oDialog2:show()
nTime = 0
DC_GetProgress(oProgress,0,nMax)

*** Начало цикла по словам *****

FOR t=1 TO NUMTOKEN(mInpData, " ") - mGroup - 1 // Цикл по текущей дате

```

```

mWordR = ""
FOR j=1 TO mGroup // Пропшая группа
    mWordR = mWordR + TOKEN(mInpData, " ",t+j-1) + " "
NEXT

mWordF = ""
FOR j=1 TO mGroup // Следующая группа
    mWordF = mWordF + TOKEN(mInpData, " ",t+mGroup+j-1) + " "
NEXT

APPEND BLANK

FIELDPUT(1, ALLTRIM(STR(t)))
FIELDPUT(2, mWordF)
FIELDPUT(3, mWordR)

DC_GetProgress(oProgress2, ++nTime, nMax)

NEXT

* MsgBox('STOP')
DC_GetProgress(oProgress2,nMax,nMax)
oDialog2:Destroy()

ENDIF

CLOSE ALL

**** Прошло секунд с начала процесса
Sec_2 = (DOY(DATE())-1)*86400+SECONDS() - Sec_1
Sec_2 = (DOY(DATE())-1)*86400+SECONDS() - Sec_1
ch2 = INT(Sec_2/3600) && Часы
mm2 = INT(Sec_2/60)-ch2*60 && Минуты
cc2 = Sec_2-ch2*3600-mm2*60 && Секунды
Mess = 'Процесс создания БД "Inp_data.dbf" и "Inp_name.txt" завершился успешно! Время исполнения # секунд!'
Mess = STRTRAN(Mess,"#",STRTRAN(STR(cc2,2)," ", "0"))
LB_Warning(Mess, '(C) Луценко Е.В. АСК-анализ символьных и числовых рядов')

RETURN NIL

*****
FUNCTION LB_Warning( message, ctitle )

LOCAL aMsg := {}
DEFAULT cTitle TO ''
IF valtype(message) # 'A'
    aadd(aMsg,message)
ELSE
    aMsg := message
ENDIF
IF LEN(ALLTRIM(ctitle)) > 0
    DC_MsgBox( ,,aMsg,ctitle)
ELSE
    DC_MsgBox( ,,aMsg,'Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-Х++"')
ENDIF

RETURN NIL

```

\* Примечание: красным цветом выделена строка, в которой задается тип генератора псевдослучайных чисел

Это сделано с целью облегчить программистам ее реализацию на других языках программирования, если у них возникнет такое желание.

### **5.2. Характеристика исходных данных**

В исследовании, описанном ниже в данной статье, авторами исследовались числовые псевдослучайные последовательности из одноразрядных чисел с различной длиной последовательности, используемой в качестве обучающей выборки: 10, 20, 100, 1000, 2000, 3000, 5000, 7000, 10000, 20000, 30000 чисел. Эти последовательности программа записывает в виде DOS-ТХТ-файла: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\100\Inp\_data.txt в папку, из которой система «Эйдос» берет внешние исходные данные.

### **5.3. Зависимость достоверности модели от объемов исходных данных**

При создании моделей была исследована зависимость последующей группы из двух одноразрядных псевдослучайных чисел на предыдущей. Вероятности верной идентификации и неидентификации пар псевдослучайных чисел и значения асимптотического информационного критерия качества шума в различных моделях, созданных на основе 10, 20, 100, 1000, 2000, 3000, 5000, 7000, 10000, 20000, 30000 чисел приведены в таблице 1 на рисунках 5 и 6:

Таблица 1 – Вероятности верной идентификации и неидентификации в моделях, созданных на основе различных объемов выборки

Объем выборки	Вероятность верной идентификации %	Вероятность верной неидентификации %	Асимптотический информационный критерий качества шума	
			% от теоретически максимально возможного	бит
10	100,00000	100,00000	15,656	0,99255
20	100,00000	91,28151	13,004	0,82445
100	100,00000	93,82898	11,343	0,71914
1000	99,29789	62,53239	8,049	0,51030
2000	82,82424	62,24528	7,409	0,46971
3000	79,31265	58,13248	7,113	0,45098
5000	73,86432	56,75676	6,663	0,42243
7000	72,67400	54,79248	6,119	0,38793
10000	68,23047	54,70407	5,994	0,38001
20000	63,56453	52,35414	5,232	0,33168
30000	60,07601	53,29280	5,130	0,32525

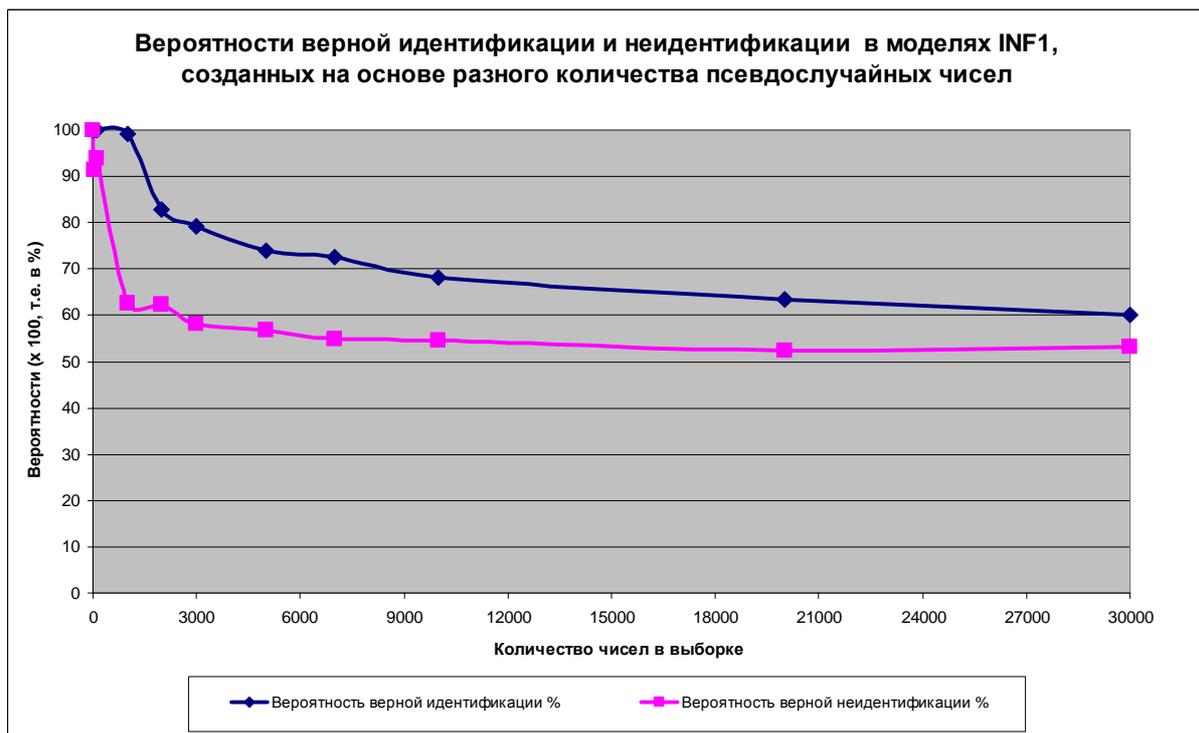


Рисунок 5. Вероятности верной идентификации и неидентификации в моделях INF1 [15], созданных на основе разного количества псевдослучайных чисел

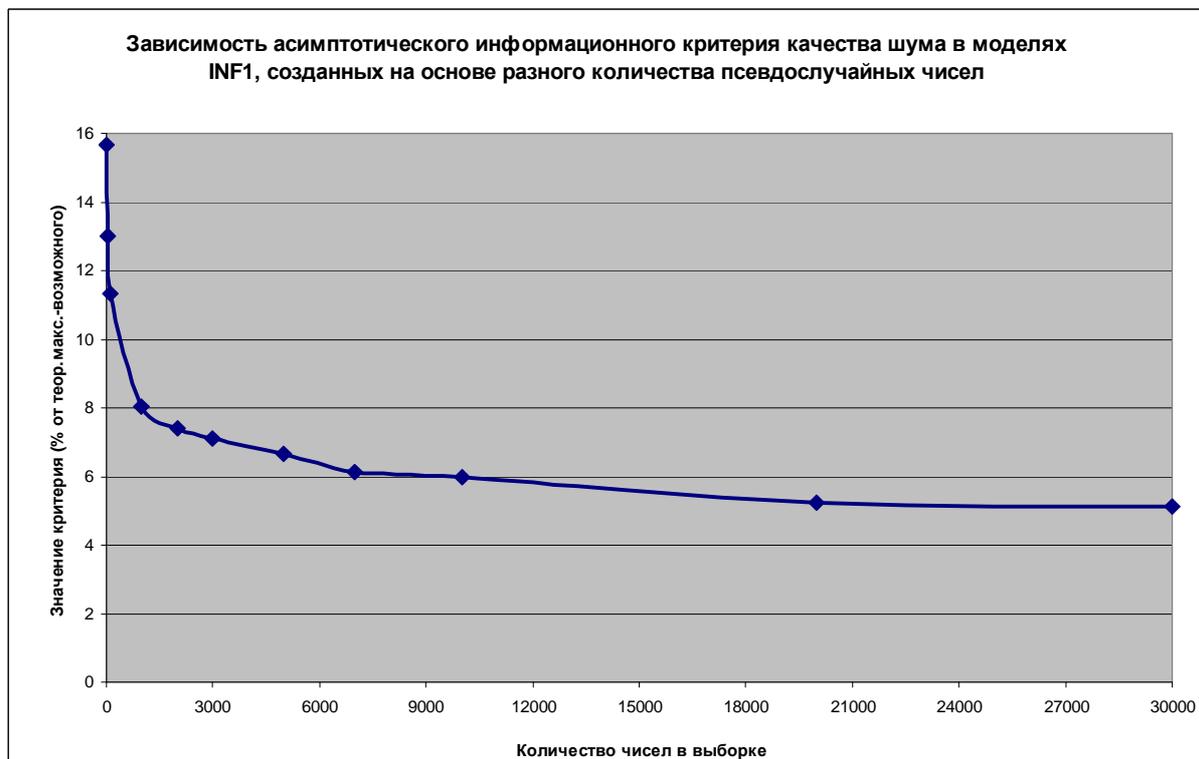


Рисунок 6. Зависимость асимптотического информационного критерия качества шума в моделях INF1 [15], созданных на основе разного количества псевдослучайных чисел

Из таблицы 1 и рисунков 5 и 6 мы видим, что:

– модели, созданные на основе сравнительно небольшого количества псевдослучайных чисел (до 1000), имеют очень высокую достоверность идентификации пары последующих чисел по паре предшествующих, близкую к 100%;

– при увеличении объема выборки от 1000 до 10000 чисел достоверность сначала быстро, а затем все медленнее и медленнее снижается, т.е. асимптотически сходится к некоторому значению (пределу);

– при объемах выборки от 10000 до 30000 чисел достоверность модели стабилизируется и практически не меняется, асимптотически приближаясь к некоторому предельному значению.

На основе этих результатов можно сделать следующие **выводы**:

1. Системе «Эйдос» успешно удастся выявить закономерности взаимосвязи между предыдущей и последующей парой псевдослучайных чисел. Это означает, что *качество шума, генерируемого стандартным генератором псевдослучайных чисел языка программирования xVbase++ (RANDOM()), можно считать довольно низким.*

2. Когда чисел менее 1000, то выявление закономерностей взаимосвязи между предыдущей и последующей парой псевдослучайных чисел для системы «Эйдос» является тривиальной (элементарной) задачей.

3. Но и для моделей, созданных на основе значительно большего количества псевдослучайных чисел: 10000, 20000 и 30000, тоже совершенно очевидно, что полученные результаты были бы невозможны, если бы последовательность чисел была действительно случайной, т.е. шум был качественным.

На основании того факта, что при объемах выборки от 10000 до 30000 чисел достоверность модели практически не меняется, асимптотически приближаясь к некоторому предельному значению, можно сделать вывод о том, предложенный асимптотический информационный критерий качества шума действительно работает. То есть можно считать, что значение этого критерия для выборки 10000 уже достаточно хорошо отражает качество шума и при дальнейшем увеличении объема выборки меняется незначительно.

Отметим, что для чистого шума количественное значение этого критерия должно быть равно 0 и чем ближе критерий к этому значению при таких объемах выборки, при увеличении которых этот критерий уже существенно не меняется, тем ближе к чистому шуму сигнал, на основе которого создана модель.

Из вышесказанного следуют такие формулировки асимптотического информационного критерия близости сигнала к шуму:

*– сигнал тем ближе к шуму, чем быстрее при неограниченном увеличении числа отсчетов стремится к нулю количество информации в значениях одних его элементов о значениях других элементов;*

*– для шума количество информации в одних его элементах о значениях других асимптотически стремится к нулю при неограниченном увеличении количества элементов.*

Полученные закономерности можно считать примерами действия закона больших чисел (в его содержательной интерпретации; математические формулировки еще предстоит получить).

#### **5.4. SWOT-анализ влияния предшествующих пар псевдослучайных чисел на последующие**

В созданной модели INF1 отражено, какое количество информации содержится в предшествующей паре псевдослучайных чисел о последующей. Это количество информации может быть положительным (если говорит о том, что произойдет), и отрицательным (если говорит о том, чего не произойдет), также больше или меньше по модулю (чем больше модуль – тем сильнее влияние).

Вся эта информация отражена в SWOT-матрице и SWOT-диаграмме, которые являются стандартными выходными формами системы “Эйдос” (рисунки 7, 8) [16].

На инвертированных SWOT-матрицах и SWOT-диаграммах (предложены автором в работе [16]), мы видим, какие последующие пары псевдослучайных чисел обуславливает предыдущая пара 1\_1 (рисунки 9 и 10):

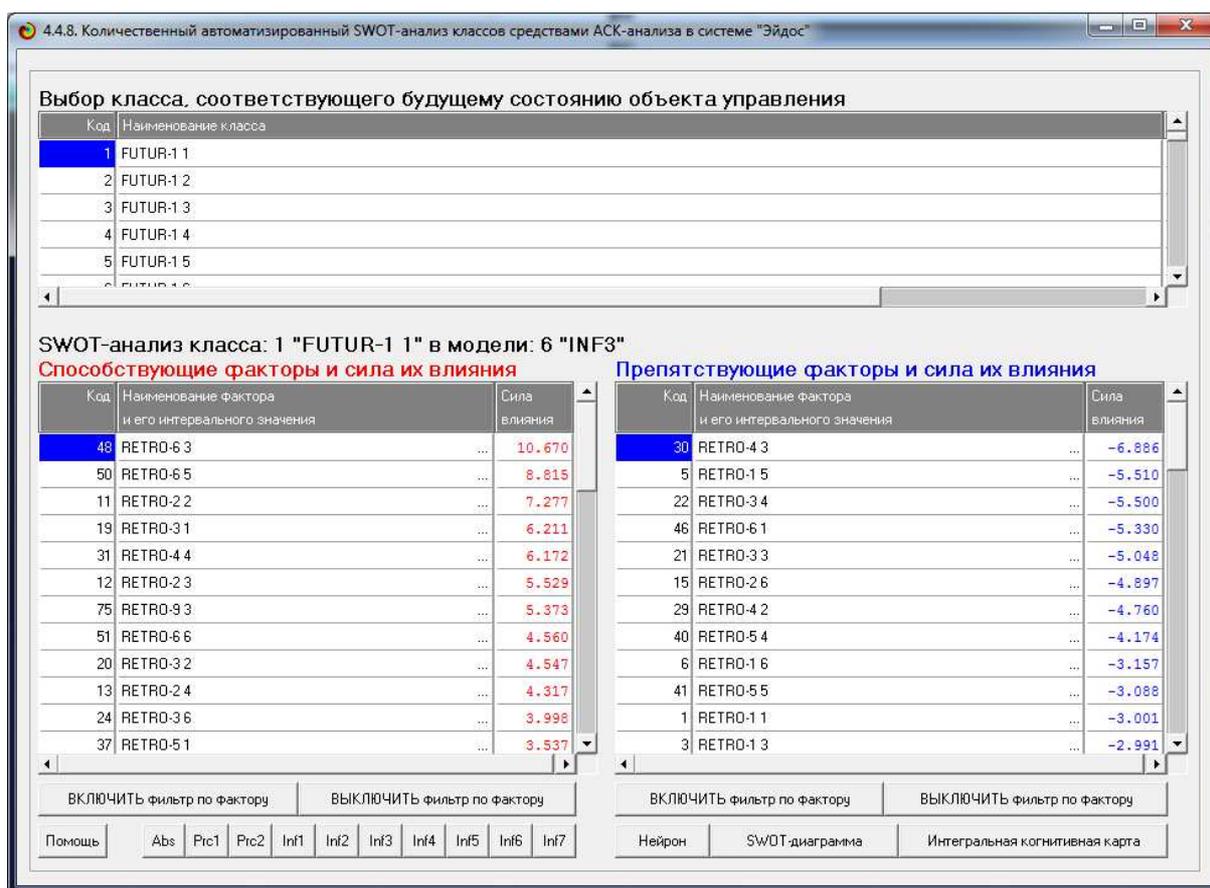


Рисунок 7. Пример SWOT-матрицы, показывающей зависимости между предыдущими парами чисел и последующей парой 1\_1 в модели INF1 [15], созданной основе 30000 псевдослучайных чисел

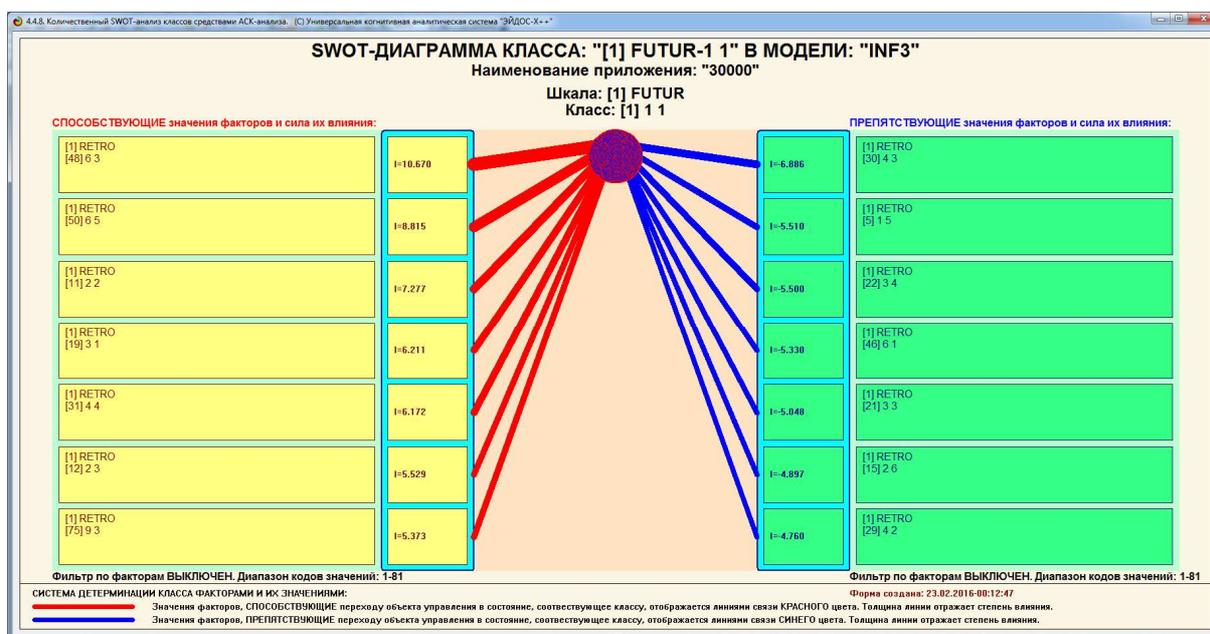


Рисунок 8. Пример SWOT-диаграммы, показывающей зависимости между предыдущими парами чисел и последующей парой 1\_1 в модели INF1 [15], созданной основе 30000 псевдослучайных чисел

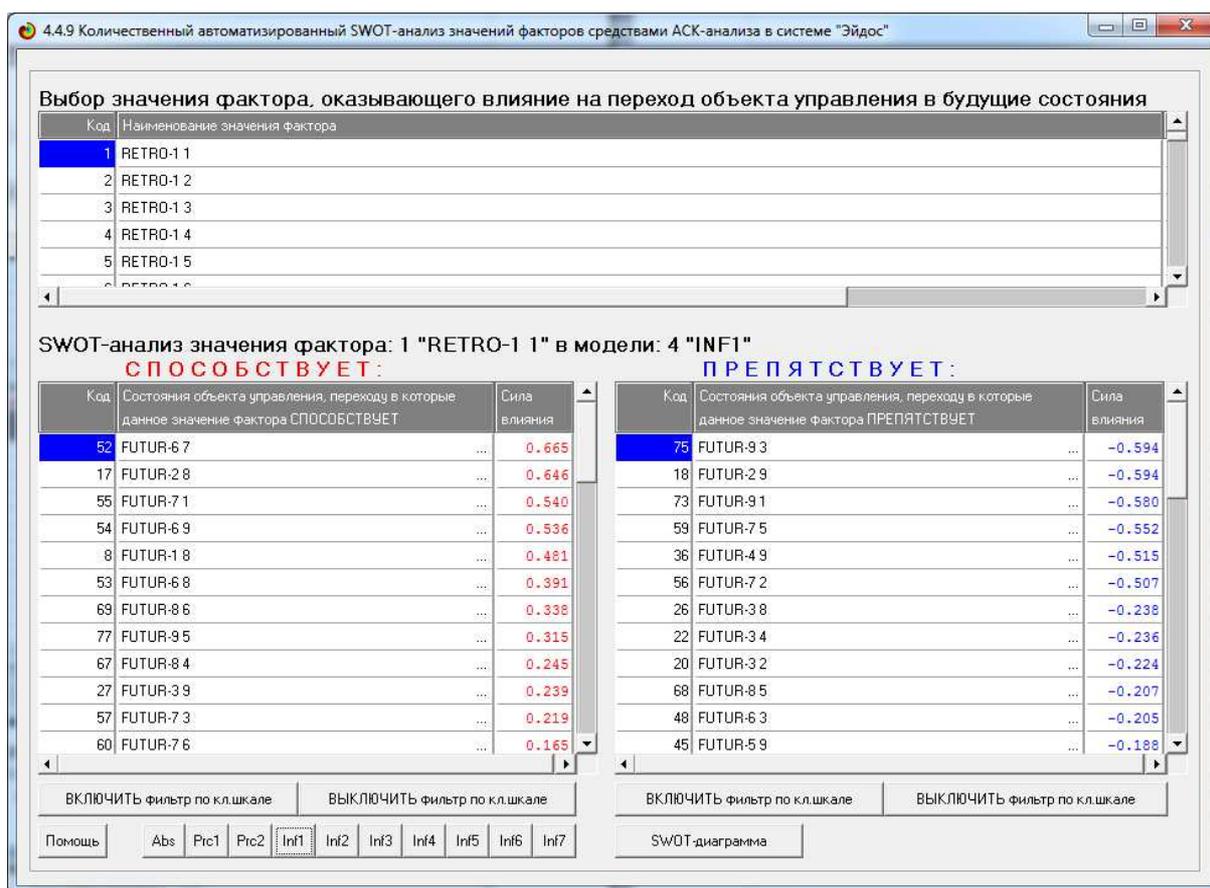


Рисунок 9. Пример SWOT-матрицы, показывающей зависимости между предыдущей парой чисел 1\_1 и последующими в модели INF1 [15], созданной основе 30000 псевдо-случайных чисел

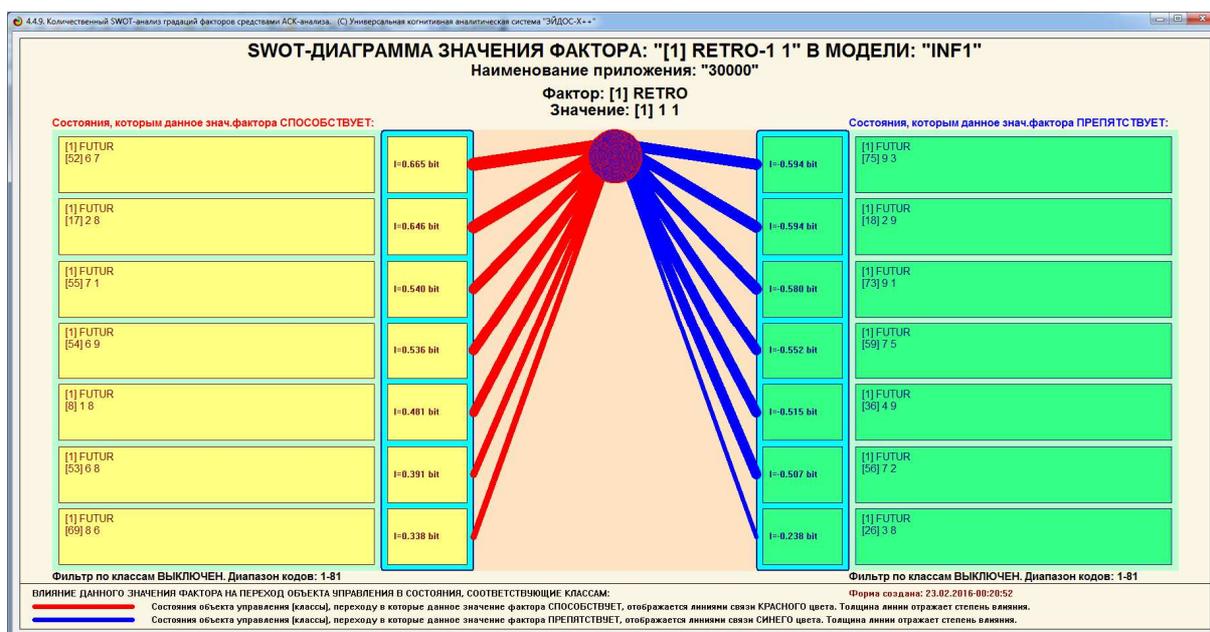


Рисунок 10. Пример SWOT-диаграммы, показывающей зависимости между предыдущей парой чисел 1\_1 и последующими в модели INF1 [15], созданной основе 30000 псевдослучайных чисел

Из рисунков 7, 8 и 9, 10 хорошо видно, что система детерминации будущих пар псевдослучайных чисел, выявленная системой «Эйдос», весьма мало напоминает случайную. При использовании других датчиков псевдослучайных чисел картина может быть иной, но это предмет дальнейших исследований.

### **5.5. Наглядное графическое отображение закономерностей в созданных моделях в форме когнитивных функций**

Когнитивные функции – это наглядное графическое отображение матриц различных моделей, создаваемых системой «Эйдос» и перечисленных на рисунке (2) [1, 3].

Когнитивные функции являются обобщением понятия функции, которое более пригодно для адекватного отражения причинно-следственных зависимостей в реальной области, т.к. они отражают количество информации содержится в значении аргумента о значении функции.

Определены понятия нередуцированных, частично и полностью редуцированных прямых и обратных, позитивных и негативных когнитивных функций и метод формирования редуцированных когнитивных функций, являющийся обобщением известного взвешенного метода наименьших квадратов на основе учета в качестве весов наблюдений количества информации в значениях аргумента о значениях функции [1, 3]<sup>16</sup>.

Человек обладает естественной высокоразвитой способностью обнаруживать в изображениях закономерности, и в некоторых случаях эта способность на много превосходит аналогичные возможности программного обеспечения и компьютеров. Поэтому когнитивные функции могут быть очень полезны для решения задач, решаемых в данной статье.

В качестве примера рассмотрим две когнитивные функции: матрицы абсолютных частот ABS и матрицы информативностей INF1 для модели созданной на основе 30000 псевдослучайных чисел (рисунки 11 и 12):

---

<sup>16</sup> Подборка публикаций по когнитивным функциям: <http://www.twirpx.com/file/775236/>

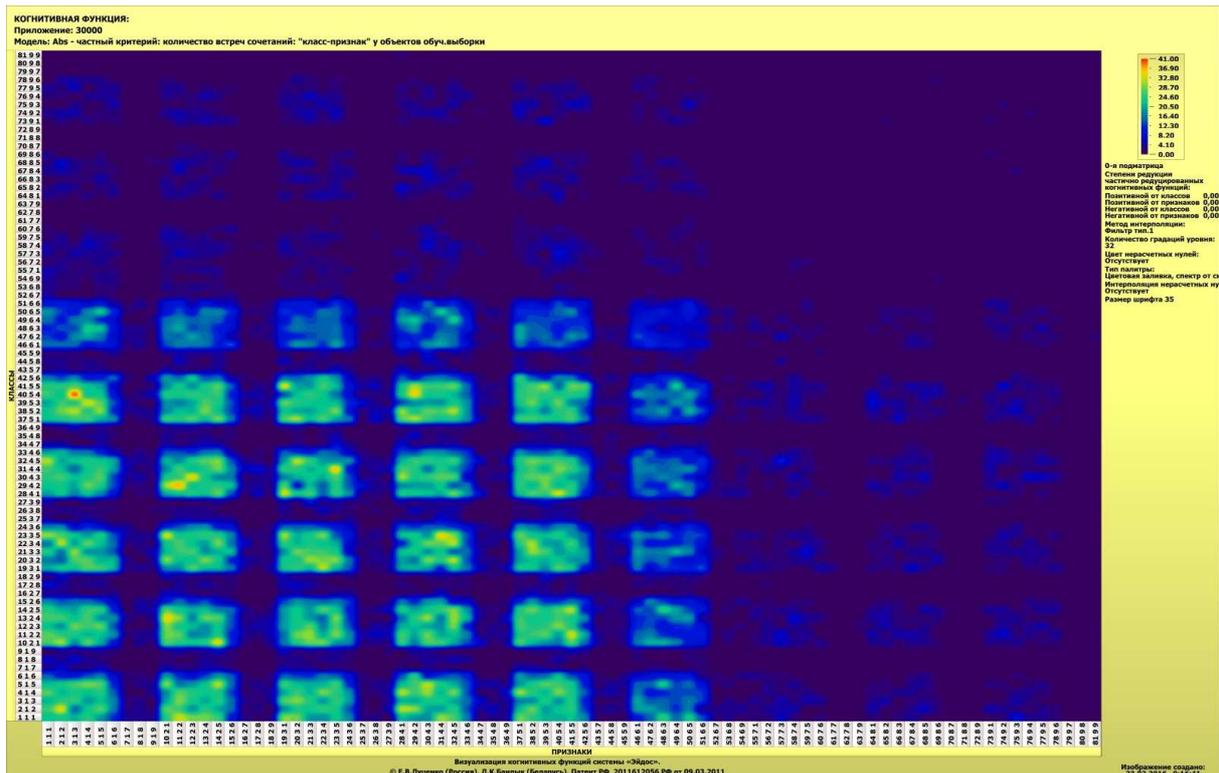


Рисунок 11. Когнитивная функция матрицы абсолютных частот ABS для модели, созданной на основе 30000 псевдослучайных чисел

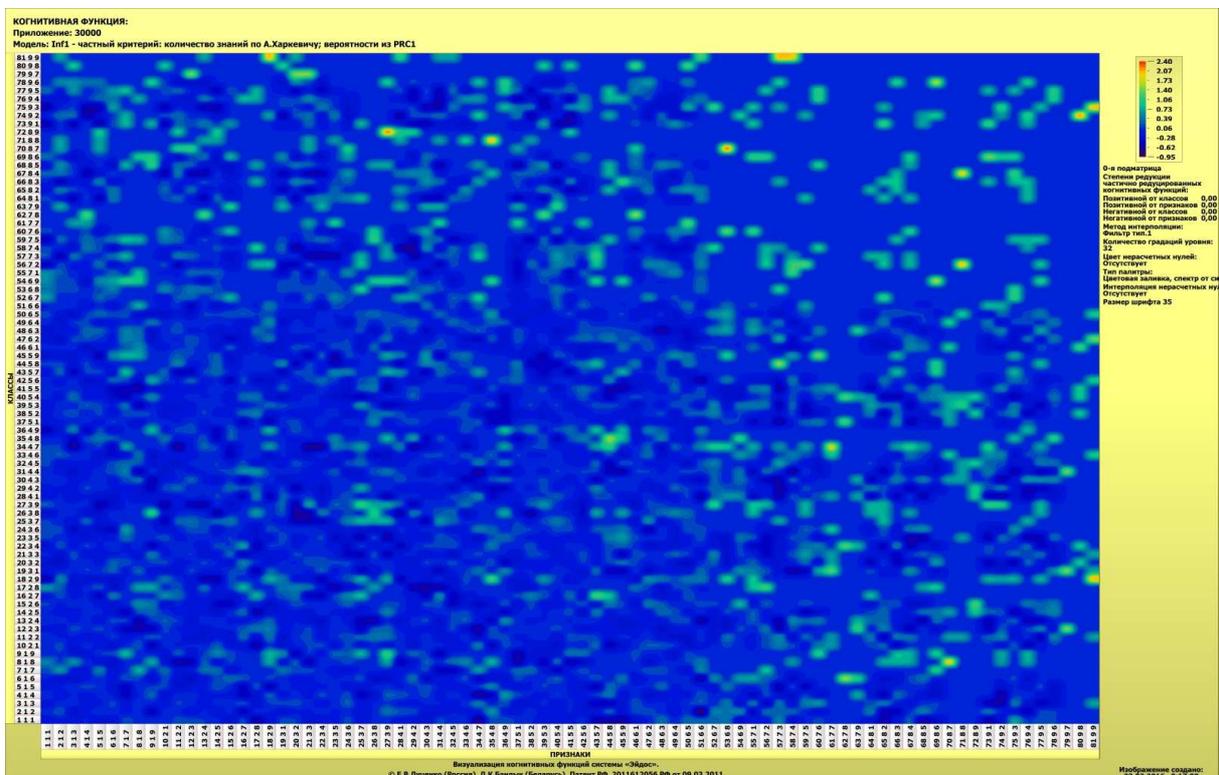


Рисунок 12. Когнитивная функция матрицы информативностей INF1 для модели, созданной на основе 30000 псевдослучайных чисел

Из рисунков 11 и 12 также очень хорошо видно, что система детерминации будущих пар псевдослучайных чисел, выявленная системой «Эйдос», весьма мало напоминает случайную. Особенно на основании рисунка 11 можно сделать вывод о том, что определенные диапазоны пар предыдущих псевдослучайных чисел гораздо чаще встречаются с определенными диапазонами пар последующих чисел, чем с другими.

## 6. Выводы

Предложен асимптотический информационный критерий качества шума, а также метод, технология и методика его применения на практике. В качестве метода применения асимптотического информационного критерия качества шума на практике предлагается автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ), в качестве технологии – программный инструмент АСК-анализа: универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос», в качестве методики – методика создания приложений в данной системе, а также их использования для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее модели. Приводится наглядный численный пример, иллюстрирующий излагаемые идеи и подтверждающий работоспособность предлагаемого асимптотического информационного критерия качества шума, а также метода, технологии и методики его применения на практике.

Применению на практике предложенного асимптотического информационного критерия качества шума на практике может способствовать и то, что система «Эйдос» размещена в полном открытом бесплатном доступе на сайте автора по адресу: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm). В частности, применить эту технологию могут и участники научной дискуссии по методу Монте-Карло, проводимой журналом «Заводская лаборатория. Диагностика материалов».

В лабораторных работах, встроенных в систему «Эйдос-Х++», уже есть работа вычислительного типа 2.01: «Исследование случай-

ной семантической информационной модели при различных объемах выборки» [38]<sup>17</sup> (рисунок 13):

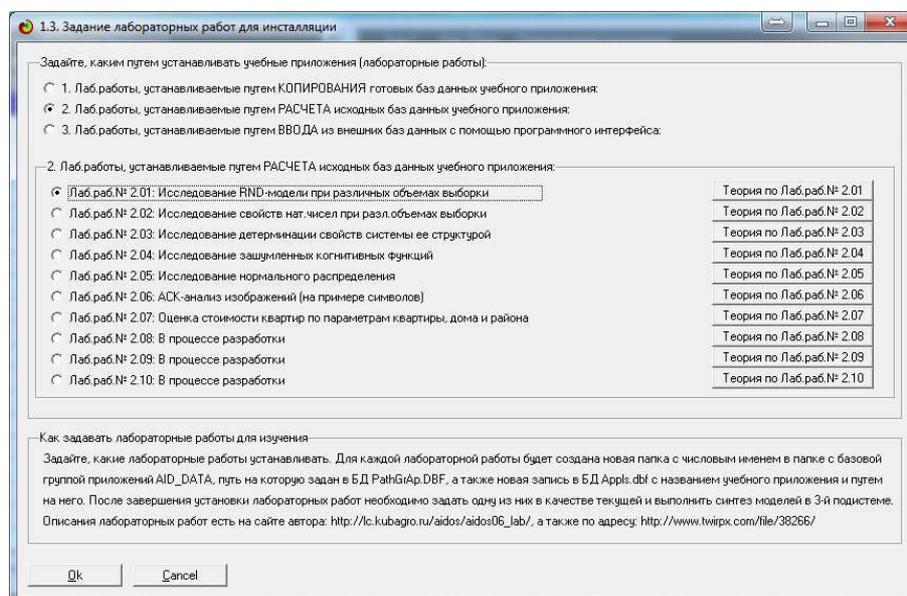


Рисунок 13. Экранная форма системы «Эйдос-X++», обеспечивающая установку лабораторной работы по исследованию псевдослучайных моделей

На основе материалов данной статьи может быть реализована еще одна лабораторная работа (2.08) по дисциплинам, связанным с интеллектуальными технологиями, представлением знаний и системами искусственного интеллекта, а также в других областях [38].

В работах, приведенных в списке литературы [26-40], приведены примеры применения сходных подходов к анализу текстов, последовательности миллиона десятичных знаков числа  $\pi$  и др.

## 7. Перспективы

В качестве перспективы продолжения намеченного в данной статье направления исследований авторы планируют:

- усовершенствовать описанную выше программу генерации исходных данных, которое обеспечит использование для генерации псевдослучайной последовательности различные алгоритмы;
- усовершенствовать описанную выше программу генерации исходных данных, которое обеспечит графическую визуализацию зависимости последующих значений элементов ряда от предыдущих;

<sup>17</sup> [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos06\\_lab/lab\\_10.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos06_lab/lab_10.htm)

– интегрировать описанную выше программу генерации исходных данных в состав системы «Эйдос» как один из видов программного интерфейса с внешними данными и лабораторную работу вычислительного типа (2.01, см. рисунок 13);

– провести численные исследования и сравнения качества шума, получаемого с помощью различных алгоритмов, а также с помощью различных архиваторов и методов шифрования;

– разработать в системе «Эйдос» выходную форму со значениями предложенного в данной статье асимптотического информационного критерия качества шума для всех создаваемых в системе моделей;

– применить предельные теоремы теории вероятностей и математической статистики для изучения асимптотических свойств предложенного информационного критерия качества шума.

## Литература

1. 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>

2. Орлов А.И. Системная нечеткая интервальная математика (СНИМ) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики / А.И. Орлов, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, 3,375 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в системной нечеткой интервальной математике / Е.В. Луценко, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 у.п.л.

4. Луценко Е.В. Модификация взвешенного метода наименьших квадратов путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в аргументе о значении функции (алгоритм и программная реализация) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №10(104). С. 1371 – 1421. – IDA [article ID]: 1041410100. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/100.pdf>, 3,188 у.п.л.

5. Луценко Е.В. Модификация взвешенного метода наименьших квадратов путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в аргументе о значении функции (математические аспекты) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). С. 814 – 845. – IDA [article ID]: 1051501050. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/50.pdf>, 2 у.п.л.

6. Луценко Е.В. Решение задач статистики методами теории информации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар:

КубГАУ, 2015. – №02(106). С. 1 – 47. – IDA [article ID]: 1061502001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/01.pdf>, 2,938 у.п.л.

7. Лебедев Е.Г. Математические основы передачи информации. Ч.1, 2: учеб. пособие для вузов.- СПб: СПбГУИТМО, 2005.- 91 с. <http://www.twirpx.com/file/967816/>

8. Лебедев Е.Г. Математические основы передачи информации. Ч.3, 4: учеб. пособие для вузов.- СПб: СПбГУИТМО, 2009.- 120 с. <http://www.twirpx.com/file/421244/>

9. Лебедев Е.Г. Математические основы передачи информации. Ч.5: учеб. пособие для вузов.- СПб: СПбГУИТМО, 2010.- 93 с. <http://www.twirpx.com/file/367753/>

10. Орлов А.И. Взаимосвязь предельных теорем и метода Монте-Карло / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №10(114). С. 27 – 41. – IDA [article ID]: 1141510002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/02.pdf>, 0,938 у.п.л.

11. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистр: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

12. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.

13. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л.

14. Луценко Е.В. Синтез адаптивных интеллектуальных измерительных систем с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» и системная идентификация в эконометрике, биометрии, экологии, педагогике, психологии и медицине / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1161602001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,750 у.п.л.

15. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.

16. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.

17. 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>

18. 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=18271217>
19. Стабин И.П., Моисеева В.С. Автоматизированный системный анализ.- М.: Машиностроение, 1984. -309 с.
20. Перегудов Ф. И., Тарасенко Ф. П.. Основы системного анализа. Томск Изд-во науч.-техн. лит. 1997. 389с.
21. Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.П. Введение в системный анализ. М.: Высшая школа, 1989. - 320 с.,
22. Симанков В.С. Автоматизация системных исследований в альтернативной энергетике. Диссерт. на соиск. уч. ст. докт, техн. наук. По спец.: 05.13.01. <http://tekhnosfera.com/avtomatizatsiya-sistemnyh-issledovaniy-v-alternativnoy-energetike>
23. Клир Дж. Системология. Автоматизация решения системных задач. Москва: Радио и связь. 1990. 538 с. <http://www.twirpx.com/file/486296/>
24. Лефевр В.А. Конфликтующие структуры . Издание второе, переработанное и дополненное. — М.: Изд-во «Советское радио», 1973. – 158 с. с ил.
25. Хаббард Дуглас У. Как измерить все, что угодно. Оценка стоимости нематериального в бизнесе / Дуглас У. Хаббард / [Пер. с англ. Е. Пестеревой]. — М.: ЗАО «Олимп–Бизнес», 2009. — 320 с.: ил. ISBN 978-5-9693-0163-4 (рус.). <http://www.twirpx.com/file/1546361/>
26. Луценко Е.В. Математический метод СК-анализа в свете идей интервальной бутстрепной робастной статистики объектов нечисловой природы / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 312 – 340. – IDA [article ID]: 0030401013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/13.pdf>, 1,812 у.п.л.
27. Луценко Е.В. Коэффициент эмерджентности классических и квантовых статистических систем / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №06(090). С. 214 – 235. – IDA [article ID]: 0901306014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/14.pdf>, 1,375 у.п.л.
28. Луценко Е.В. Атрибуция текстов, как обобщенная задача идентификации и прогнозирования / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 146 – 164. – IDA [article ID]: 0020302013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/13.pdf>, 1,188 у.п.л.
29. Луценко Е.В. Атрибуция анонимных и псевдонимных текстов в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 44 – 64. – IDA [article ID]: 0050403003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/03.pdf>, 1,312 у.п.л.
30. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (когнитивная структуризация и формализация предметной области) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 1 – 37. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0073, IDA [article ID]: 0510907001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/01.pdf>, 2,312 у.п.л.
31. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (синтез и верификация семантической информационной модели) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 38 – 46. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0072, IDA [article ID]: 0510907002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/02.pdf>, 0,562 у.п.л.
32. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ временных рядов на примере фондового рынка (прогнозирование, принятие решений и исследование предметной области) / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского

государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 47 – 82. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0071, IDA [article ID]: 0510907003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/03.pdf>, 2,25 у.п.л.

33. Луценко Е.В. Исследование символьных и цифровых рядов методами теории информации и АСК-анализа (на примере числа Пи с одним миллионом знаков после запятой) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 319 – 355. – IDA [article ID]: 0991405022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/22.pdf>, 2,312 у.п.л.

34. Луценко Е.В. Применение теории информации и АСК-анализа для экспериментальных исследований в теории чисел / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №03(097). С. 676 – 717. – IDA [article ID]: 0971403048. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/48.pdf>, 2,625 у.п.л.

35. Луценко Е.В. АСК-анализ проблематики статей Научного журнала КубГАУ в динамике / Е.В. Луценко, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 109 – 145. – IDA [article ID]: 1001406007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/07.pdf>, 2,312 у.п.л.

36. Луценко Е.В. Применение АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" для решения в общем виде задачи идентификации литературных источников и авторов по стандартным, нестандартным и некорректным библиографическим описаниям / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 498 – 544. – IDA [article ID]: 1031409032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/32.pdf>, 2,938 у.п.л.

37. Луценко Е.В. Существование, несуществование и изменение как эмерджентные свойства систем. / Квантовая Магия, том 5, вып. 1, стр. 1215-1239, 2008. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>

38. 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. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>

39. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.

40. Луценко Е.В. Виртуализация общества как основной информационный аспект глобализации / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №01(009). С. 6 – 43. – IDA [article ID]: 0090501002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/02.pdf>, 2,375 у.п.л.

41. Орлов А.И. Прикладная статистика. — М.: Экзамен, 2006. — 671 с.

42. Орлов А.И. Состояние и перспективы развития прикладной и теоретической статистики // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 115. С. 202–226.

43. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в 4 томах. Том 1. Работы по теории относительности 1905-1920. Под редакцией И.Е. Тамма, Я.А. Смородинского, Б.Г. Кузнецова. - М.: Наука, 1965. - С. 613-616.

44. Колмогоров А.Н. Теория информации и теория алгоритмов. - М.: Наука, 1987. - 304 с.

45. Kolmogorov A.N. On tables of random numbers // Sankhya. Indian J. Statist. Ser.A. 1963. V.25. N 4. P. 369-376.

46. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия "количество информации" // Проблемы передачи информации. 1965. Т.1. №1. С. 3-11.
47. Колмогоров А.Н. К логическим основам теории информации и теории вероятностей // Проблемы передачи информации. 1969. Т.5. №3. С. 3-7.
48. Колмогоров А.Н. Комбинаторные основания теории информации и исчисления вероятностей // Успехи математических наук. 1983. Т.38. Вып.4. С. 27-36.
49. Орлов А.И. Восстановление зависимости методом наименьших квадратов на основе непараметрической модели с периодической составляющей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 91. С. 133-162.
50. Орлов А.И. Непараметрические оценки циклов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 115. С. 183 – 201.
51. Новиков Д.А. Системный анализ и Systems analysis // Инновации в менеджменте. 2015. №3(5). С.50-56.

### Literatura

1. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaja nechetkaja interval'naja matematika. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
2. Orlov A.I. Sistemnaja nechetkaja interval'naja matematika (SNIM) – perspektivnoe napravlenie teoreticheskoy i vychislitel'noj matematiki / A.I. Orlov, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 255 – 308. – IDA [article ID]: 0911307015. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, 3,375 u.p.l.
3. Lucenko E.V. Kognitivnye funkicii kak obobshhenie klassicheskogo ponjatija funkcional'noj zavisimosti na osnove teorii informacii v sistemnoj nechetkoj interval'noj matematike / E.V. Lucenko, A.I. Orlov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №01(095). S. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 u.p.l.
4. Lucenko E.V. Modifikacija vzvshennogo metoda naimen'shikh kvadratov putem primeneniya v kachestve vesov nabljudenij kolichestva informacii v argumente o znachenii funkicii (algoritm i programmaja realizacija) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №10(104). S. 1371 – 1421. – IDA [article ID]: 1041410100. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/100.pdf>, 3,188 u.p.l.
5. Lucenko E.V. Modifikacija vzvshennogo metoda naimen'shikh kvadratov putem primeneniya v kachestve vesov nabljudenij kolichestva informacii v argumente o znachenii funkicii (matematicheskie aspekty) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №01(105). S. 814 – 845. – IDA [article ID]: 1051501050. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/50.pdf>, 2 u.p.l.
6. Lucenko E.V. Reshenie zadach statistiki metodami teorii informacii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №02(106). S. 1 – 47. – IDA [article ID]: 1061502001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/02/pdf/01.pdf>, 2,938 u.p.l.
7. Lebed'ko E.G. Matematicheskie osnovy peredachi informacii. Ch.1, 2: ucheb. posobie dlja vuzov.- SPb: SPbGUITMO, 2005.- 91 s. <http://www.twirpx.com/file/967816/>
8. Lebed'ko E.G. Matematicheskie osnovy peredachi informacii. Ch.3, 4: ucheb. posobie dlja vuzov.- SPb: SPbGUITMO, 2009.- 120 s. <http://www.twirpx.com/file/421244/>
9. Lebed'ko E.G. Matematicheskie osnovy peredachi informacii. Ch.5: ucheb. posobie dlja vuzov.- SPb: SPbGUITMO, 2010.- 93 s. <http://www.twirpx.com/file/367753/>

10. Orlov A.I. Vzaimosvjaz' predel'nyh teorem i metoda Monte-Karlo / A.I. Orlov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №10(114). S. 27 – 41. – IDA [article ID]: 1141510002. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/02.pdf>, 0,938 u.p.l.

11. Lucenko E.V. Metodologicheskie aspekty vyjavlenija, predstavlenija i ispol'zovanija znaniy v ASK-analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №06(070). S. 233 – 280. – Shifr Informregistra: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 u.p.l.

12. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy, tehnologija i instrumentarij avtomatizirovannogo sistemno-kognitivnogo analiza i vozmozhnosti ego primeneniya dlja sopostavimoy ocenki jeffektivnosti vuzov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №04(088). S. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 u.p.l.

13. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz kak razvitie koncepcii smysla Shenka – Abel'sona / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №03(005). S. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 u.p.l.

14. Lucenko E.V. Sintez adaptivnyh intellektual'nyh izmeritel'nyh sistem s primeneniem ASK-analiza i sistemy «Jejdos» i sistemnaja identifikacija v jekonometrike, biometrii, jekologii, pedagogike, psihologii i medicine / Lucenko E.V. // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №02(116). S. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1161602001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,750 u.p.l.

15. Lucenko E.V. Metrizacija izmeritel'nyh shkal razlichnyh tipov i sovmestnaja sopostavimaja kolichestvennaja obrabotka raznorodnyh faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 u.p.l.

16. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual'noj sistemy «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 u.p.l.

17. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivnymi ob#ektami (sistemnaja teorija informacii i ee primenenie v issledovanii jekonomicheskikh, social'no-psihologicheskikh, tehnologicheskikh i organizacionno-tehnicheskikh sistem): Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

18. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos». Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18271217>

19. Stabin I.P., Moiseeva B.C. Avtomatizirovannyj sistemnyj analiz.- M.: Mashinostroenie, 1984. -309 s.

20. Peregudov F. I., Tarasenko F. P.. Osnovy sistemnogo analiza. Tomsk Izd-vo nauch.-tehn. lit. 1997. 389s.

21. Peregudov F.I., Tarasenko F.P. Vvedenie v sistemnyj analiz. M.: Vysshaja shkola, 1989. - 320 s.,

22. Simankov V.S. Avtomatizacija sistemnyh issledovanij v al'ternativnoj jenergetike. Dissert. na soisk. uch. st. dokt, tehn. nauk. Po spec.: 05.13.01. <http://tekhnosfera.com/avtomatizatsiya-sistemnyh-issledovaniy-v-alternativnoy-energetike>

23. Klir Dzh. Sistemologija. Avtomatizacija reshenija sistemnyh zadach. Moskva: Radio i svjaz'. 1990. 538 s. <http://www.twirpx.com/file/486296/>
24. Lefevr V.A. Konfliktujushhie struktury . Izdanie vtoroje, pererabotannoe i dopolnennoe. — M.: Izd-vo «Sovetskoe radio», 1973. — 158 s. s il.
25. Hubbard Douglas U. Kak izmerit' vse, chto ugodno. Ocenka stoimosti nematerial'nogo v biznese / Douglas U. Hubbard / [Per. s angl. E. Pesterevoj]. — M.: ZAO «Olimp–Biznes», 2009. — 320 s.: il. ISBN 978-5-9693-0163-4 (rus.). <http://www.twirpx.com/file/1546361/>
26. Lucenko E.V. Matematicheskij metod SK-analiza v svete idej interval'noj butstrepnoj robastnoj statistiki ob#ektov nechislovoj prirody / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2004. — №01(003). S. 312 – 340. — IDA [article ID]: 0030401013. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/13.pdf>, 1,812 u.p.l.
27. Lucenko E.V. Koefficient jemerdzhentnosti klassicheskikh i kvantovyh statisticheskikh sistem / E.V. Lucenko, A.P. Trunev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2013. — №06(090). S. 214 – 235. — IDA [article ID]: 0901306014. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/06/pdf/14.pdf>, 1,375 u.p.l.
28. Lucenko E.V. Atribucija tekstov, kak obobshhennaja zadacha identifikacii i prognozirovaniya / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2003. — №02(002). S. 146 – 164. — IDA [article ID]: 0020302013. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/13.pdf>, 1,188 u.p.l.
29. Lucenko E.V. Atribucija anonimnyh i psevdonimnyh tekstov v sistemno-kognitivnom analize / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2004. — №03(005). S. 44 – 64. — IDA [article ID]: 0050403003. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/03.pdf>, 1,312 u.p.l.
30. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz vremennyh rjadov na primere fondovogo rynka (kognitivnaja strukturizacija i formalizacija predmetnoj oblasti) / E.V. Lucenko, E.A. Lebedev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2009. — №07(051). S. 1 – 37. — Shifr Informregistra: 0420900012\0073, IDA [article ID]: 0510907001. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/01.pdf>, 2,312 u.p.l.
31. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz vremennyh rjadov na primere fondovogo rynka (sintez i verifikacija semanticheskoy informacionnoj modeli) / E.V. Lucenko, E.A. Lebedev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2009. — №07(051). S. 38 – 46. — Shifr Informregistra: 0420900012\0072, IDA [article ID]: 0510907002. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/02.pdf>, 0,562 u.p.l.
32. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz vremennyh rjadov na primere fondovogo rynka (prognozirovanie, prinjatие reshenij i issledovanie predmetnoj oblasti) / E.V. Lucenko, E.A. Lebedev // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2009. — №07(051). S. 47 – 82. — Shifr Informregistra: 0420900012\0071, IDA [article ID]: 0510907003. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/03.pdf>, 2,25 u.p.l.
33. Lucenko E.V. Issledovanie simvol'nyh i cifrovyyh rjadov metodami teorii informacii i ASK-analiza (na primere chisla Pi s odnim millionom znakov posle zapjatoj) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2014. — №05(099). S. 319 – 355. — IDA [article ID]: 0991405022. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/22.pdf>, 2,312 u.p.l.
34. Lucenko E.V. Primenenie teorii informacii i ASK-analiza dlja jeksperimental'nyh issledovanij v teorii chisel / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU, 2016. — №02(099). S. 100 – 108. — IDA [article ID]: 0991405022. — Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/100.pdf>, 1,100 u.p.l.

resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №03(097). S. 676 – 717. – IDA [article ID]: 0971403048. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/03/pdf/48.pdf>, 2,625 u.p.l.

35. Lucenko E.V. ASK-analiz problematiki statej Nauchnogo zhurnala KubGAU v dinamike / E.V. Lucenko, V.I. Lojko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №06(100). S. 109 – 145. – IDA [article ID]: 1001406007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/07.pdf>, 2,312 u.p.l.

36. Lucenko E.V. Primenenie ASK-analiza i intellektual'noj sistemy "Jejdos" dlja reshenija v obshhem vide zadachi identifikacii literaturnyh istochnikov i avtorov po standartnym, nestandardnym i nekorrektnym bibliograficheskim opisaniyam / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №09(103). S. 498 – 544. – IDA [article ID]: 1031409032. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/32.pdf>, 2,938 u.p.l.

37. Lucenko E.V. Sushhestvovanie, nesushhestvovanie i izmenenie kak jemerdzhentnye svojstva sistem. / Kvantovaja Magija, tom 5, vyp. 1, str. 1215-1239, 2008. [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>

38. Lucenko E.V. Laboratornyj praktikum po intellektual'nym informacionnym sistemam: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti "Prikladnaja informatika (po oblastjam)" i drugim jekonomicheskim special'nostjam. 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – 318s. – Rezhim dostupa: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>

39. Lucenko E.V. Universal'nyj informacionnyj variacionnyj princip razvitija sistem / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №07(041). S. 117 – 193. – Shifr Informregistra: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 u.p.l.

40. Lucenko E.V. Virtualizacija obshhestva kak osnovnoj informacionnyj aspekt globalizacii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №01(009). S. 6 – 43. – IDA [article ID]: 0090501002. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/01/pdf/02.pdf>, 2,375 u.p.l.

41. Orlov A.I. Prikladnaja statistika. — M.: Jekzamen, 2006. — 671 s.

42. Orlov A.I. Sostojanie i perspektivy razvitija prikladnoj i teoreticheskoj statistiki // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 115. S. 202–226.

43. Jejnshtejn A. Sobranie nauchnyh trudov v 4 tomah. Tom 1. Raboty po teorii odnositel'nosti 1905-1920. Pod redakciej I.E. Tamma, Ja.A. Smorodinskogo, B.G. Kuznecova. - M.: Nauka, 1965. - S. 613-616.

44. Kolmogorov A.N. Teorija informacii i teorija algoritmov. - M.: Nauka, 1987. - 304 s.

45. Kolmogorov A.N. On tables of random numbers // Sankhya. Indian J. Statist. Ser.A. 1963. V.25. N 4. P. 369-376.

46. Kolmogorov A.N. Tri podhoda k opredeleniju ponjatija "kolichestvo informacii" // Problemy peredachi informacii. 1965. T.1. №1. S. 3-11.

47. Kolmogorov A.N. K logicheskim osnovam teorii informacii i teorii verojatnostej // Problemy peredachi informacii. 1969. T.5. №3. S. 3-7.

48. Kolmogorov A.N. Kombinatornye osnovanija teorii informacii i ischislenija verojatnostej // Uspehi matematicheskikh nauk. 1983. T.38. Vyp.4. S. 27-36.

49. Orlov A.I. Vosstanovlenie zavisimosti metodom naimen'shix kvadratov na osnove neparametricheskoj modeli s periodicheskoj sostavljajushhej // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 91. S. 133-162.

50. Orlov A.I. Neparametricheskie ocenki ciklov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2016. № 115. S. 183 – 201.

51. Novikov D.A. Sistemnyj analiz i Systems analysis // Innovacii v menedzhmente. 2015. №3(5). S.50-56.