

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»**

Факультет прикладной информатики

Кафедра Компьютерных систем и технологий

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине: Интеллектуальные системы и технологии

на тему: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ пищевой  
ценности продуктов питания»

Выполнил студент группы: ИТ2341 Масляков Сергей Николаевич

Допущен к защите \_\_\_\_\_

Руководитель проекта д.э.н., к.т.н., профессор Луценко Е.В. ( \_\_\_\_\_ )

(подпись, расшифровка подписи)



Защищен \_\_\_\_\_

(дата)

Оценка \_\_\_\_\_

отлично

Краснодар  
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»

**Факультет прикладной информатики**

**РЕЦЕНЗИЯ  
на курсовую работу**

Студента Масляков Сергея Николаевича  
курса 2 очной формы обучения группы ИТ2341  
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»  
Наименование темы «Автоматизированный системно-когнитивный анализ  
пищевой ценности продуктов питания»

Рецензент: Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н., профессор  
(Ф.И.О., ученое звание и степень, должность)


**Оценка качества выполнения курсовой работы**

№ п/п	Показатель	Оценка соответствия («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»)
1	Степень полноты обзора состояния проблемы и корректности постановки цели и задач исследования	5
2	Уровень и корректность использования в работе различных методов исследований	5
3	Степень комплексности работы, применения в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	5
4	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения	5
5	Применение современных технологий обработки информации	5
6	Качество оформления работы (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	5
7	Уровень освоения компетенций в результате выполнения курсовой работы (проекта)	5
8	Ответы на вопросы при защите	5

Достоинства работы \_\_\_\_\_

Недостатки работы \_\_\_\_\_

Итоговая оценка при защите отлично

Рецензент  (Е. В. Луценко)

«21» февраля 2025 г.

## РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 87 страницы, 41 рисунок, 18 таблиц, 41 литературных источников.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», МОДЕЛИ, ШКАЛЫ, КЛАССЫ.

Целью работы является проведение автоматизированного системно когнитивного анализа пищевой ценности самых распространенных продуктов питания.

Для достижения цели требуется проанализировать существующую методику автоматизированного анализа, которая позволит оценить пищевую ценность продуктов, а также выявить взаимосвязи между различными компонентами. В рамках работы будет использована интеллектуальная система «Эйдос», которая обеспечит обработку и анализ данных с применением моделей и шкал, позволяющих классифицировать продукты по их питательным свойствам. Это позволит не только повысить точность оценки пищевой ценности, но и предоставить пользователям удобный инструмент для выбора продуктов, соответствующих их диетическим потребностям и предпочтениям.

**Автоматизированный системно-когнитивный анализ пищевой ценности продуктов питания**

Масляков Сергей Николаевич  
студент факультета ПИ, группы ИТ2341  
[maslyakov.2000y@mail.ru](mailto:maslyakov.2000y@mail.ru)

*Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

В данной работе рассматривается автоматизированный системно-когнитивный анализ пищевой ценности наиболее распространённых продуктов питания. Основной задачей исследования является анализ существующих методик автоматизированного анализа, что позволит точно оценить питательные характеристики продуктов и выявить взаимосвязи между их компонентами. Для реализации поставленных целей будет задействована интеллектуальная система «Эйдос», которая обеспечит обработку и анализ данных с использованием различных моделей и шкал. Это не только повысит точность оценки пищевой ценности, но и создаст удобный инструмент для пользователей, желающих выбирать продукты, соответствующие их диетическим потребностям и предпочтениям. Актуальность данной работы обусловлена растущим интересом к здоровому питанию и необходимости оптимизации рационов в условиях современного образа жизни. В условиях увеличения числа заболеваний, связанных с неправильным питанием, такой анализ становится особенно важным для формирования осознанного подхода к выбору продуктов.

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС»

**Automated system-cognitive analysis of the nutritional value of food**

Maslyakov Sergey Nikolaevich  
student of the faculty of PI, group IT2341  
[maslyakov.2000y@mail.ru](mailto:maslyakov.2000y@mail.ru)

*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

In this paper, an automated system-cognitive analysis of the nutritional value of the most common foods is considered. The main objective of the study is to analyze existing automated analysis techniques, which will accurately assess the nutritional characteristics of products and identify the relationships between their components. To achieve these goals, the intelligent Eidos system will be used, which will provide data processing and analysis using various models and scales. This will not only increase the accuracy of the nutritional value assessment, but also create a convenient tool for users who want to choose products that meet their dietary needs and preferences. The relevance of this work is due to the growing interest in healthy eating and the need to optimize diets in a modern lifestyle. With the increasing number of diseases associated with malnutrition, such an analysis becomes especially important for forming an informed approach to food selection.

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, INTELLIGENT SYSTEM "EIDOS"



# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)</b> .....	<b>6</b>
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....	6
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	7
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ.....	7
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	7
<b>2. METHODS (МЕТОДЫ)</b> .....	<b>8</b>
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ .....	8
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	8
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	8
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА.....	10
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ .....	17
<b>3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)</b> .....	<b>20</b>
<b>3.1. Задача-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ     КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ</b> .....	<b>20</b>
3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	21
<b>3.2. Задача-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	<b>21</b>
3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	21
<b>3.3. Задача-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.     МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ</b> .....	<b>31</b>
3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	31
<b>3.4. Задача-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ</b> .....	<b>42</b>
<b>3.5. Задача-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ</b> .....	<b>45</b>
<b>3.6. Задача-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ</b> .....	<b>46</b>
3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний» .....	47
3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний».....	47
3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев.....	49
3.6.4. Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос».....	49
<b>3.7. Задача-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ</b> .....	<b>52</b>
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ .....	52
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» .....	54
<b>3.8. Задача-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ</b> ....	<b>58</b>
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы) .....	58
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов .....	59
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал.....	62
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны.....	64
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть.....	66
3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты.....	68
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	69
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения) .....	71
3.8.9. Когнитивные функции .....	74
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций.....	84
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал .....	87
<b>4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)</b> .....	<b>89</b>
<b>5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)</b> .....	<b>90</b>
<b>REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)</b> .....	<b>91</b>

## **1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)**

### **1.1. Описание исследуемой предметной области**

Исследуемая предметная область включает в себя анализ пищевой ценности продуктов питания, что является ключевым аспектом для формирования здорового рациона. Пищевая ценность продуктов определяется их составом, включая макро- и микроэлементы, витамины, минералы, а также калорийность. В условиях современного мира, где наблюдается рост числа заболеваний, связанных с неправильным питанием, становится особенно актуальным понимание того, как различные продукты влияют на здоровье человека.

Современные технологии и методы автоматизированного анализа данных открывают новые возможности для оценки пищевой ценности. Использование интеллектуальных систем, таких как «Эйдос», позволяет обрабатывать большие объемы информации и выявлять взаимосвязи между компонентами продуктов. Это, в свою очередь, способствует более точному и информированному выбору продуктов питания, соответствующих индивидуальным диетическим потребностям и предпочтениям.

Кроме того, исследование данной области связано с растущим интересом к здоровому образу жизни и правильному питанию. Потребители все чаще ищут информацию о составе продуктов и их влиянии на здоровье, что подчеркивает необходимость разработки удобных инструментов для анализа и выбора продуктов.

Цель исследования заключается в разработке и внедрении системы автоматизированного анализа пищевой ценности продуктов, которая будет способствовать более осознанному выбору продуктов питания и улучшению пищевых привычек у населения.

В рамках исследования предполагается:

- 1) сбор и обработка данных о наиболее популярных продуктах питания;
- 2) анализ полученных данных для выявления тенденций и закономерностей в пищевой ценности продуктах в зависимости от их видов и типов;
- 3) формирование рекомендаций по наиболее питательным продуктам питания в соответствии с выявленными закономерностями.

Ожидаемые результаты включают создание эффективного инструмента для анализа и оценки пищевой ценности, который позволит пользователям быстро и удобно получать информацию о составе продуктов, а также рекомендации по их выбору в зависимости от индивидуальных потребностей. Это может помочь в профилактике заболеваний, связанных с неправильным питанием, и повысить общий уровень здоровья населения.

## **1.2. Объект и предмет исследования**

Объект исследования (моделирования) – продукты питания.

Предмет исследования – выявление причинно-следственных зависимостей пищевой ценности продуктов от их видов и типов.

## **1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность**

В условиях современного общества наблюдается рост заболеваний, связанных с неправильным питанием, таких как ожирение, диабет, сердечно-сосудистые заболевания и другие. Одной из ключевых проблем является недостаток информации о пищевой ценности продуктов, что затрудняет потребителям осознанный выбор и формирование здоровых пищевых привычек. Кроме того, существующие инструменты для анализа пищевой ценности часто не предоставляют пользователям достаточно подробной и доступной информации в удобном формате.

Актуальность данной проблемы обусловлена тем, что правильное питание является основой здоровья и профилактики заболеваний. В условиях увеличения числа людей, страдающих от хронических заболеваний, связанных с неправильным питанием, необходимо разработать эффективные инструменты, которые помогут пользователям получать достоверную информацию о составе продуктов и их влиянии на здоровье. Использование современных технологий для автоматизированного анализа данных позволит не только улучшить осведомленность населения о пищевой ценности, но и способствовать формированию более здоровых привычек, что в конечном итоге повысит общий уровень здоровья населения.

## **1.4. Цель работы**

Целью работы является проведение автоматизированного системно когнитивного анализа пищевой ценности самых распространенных продуктов питания. В рамках исследования предполагается:

- 1) сбор и обработка данных о наиболее популярных продуктах питания;
- 2) анализ полученных данных для выявления тенденций и закономерностей в пищевой ценности продуктах в зависимости от их видов и типов;
- 3) формирование рекомендаций по наиболее питательным продуктам питания в соответствии с выявленными закономерностями.

Ожидаемые результаты включают создание эффективного инструмента для анализа и оценки пищевой ценности, который позволит пользователям быстро и удобно получать информацию о составе продуктов, а также рекомендации по их выбору в зависимости от индивидуальных потребностей. Это может помочь в профилактике заболеваний, связанных с неправильным питанием, и повысить общий уровень здоровья населения.

## 2. METHODS (МЕТОДЫ)

### 2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы

Из специфики поставленной проблемы сопоставимости обработки в одной модели исходных, представленных в разных типах шкал числовых и текстовых (лингвистических) и в разных единицах измерения, вытекают следующие *требования* к методу решения проблемы:

1. Метод должен обеспечивать устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных (неточных) взаимозависимых (нелинейных) данных большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения.

2. Метод решения проблемы не должен предъявлять чрезмерно жестких требований к исходным данным, которые практически невозможно выполнить, а должен обеспечивать обработку тех данных, которые реально есть.

3. Метод должен не теоретически, а реально на практике решать поставленную проблему, а значит, он должен иметь поддерживающий его программный инструментарий, находящийся в полном открытом бесплатном доступе.

### 2.2. Литературный обзор методов решения проблемы, их характеристика и оценка степени соответствия обоснованным требованиям

Поиск в Internet математических методов и реализующих их программных систем, *одновременно* удовлетворяющих всем требованиям, обоснованным в п.2.1 данной работы показал, что альтернатив Автоматизированному системно-когнитивному анализу и его программному инструментарию – системе «Эйдос» в настоящее время практически нет [1-4].

### 2.3. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) как метод решения проблемы

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предложен *проф.Е.В.Луценко* в 2002 году в ряде статей 1997-2001 годов<sup>1</sup> и фундаментальной монографии [2].

*Сам термин: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)» был предложен проф.Е.В.Луценко в 2001 году. На тот момент этот термин вообще не встречался в Internet. Сегодня по*

<sup>1</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf> (см. с публикации № 48).

соответствующему запросу в Гугле находится около 23000 сайтов с этим сочетанием слов<sup>2</sup>.

*Примечание: Ниже приведено очень краткое описание АСК-анализа и системе «Эйдос». Это описание может выглядеть как нескромность и самовосхваление. Но автор просит читателей понять его правильно. Это сделано исключительно для тех довольно многочисленных читателей, которые впервые слышат об этом методе и системе.*

#### **АСК-анализ включает:**

- теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию;
- математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ);
- методику численных расчетов (структуры баз данных и алгоритмы их обработки);
- программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» (интеллектуальная система «Эйдос»).

Более подробно математический метод АСК-анализа описан в работе [3] и ряде других [5]. Около половины из 706 опубликованных автором научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применениям в ряде предметных областей. На момент написания данной работы автором опубликовано 45 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получено 34 патента РФ на системы искусственного интеллекта, 360 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и приравненных им (по данным [РИНЦ](#)), 17 публикаций в изданиях, входящих в ядро РИНЦ, 6 статей в журналах, входящих в [WoS](#), 7 публикаций в журналах, входящих в [Скопус](#)<sup>3</sup> [5, 6, 7].

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США<sup>4</sup>.

АСК-анализ и система "Эйдос" были успешно применены в 8 докторских диссертациях по экономическим, техническим, биологическим наукам и в 8 кандидатских диссертациях по экономическим, техническим, психологическим и медицинским наукам, еще несколько докторских и кандидатских диссертаций по техническим, экономическим, филологическим и медицинским наукам с применением АСК-анализа находятся в стадии выхода на защиту.

Автор является основателем междисциплинарной научной школы: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ»<sup>5</sup>. Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" является междисциплинарным научным направлением на пересечении, по крайней

<sup>2</sup> [https://yandex.ru/search/?text=Автоматизированный%2Всистемно-когнитивный%2Ванализ%2В\(АСК-анализ\)&lr=35&clid=2327117-18&win=360](https://yandex.ru/search/?text=Автоматизированный%2Всистемно-когнитивный%2Ванализ%2В(АСК-анализ)&lr=35&clid=2327117-18&win=360)

<sup>3</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf>

<sup>4</sup> <https://catalog.loc.gov/vwebv/search?searchArg=Lutsenko+E.V.> (и кликнуть: "Search")

<sup>5</sup> <https://www.famous-scientists.ru/school/1608>

мере, трех научных специальностей (согласно недавно утвержденной новой номенклатуры научных специальностей ВАК РФ<sup>6</sup>). Основные научные специальности, которым соответствует научная школа:

- 5.12.4. Когнитивное моделирование;
- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение;
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации.

Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" включает следующие междисциплинарные научные направления:

- Автоматизированный системно-когнитивный анализ числовых и текстовых табличных данных [1-47];
- Автоматизированный системно-когнитивный анализ текстовых данных [32];
- Спектральный и контурный автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений [31];
- Сценарный автоматизированный системно-когнитивный анализ временных и динамических рядов [44].

Приводить здесь ссылки на все эти работы здесь вряд ли целесообразно. Отметим лишь, что у автора есть личный сайт [5] и страничка в РесечГейт [6] и РИНЦ [7], на которых можно получить более полную информацию о методе АСК-анализа и системе «Эйдос». Краткая информация об АСК-анализе и системе «Эйдос» есть в материале: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf).

На сайте автора размещены тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях [26-47].

Решение поставленной в работе проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос» обеспечивается *путем* метризации номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал [8]. Сама метризация номинальных шкал достигается *путем* вычисления количества информации, содержащегося в градациях номинальных шкал о получении той или иной урожайности [8]. Для работы с лингвистическими переменными применяются стандартные возможности АСК-анализа [5].

## 2.4. Система «Эйдос» – инструментарий АСК-анализа

Конечно, на системе «Эйдос» как говорят «Свет клином не сошелся». Существует много очень достойных систем искусственного интеллекта. Чтобы лично убедиться в этом достаточно самостоятельно осуществить поиск в Internet, просто посмотреть файлы: [NCKR-1](#), [NCKR-2](#), [NCKR-3](#), [NCKR-4](#) или пройти по ссылкам: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/machine-learning/how-does-ml-dotnet-work>, <http://chat.openai.com/>, <https://poe.com/>, <https://neural-university.ru/>,

<sup>6</sup> <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400450248/>

<https://dzen.ru/a/ZCKZRKvrlEMBWOk8>, <https://ora.ai/>,  
<https://ora.ai/explore?path=trending>, <https://ora.ai/eugene-lutsenko/aidos>,  
<https://poe.com/Aidos-X>, <https://rudalle.ru/>, <https://bard.google.com/>,  
<https://chatbot.theb.ai/>, <https://problembo.com/ru/services> (может пригодиться  
 - почта на 10 минут: <https://10minutemail.net/>), <https://poe.com/GPT-3.5-Turbo-Instruct>,  
<https://www.seaart.ai/home>, <https://ui.chatai.com/>.

И все же Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++» отличается от большинства из этих систем, по крайней мере, некоторыми из следующих своих параметров:

- является универсальной и может быть применена во многих предметных областях, т.к. разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>) и имеет 6 автоматизированных программных интерфейсов (API) ввода данных из внешних источников данных различных типов: таблиц, текстов и графики. Система «Эйдос» является автоматизированной системой, т.е. предполагает непосредственное участие человека в реальном времени в процессе создания моделей и их использования для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее модели (автоматические системы работают без такого участия человека);

- является одной из первых и наиболее популярных отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта и программирования: есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

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

- имеет «нулевой порог входа»:

- содержит большое количество интеллектуальных локальных (т.е. поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более **429**, соответственно: [http://lc.kubagro.ru/Source\\_data\\_applications/WebAppls.htm](http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm)) ([http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf), [http://lc.kubagro.ru/Presentation\\_LutsenkoEV.pdf](http://lc.kubagro.ru/Presentation_LutsenkoEV.pdf));

- находится в полном открытом бесплатном доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>), причем с актуальными исходными текстами (<http://lc.kubagro.ru/AidosALL.txt>): открытая лицензия: **CC BY-SA 4.0** (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со

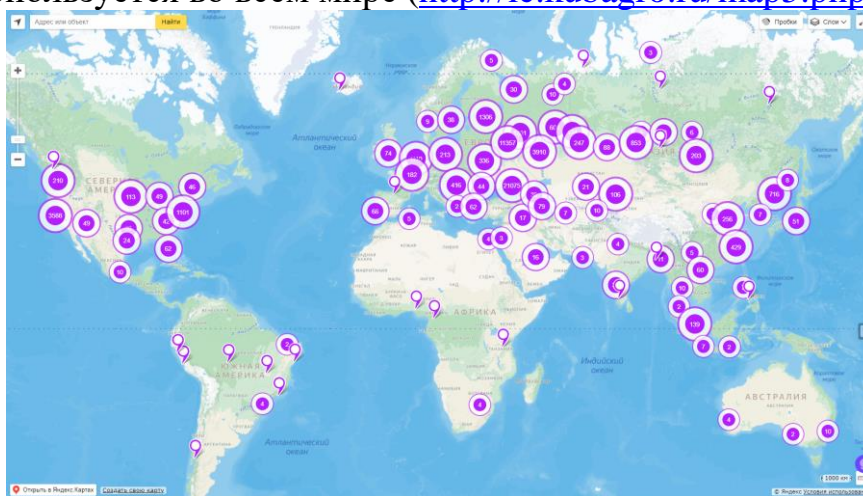


стороны первичного правообладателя – автора и разработчика системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 34 свидетельства РосПатента РФ);

- является «интерпретатором интеллектуальных моделей», т.е. с одной стороны является инструментальной оболочкой, позволяющей без какого-либо программирования создавать интеллектуальные приложения на основе конфигуратора статистических и системно-когнитивных моделей, а с другой стороны является run-time системой или средой исполнения, обеспечивающей эксплуатацию этих интеллектуальных приложений в адаптивном режиме.

- чтобы самостоятельно освоить систему Эйдос достаточно скачать со страницы: <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm> и установить полную версию системы, а затем в режиме 1.3 скачать и установить из Эйдос-облака одно из интеллектуальных облачных Эйдос-приложений ([http://lc.kubagro.ru/Source\\_data\\_applications/WebAppls.htm](http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm)) и выполнять его, следуя описанию приложения. Обычно это файл readme.pdf в папке: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data. Для изучения лучше выбирать самые новые приложения, автором которых является проф.Е.В.Луценко. Кроме того на странице: [http://lc.kubagro.ru/aidos/How\\_to\\_make\\_your\\_own\\_cloud\\_Eidos-application.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf) есть более 300 полутора-часовых видео-занятий (на русском языке) и много других учебных материалов и примеров описания интеллектуальных-Эйдос-приложений.

- поддерживает on-line среду накопления знаний и обмена ими, широко используется во всем мире (<http://lc.kubagro.ru/map5.php>);



- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA, т.е. поддерживать язык OpenGL);



- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач идентификации, прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18\\_LLS/aidos18\\_LLS.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf));

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления и является инструментом познания: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции, если эти эксперты уже есть, а если их еще нет, то она все равно дает верные результаты познания, что будет признано будущими экспертами, когда они появятся;

- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной обработки осмыслить те данные, которые есть, и, тем самым, преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для принятия решений и управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

В чем сила подхода, реализованного в системе Эйдос? В том, что она реализует подход, эффективность которого не зависит от того, что мы думаем о предметной области и думаем ли вообще. Она формирует модели непосредственно на основе эмпирических данных, а не на основе наших представлений о механизмах реализации закономерностей в этих данных. Именно поэтому Эйдос-модели эффективны даже если наши представления о предметной области ошибочны или вообще отсутствуют.

В этом и слабость этого подхода, реализованного в системе Эйдос. Модели системы Эйдос - это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах.

We are briefly describing a new innovative method of artificial intelligence: Automated system-cognitive analysis (ASC-analysis), which has its own software tools – intelligent system called "Eidos" (open source software).

**В разработке системы «Эйдос» были следующие этапы:**

1-й этап, «подготовительный»: 1979-1992 годы. Математическая модель системы "Эйдос" разработана в 1979 и впервые прошла экспериментальную апробацию в 1981 году (первый расчет на компьютере на основе модели). С 1981 по 1992 система "Эйдос" неоднократно реализовалась на платформе Wang (на компьютерах Wang-2200C). В 1987 году впервые получен [акт внедрения](#) на одну из ранних версий системы «Эйдос», реализованную в среде персональной технологической системы «Вега-М» разработки автора (см.2-й акт).

2-й этап, «эра IBM PC и MS DOS»: 1992-2012 годы. Для IBM-совместимых персональных компьютеров система "Эйдос" впервые реализована на языках CLIPPER-87 и CLIPPER-5.01 (5.02) в 1992 году, а в 1994 году уже были получены [свидетельства РосПатента](#), первые в Краснодарском крае и, возможно, в России на системы искусственного интеллекта (слева приведена титульная видеogramма финальной DOS-версии системы «Эйдос-12.5», июнь 2012 года). С тех пор и до настоящего времени система непрерывно совершенствуется на IBM PC.

3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7»: 2012-2020 годы. С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке [Аляска-1.9](#) + [Экспресс++](#) + библиотека для работы с Internet xb2net. Система «Эйдос-X1.9» хорошо работала на всех версиях MS Windows кроме Windows-10, которая требовала специальной настройки. Наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA).

4-й этап, «эра MS Windows-10»: 2020-2021 годы. С 13.12.2020 года по настоящее время система «Эйдос» развивается на языке [Аляска-2.0](#) + [Экспресс++](#). Библиотека xb2net в ней больше не используется, т.к. все возможности работы с Internet входят в [базовые возможности языка программирования](#).

5-й этап, «эра Больших данных, информации и знаний»: 2022 год. С 2022 года автор и разработчик системы «Эйдос» проф.Е.В.Луценко вплотную занялся разработкой профессиональной версии системы «Эйдос» на языке xBase++eXpress++Advantage Database Server (ADS), обеспечивающей обработку больших данных, информации и знаний (Big Data, Big Information, Big Knowledge).

6-й этап, «эра Больших данных, информации и знаний»: с 2023 года по настоящее время. С 2023 развитие системы «Эйдос» будет осуществляться на языках Питон (Python), а также [Аляска-2.0](#) + [Экспресс++](#).

[Скачать и запустить систему «Эйдос-X++» \(самую новую на текущий момент версию\) или обновление системы до текущей версии.](#) Это наиболее полная на данный момент незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы (не требующая инсталляции) с полными [исходными текстами](#) текущей версии (за исключением ключей доступа к ftp-серверу системы «Эйдос» и ключей лицензионного программного обеспечения), находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 180 Мб). Обновление имеет объем около 10 Мб. [Кредо](#). Лаборатория в [ResearchGate](#) по АСК-анализу и системе «Эйдос».

[Задание-инструкция для учащихся по разработке собственного интеллектуального облачного Эйдос-приложения](#)<sup>7</sup>

На рисунке 1 приведена титульная видеогрaмма DOS-версии системы «Эйдос», а на рисунке 2 – титульные видеогрaммы текущей версии системы «Эйдос» (их в настоящее время 7 и они меняются по очереди при каждом запуске системы):



Рисунок 1. Титульная видеогрaмма DOS-версии системы «Эйдос» (до 2012 года)<sup>8</sup>

<sup>7</sup> [http://lc.kubagro.ru/aidos/How\\_to\\_make\\_your\\_own\\_cloud\\_Eidos-application.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf)

<sup>8</sup> [http://lc.kubagro.ru/pic/aidos\\_titul.jpg](http://lc.kubagro.ru/pic/aidos_titul.jpg)

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Главное, что делает система:

- Альберт Эйнштейн писал, что научные законы это лишь высказывания о повторениях в наблюдаемых явлениях. Конечно наверное он имел в виду не сами законы природы, а лишь формулировки этих законов. В системе "Эйдос" эти наблюдения повторений называются событиями или фактами.
- Например, фактом является наблюдение определенного значения какого-либо свойства у объектов некоторой обобщенной категории (класса), или наблюдение определенного значения фактора при переходе объекта в будущее состояние, соответствующее к классу.
- Система "Эйдос" выявляет эмпирические закономерности в фактах и тем самым преобразует исходные данные в информацию, а ее в знания и решает на основе этих знаний задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.
- Кроме того система "Эйдос" выводит информацию об обнаруженных закономерностях в большом количестве разнообразных и оригинальных текстовых, табличных и графических выходных форм.

Работы автора системы "Эйдос" проф.Е.В.Луценко, С" по АСК-анализу и системе "Эйдос".

Кратко об АСК-анализе      Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

**СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА**

Ok      Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Главное, что делает система:

Персональная интеллектуальная онлайн среда "ЭЙДОС Professional" (Система "Эйдос Xpro").

- ПРЕДНАЗНАЧЕНА для обучения и научных исследований в области искусственного интеллекта с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария - интеллектуальной системы "Эйдос Xpro".
- ОБЕСПЕЧИВАЕТ преобразование больших данных (Big Data) в большую информацию (Big Information), а ее в большие знания (Big Knowledge) с использованием ADS (Advantage Database Server) и решение на основе этих знаний задач обобщения, абстрагирования, идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.
- ПОЗВОЛЯЕТ пользователям и разработчикам интеллектуальных облачных Эйдос-приложений во всем мире обмениваться опытом решения различных задач учебного и научного характера с применением технологий искусственного интеллекта на платформе "Эйдос Xpro".

Работы автора системы "Эйдос" проф.Е.В.Луценко, С" по АСК-анализу и системе "Эйдос".

Кратко об АСК-анализе      Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

**СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА**

Ok      Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Объявление о получении магистерского образования по искусственному интеллекту в КубГУ:

- В связи с высокой востребованностью на рынке труда специалистов в области цифровой экономики Кубанскому государственному университету оказано доверие и увеличено число бюджетных мест в магистратуру по приоритетным ИТ направлениям до 75. Приглашаем получать высококвалифицированное подготовку по актуальным ИТ специальностям.

СПИСОК направлений подготовки магистратуры (очная и заочная формы обучения):

- 09.04.02 Информационные системы и технологии (Искусственный интеллект и машинное обучение); 09.04.02 Информационные системы и технологии (Искусственный интеллект и машинное обучение); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем. и инф. обеспечение эконом. деятельности); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем. модел. в естественных и технологиях); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Технологии программ. и разв. инф. систем); 02.04.02 Фунд. информатика и информ. технологии (Интеллектуальные системы и технологии).

3. КОНТАКТЫ: +79189800003, zavanna-05@mail.ru, докт. техн. наук. Анна Владимировна Коваленко

Кратко об АСК-анализе      Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

**СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА**

Ok      Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Announcement of own fonts of the Eidos system:

When trying to download your own fonts of the Eidos system from the folder: c:\Eidos\VAID\_DATA\Fonts\ it is found that they are missing!!!

To fix the situation, you need to download the font update file <http://ic.kubagro.ru/Fonts.exe> from the developer's website and deploy updates in the system folder: c:\Eidos\X\ with the replacement of all files, and then run the system as usual.

If MS Windows is Russified, then you do not need to do all this, because everything will be work fine with standard MS Windows fonts.

Кратко об АСК-анализе      Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

**СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА**

Ok      Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Приглашение к размещению интеллектуальных облачных Эйдос-приложений:

Уважаемые пользователи системы "Эйдос" во всем мире: <http://ic.kubagro.ru/map5.php>!

Приглашаю размещать свои интеллектуальные облачные Эйдос-приложения. Это делается в диспетчере приложений (Режим 1.3). Для разработки приложения рекомендуется ознакомиться с инструкцией для учащихся по адресу: [http://ic.kubagro.ru/aidos/How\\_to\\_make\\_your\\_own\\_cloud\\_Eidos-application.pdf](http://ic.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf)

Прошу вас отнестись ОТВЕТСТВЕННО к качеству разработки приложения и его описанию и разрешать только разработанные вами лично приложения, описанные в соответствии со стандартом IMRAD. Это общепринятый в мире стандарт изложения научных результатов, принятый в наукометрических базах Scopus и Web of science (WoS). Описание, т.е. его текст и все выходные формы и скриншоты, должно ПОЛНОСТЬЮ соответствовать модели, полученной в системе "Эйдос" на приведенных исходных данных при выполнении всех пунктов этого описания. Примеры подобных описаний интеллектуальных облачных Эйдос-приложений приведены в ряде работ автора и разработчика системы "Эйдос" проф.Е.В.Луценко, например по ссылке: <https://www.researchgate.net/publication/362211691>.

Кратко об АСК-анализе      Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

**СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА**

Ok      Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Пояснение о некорректном запуске системы "Эйдос"

Студенты и некоторые другие пользователи иногда запускают систему "Эйдос" некорректно: - в папке загрузки или на рабочем столе; - в архиве инсталляции системы "Эйдос", который скачали с сайта разработчика; - в папке, в пути на которую встречается проблема и кириллица.

Кроме того иногда систему запускают в одной и той же папке несколько раз, чего делать нельзя (ее можно запускать несколько раз одновременно на одном компьютере, но в разных папках). Некорректный запуск системы "Эйдос" вызывает ошибку исполнения. Поэтому приходится проверять корректность запуска системы "Эйдос". Однако эта проверка занимает довольно много времени. Поэтому она оставлена только в модуле запуска системы: "\_\_\_START\_AIDOSX.exe", а в исполнимом модуле самой системы "\_\_\_AIDOSX.exe" она включается/отключается в зависимости от содержания текстового файла: "Checking\_the\_correctness\_of\_the\_module\_launch\_AIDOSX.txt"; "DN"/"OFF". Отметим, что модуль запуска системы: "\_\_\_START\_AIDOSX.exe" кроме проверки корректности запуска системы еще проверяет целостность исполнимого модуля системы "\_\_\_AIDOSX.exe" и наличие обновлений на сайте автора и разработчика системы проф.Е.В.Луценко. Если обновления есть, то они скачиваются, разархивируются и устанавливаются автоматически.

Кратко об АСК-анализе      Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

**СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА**

Ok      Cancel

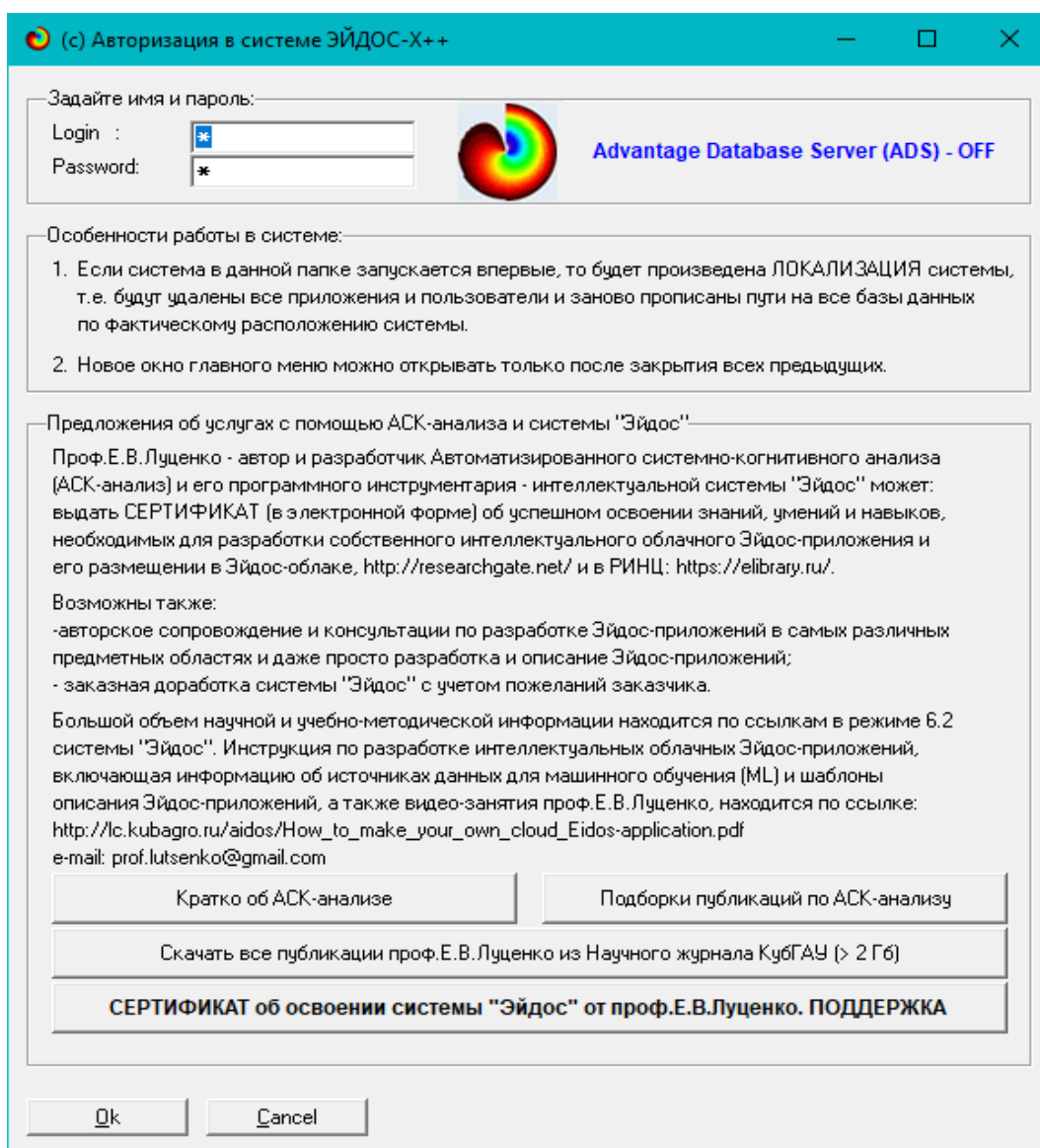


Рисунок 2. Титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос»

## 2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

Достижение поставленной цели в АСК-анализе обеспечивается решением следующих *задач* и подзадач, которые получаются в результате декомпозиции цели и являются *этапами* ее достижения:

Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области.

Задача-2. Формализация предметной области.

Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей.

Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний.

Задача-4. Верификация моделей.



Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели.

Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование.

Задача-7. Поддержка принятия решений (упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ; развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе).

Задача-8 исследование объекта моделирования путем исследования его модели, включает ряд подзадач:

8.1) инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы);

8.2) кластерно-конструктивный анализ классов;

8.3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;

8.4) модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны;

8.5) нелокальная нейронная сеть;

8.6) 3d-интегральные когнитивные карты;

8.7) 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);

8.8) 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);

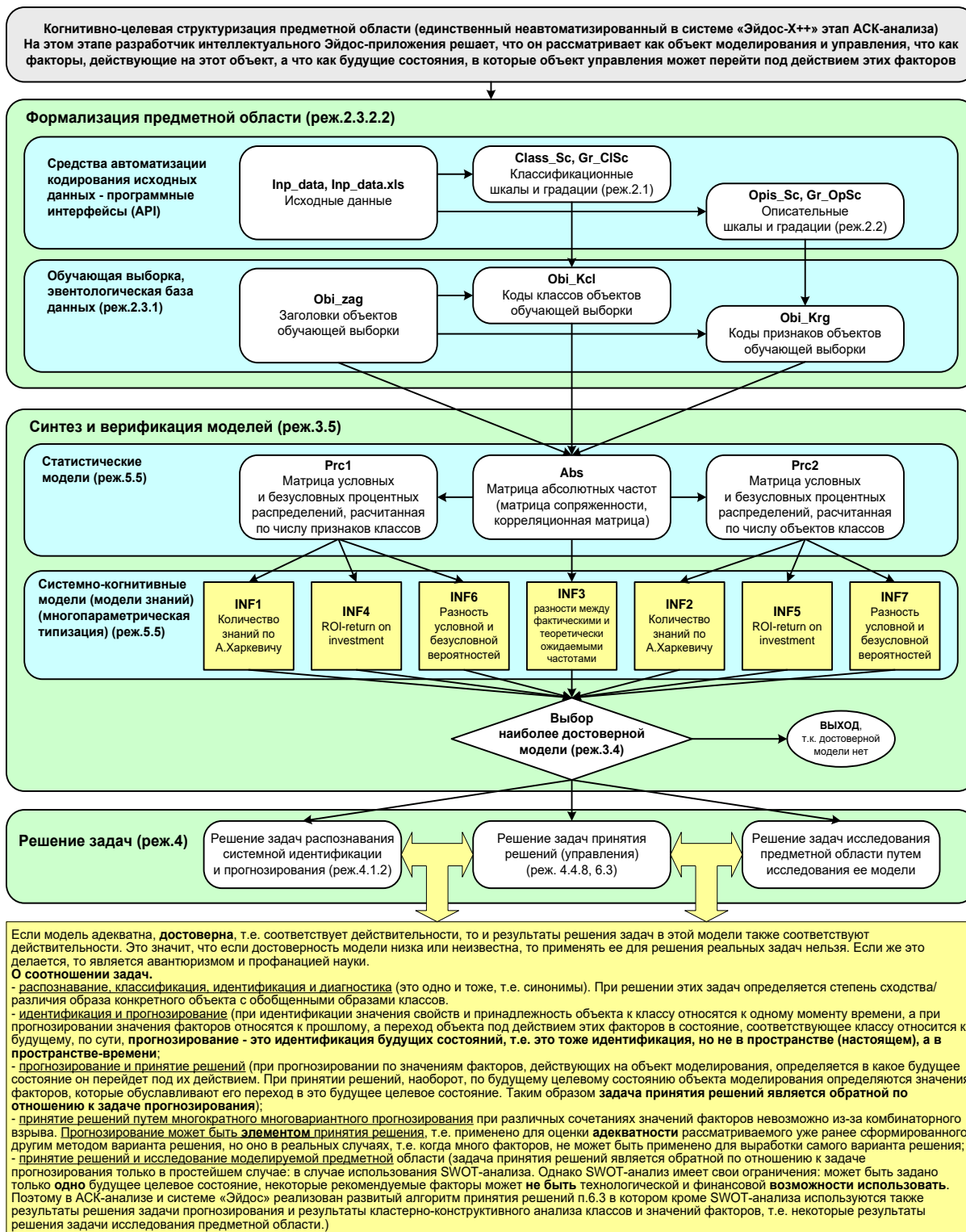
8.9) когнитивные функции;

8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

На рисунке 3 приведена последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос»:

**Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос»,  
повышение уровня системности данных, информации и знаний,  
повышение уровня системности моделей**



**Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос» (этапы АСК-анализа)**

### 3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

#### 3.1. Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы неформализуемым путем решаем на качественном уровне, что будем рассматривать в качестве объекта моделирования, что в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий). По сути это постановка решаемой проблемы.

Описательные шкалы служат для формального описания факторов, а классификационные – результатов их действия на объект моделирования. Шкалы могут быть числовые и текстовые. Текстовые шкалы могут быть номинальные и порядковые.

Когнитивная структуризация предметной области является первым и единственным неавтоматизированным в системе «Эйдос» этапом АСК-анализа, т.е. все последующие этапы АСК анализа в ней полностью автоматизированы.

В АСК-анализе и системе «Эйдос» применяется две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций: *статичная и динамичная* и соответствующая терминология (обобщающая, статичная и динамичная). Есть также обобщающая интерпретация и соответствующая ей терминология.

##### Статичная интерпретация и терминология:

- градации классификационных шкал – это обобщающие категории видов объектов (классы);
- описательные шкалы – свойства объектов, градации описательных шкал – значения свойств (признаки) объектов.

##### Динамичная интерпретация и терминология:

- градации классификационных шкал – это обобщающие категории будущих состояний объекта моделирования (классы), описывающие результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении: например количество и качество продукции, прибыль и рентабельность;
- описательные шкалы – факторы, действующие на объект моделирования, градации описательных шкал – значения факторов, действующие на объект моделирования.

##### Обобщающая терминология:

- классификационные шкалы и градации;
- описательные шкалы и градации.



### 3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В данной работе в качестве *объекта моделирования* выступает продукт питания, в качестве *факторов*: виды и типы продуктов, а в качестве *результатов* действия этих факторов – их пищевая ценность:

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	ВИД ПРОДУКТА
2	ТИП ПРОДУКТА

Источник: c:\Aidos-X\AID\_DATA\A0000001\System\Opis\_Sc.xlsx

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	КАЛОРИЙНОСТЬ
2	БЕЛКИ, Г
3	ЖИРЫ, Г
4	УГЛЕВОДЫ, Г
5	КАЛИЙ, МГ
6	ФОСФОР, МГ
7	НАТРИЙ, МГ
8	МАГНИЙ, МГ

Источник: c:\Aidos-X\AID\_DATA\A0000001\System\Class\_Sc.xlsx

Для формирования xlsx-файлов, приведенных в таблицах 1 и 2, необходимо выполнить в системе «Эйдос» режим 5.12.

## 3.2. Задача-2. Формализация предметной области

### 3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

На этапе формализации предметной области разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации, а затем исходные данные кодируются с их использованием, в результате чего получается обучающая выборка. Обучающая выборка, по сути, представляет собой исходные данные, *нормализованные* с помощью классификационных и описательных шкал и градаций. Этим самым подготавливается все необходимое для выполнения следующего этапа АСК-анализа: синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей.

В системе «Эйдос» имеется большое количество разнообразных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему внешних данных различных типов: текстовых, табличных и графических, а также других, которые могут быть представлены в этом виде, например аудио или данные электроэнцефалограммы (ЭЦГ) или кардиограммы (ЭКГ).

Этим обеспечивается возможность комфортного для пользователя применения системы «Эйдос» для проведения научных исследований и решения практических задач в самых различных предметных областях и направлениях науки, практически везде, где человек применяет естественный интеллект.

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем Excel-таблицу из работы [26] (см. таблицу 3):

Таблица 3 – Исходные данные

2	Продукт, 100 гр	Вид продукта	Тип продукта	Калорийность	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калий, мг	Фосфор, мг	Натрий, мг	Магний, мг
3	Абрикосы	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	44	0,9	0,1	9	305	26	3	8
4	Авокадо	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	160	2	15	1,8	485	52	7	29
5	Айва	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	48	0,6	0,5	9,6	144	24	14	14
6	Ананас	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	52	0,3	0,1	11,8	134	8	1	13
7	Апельсин	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	43	0,9	0,2	8,1	197	23	13	13
8	Арбуз	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	27	0,7	0,1	5,8	110	7	16	12
9	Бананы	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	96	1,5	0,5	21	348	28	31	42
10	Брусника	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	46	0,7	0,5	8,2	90	16	7	7
11	Виноград	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	72	0,6	0,6	15,4	225	22	26	17
12	Вишня	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	52	0,8	0,2	10,6	256	30	20	26
13	Голубика	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	39	1	0,5	6,6	51	8	6	7
14	Гранат	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	72	0,7	0,6	14,5	150	8	2	2
15	Грейпфрут	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	35	0,7	0,2	6,5	184	18	13	10
16	Груша	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	47	0,4	0,3	10,3	155	16	14	12
17	Ежевика	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	34	1,5	0,5	4,4	208	32	21	29
18	Йогурт	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	54	0,7	0,2	12	190	14	18	17
19	Киви	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	47	0,8	0,4	8,1	300	34	5	25
20	Клубника	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	41	0,8	0,4	7,5	161	23	18	18
21	Клюква	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	28	0,5	0,2	3,7	119	11	1	15
22	Крыжовник	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	45	0,7	0,2	9,1	260	28	23	9
23	Куряга	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	222	5,2	0,3	51	1717	146	17	105
24	Лимон	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	34	0,9	0,1	3	163	22	11	12
25	Мандарин	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	38	0,8	0,2	7,5	155	17	12	11
26	Малина	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	46	0,8	0,5	8,3	224	37	10	22
27	Морошка	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	40	0,8	0,9	7,4	180	28	1	29
28	Облепиха	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	82	1,2	5,4	5,7	193	9	4	30
29	Персик	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	45	0,9	0,1	9,5	363	34	30	16
30	Слива	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	49	0,8	0,3	9,6	214	20	18	9
31	Смородина черная	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	44	1	0,4	7,3	350	33	32	31
32	Смородина красная	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	43	0,6	0,2	7,7	275	33	21	17
33	Смородина белая	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	42	0,5	0,2	8	270	23	2	9
34	Финики	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	292	2,5	0,5	69,2	370	56	32	69
35	Хурма	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	67	0,5	0,4	15,3	200	42	15	56
36	Черешня	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	52	1,1	0,4	10,6	233	28	13	24
37	Черника	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	44	1,1	0,6	7,6	51	13	6	6
38	Шиповник сухой	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	284	3,4	1,4	48,3	50	17	11	17
39	Яблоки	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	47	0,4	0,4	9,8	278	11	26	9
40	Базилек, свежий	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	23	3,2	0,6	1,1	295	56	4	64
41	Вакланганы	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	24	1,2	0,1	4,5	238	34	6	9
42	Горштек зеленый	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	73	5	0,2	12,8	285	122	2	38
43	Кабачки	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	24	0,6	0,3	4,6	238	12	2	9
44	Калуста белокачанная	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	28	1,8	0,2	4,7	300	31	13	16
45	Калуста краснокачанная	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	26	0,8	0,2	5,1	302	32	4	16
46	Калуста цветная	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	30	2,5	0,3	4,2	210	51	10	17
47	Калуста брокколи	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	34	2,8	0,4	4	316	66	33	21
48	Картофель	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	77	2	0,4	16,3	568	58	5	23
49	Кинза (зелень)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	23	2,1	0,5	0,9	521	48	46	26
50	Лук зеленый (перо)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	20	1,3	0,1	3,2	259	26	10	18
51	Лук репчатый	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	41	1,4	0,2	8,2	175	58	4	14
52	Морковь	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	35	1,3	0,1	6,9	200	55	21	38
53	Огурцы грунтовые	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	14	0,8	0,1	2,5	141	42	8	14
54	Огурцы парниковые	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	11	0,7	0,1	1,9	196	30	7	14
55	Перец зеленый сладкий	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	27	1,3	0,1	5,3	163	16	2	7
56	Перец красный сладкий	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	27	1,3	0,1	5,3	163	16	2	7
57	Петрушка (зелень)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	49	3,7	0,4	7,6	800	95	34	85
58	Редис	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	20	1,2	0,1	3,4	255	44	10	13
59	Редька (черная)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	36	1,9	0,2	6,7	357	26	13	22
60	Реза	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	32	1,5	0,1	6,2	238	34	17	17
61	Салат (латук)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	16	1,5	0,2	2	220	34	8	40
62	Свекла	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	42	1,5	0,1	8,8	288	43	46	22
63	Томаты (грунтовые)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	24	1,1	0,2	3,8	290	26	3	20
64	Томаты (парниковые)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	14	0,6	0	3,8	243	35	15	0
65	Тыква	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	22	1	0,1	4,4	204	25	4	14
66	Чеснок	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	149	6,5	0,5	29,9	260	100	17	30

Используя стандартные возможности MS Excel, *исходные данные из таблицы 3 представим в виде, стандартном для системы «Эйдос»* (таблица 4):

**Таблица 4 – Excel-таблица исходных данных в стандарте системы «Эйдос»**

№	Наименование объекта	4. КАЛОРИЙНОСТЬ	5. БЕЛКИ, Г	6. ЖИРЫ, Г	7. УГЛЕВОДЫ, Г	8. КАЛИЙ, МГ	9. ФОСФОР, МГ	10. НАТРИЙ, МГ	11. МАГНИЙ, МГ	2. ВИД ПРОДУКТА	3. ТИП ПРОДУКТА
1	Абрикосы	23	150	242	313	409	410	414	491	2	10
2	Авокадо	74	127	238	333	409	410	418	511	2	10
3	Айва	27	147	246	406	409	410	424	497	2	10
4	Ананас	29	144	242	339	409	410	412	496	2	10
5	Апельсин	22	150	243	397	409	410	423	496	2	10
6	Арбуз	10	148	242	370	409	410	426	495	2	10
7	Бананы	49	155	246	316	409	410	434	519	2	10
8	Брусника	25	148	246	398	409	410	418	490	2	10
9	Виноград	38	147	247	343	409	410	432	500	2	10
10	Вишня	29	149	243	337	409	410	429	509	2	10
11	Голубика	18	126	246	377	409	410	417	490	2	10
12	Гранат	38	148	247	341	409	410	413	488	2	10
13	Грейпфрут	15	148	243	376	409	410	423	493	2	10
14	Груша	26	145	244	335	409	410	424	495	2	10
15	Ежевика	14	155	246	358	409	410	430	511	2	10
16	Инжир	31	148	243	314	409	410	428	500	2	10
17	Киви	26	149	245	397	409	410	416	508	2	10
18	Клубника	20	149	245	392	409	410	428	501	2	10
19	Клюква	11	146	243	354	409	410	412	498	2	10
20	Крыжовник	24	148	243	402	409	410	431	492	2	10
21	Куррага	86	219	244	318	409	410	427	535	2	10
22	Лимон	14	150	242	310	409	410	421	495	2	10
23	Мандарин	17	149	243	392	409	410	422	494	2	10
24	Малина	25	149	246	399	409	410	420	505	2	10
25	Морозка	19	149	250	391	409	410	412	511	2	10
26	Облепиха	42	152	293	369	409	410	415	512	2	10
27	Персики	24	150	242	405	409	410	433	499	2	10
28	Слива	28	149	244	406	409	410	428	492	2	10
29	Смородина черная	23	126	245	390	409	410	435	513	2	10
30	Смородина красная	22	147	243	394	409	410	430	500	2	10
31	Смородина белая	21	146	243	312	409	410	413	492	2	10
32	Финики	94	193	246	388	409	410	435	526	2	10
33	Хурма	35	146	245	342	409	410	425	523	2	10
34	Черешня	29	151	245	337	409	410	423	507	2	10
35	Черника	23	151	247	393	409	410	417	489	2	10
36	Шиповник сухой	93	214	254	364	409	410	421	500	2	10
37	Яблоки	26	145	245	407	409	410	432	492	2	10
38	Базилек, свежий	7	212	247	328	409	410	415	525	2	7
39	Баклажаны	8	152	242	359	409	410	417	492	2	7
40	Горошек зеленый	39	129	243	340	409	410	413	517	2	7

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждая строка описывает одно наблюдение с определенным сочетанием значений факторов, всего 173 наблюдения;

– каждое *наблюдение* описывается одновременно двумя способами: с одной стороны, значениями факторов, действующих на объект моделирования (лингвистические и числовые переменные, градации описательных шкал, бесцветный фон в таблице 4), а с другой стороны результатами действия этих факторов, выраженными в текстовых и числовых шкалах в разных единицах измерения (желтый фон). Такая структура описания наблюдений в технологиях искусственного интеллекта называется «*онтологией*» и модели представлений знаний Марвина Мински (1975) называется «*фрейм-экземпляр*»;

– 1-я колонка – не является шкалой и содержит номер наблюдения или другую идентифицирующую информацию о том, откуда взято описание этого наблюдения;

– колонки с 11-й по 12-ю – это классификационные шкалы – это шкалы *текстового* и *числового* типа описывающие *результаты* действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4). В общем случае в исходных данных может быть значительно больше классификационных шкал, описывающих результаты действия факторов на объект моделирования в *натуральном* и *стоимостном* выражении [8]: например, *количество* и *качество* продукции, *прибыль* и *рентабельность*. В системе «Эйдос» существует не очень жесткое ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

– колонки с 3-й по 10-ю – это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования (таблица 4). Эти шкалы имеют числовой и текстовый тип и их градациями являются лингвистические и числовые переменные;

– при вводе данных в систему «Эйдос» нули и пробелы в исходных данных могут рассматриваться как значащие или как отсутствие данных. 2-й вариант и будет использован в данной работе.

Математическая модель системы «Эйдос» обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных (фрагментированных) зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения.

Таким образом, система «Эйдос» не предъявляет чрезмерно жестких практически невыполнимых требований к исходным данным, а обрабатывает те данные, которые реально есть, например подобные представленным в таблице 4.

В системе «Эйдос» есть 6 основных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему и интеллектуальную обработку числовых, текстовых и графических данных, представленных в виде таблиц и файлов. Возможна обработка и других видов данных (например, данных землетрясений, ЭЭГ, ЭКГ, аудио и видео), которые возможно представить в этих форматах (рисунок 4).

Для ввода исходных данных, представленных в таблице 4, в систему «Эйдос», используется один из ее автоматизированных программных интерфейсов (API), а именно универсальный автоматизированный программный интерфейс ввода данных из файлов MS Excel (API-2.3.2.2).

**2.3.2. Программные интерфейсы с внешними базами данных**

- 2.3.2.1. Импорт данных из текстовых файлов
- 2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему
- 2.3.2.3. Импорт данных из транспонированных внешних баз данных
- 2.3.2.4. Оцифровка изображений по внешним контурам
- 2.3.2.5. Оцифровка изображений по всем пикселям и спектру
- 2.3.2.6. Сценарный ASK-анализ символьных и числовых рядов
- 2.3.2.7. Транспонирование файлов исходных данных
- 2.3.2.8. Объединение нескольких файлов исходных данных в один
- 2.3.2.9. Разбиение TXT-файла на файлы-абзацы
- 2.3.2.10. CSV => DBF конвертер системы "Эйдос"
- 2.3.2.11. Прогноз событий по астропараметрам по Н.А.Чердниченко
- 2.3.2.12. Прогнозирование землетрясений методом Н.А.Чердниченко
- 2.3.2.13. Чемпионат RAIF-Challenge 2017-API-bank
- 2.3.2.14. Чемпионат RAIF-Challenge 2017-API-retail
- 2.3.2.15. Вставка промежуточных строк в файл исходных данных Inp\_data

**Рисунок 4. Автоматизированные программные интерфейсы (API) системы «Эйдос»**

Требования API-2.3.2.2 к исходным данным подробно описаны в желпах этого режима (рисунки 5):

**Принцип организации таблицы исходных данных:**

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы
1-й объект обучающей выборки (1-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы
2-й объект обучающей выборки (2-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы

**Принцип организации таблицы исходных данных:**

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы
1-й объект обучающей выборки (1-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы
2-й объект обучающей выборки (2-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы

**Рисунок 5. Желпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»**

Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос» с реальными параметрами, использованными в данной работе, приведены на рисунке 6:

2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "ЭЙДОС-X++"

**Автоматическая формализация предметной области: генерация классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки на основе базы исходных данных: "Inp\_data"**

Задайте тип файла исходных данных: "Inp\_data":

XLS - MS Excel-2003      Стандарт XLS-файла  
 XLSX- MS Excel-2007(2010)      Стандарт XLSX-файла  
 DBF - DBASE IV (DBF/NTX)      Стандарт DBF-файла  
 CSV - CSV => DBF конвертер      Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных  
 Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных  
 Создавать БД средних по классам "Inp\_davr.dbf"?

**Требования к файлу исходных данных**

Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:   
 Конечный столбец классификационных шкал:

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:   
 Конечный столбец описательных шкал:

Задайте режим:

Формализации предметной области (на основе "Inp\_data")  
 Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp\_rasp")

Задайте способ выбора размера интервалов:

Равные интервалы с разным числом наблюдений  
 Разные интервалы с равным числом наблюдений

Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp\_data":

Не применять сценарный метод АСК-анализа       Применить сценарный метод АСК-анализа  
 Применить спец. интерпретацию текстовых полей классов       Применить спец. интерпретацию текстовых полей признаков

**Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp\_data":**

Интерпретация TXT-полей классов:

Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются как целое

Интерпретация TXT-полей признаков:

Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются как целое

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")  
 Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")  
 И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

---

2.3.2.2. Задание размерности модели системы "ЭЙДОС-X++"

**ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ: (равные интервалы)**

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [40 классов x 11 признаков]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс. шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис. шкалу
Числовые	8	40	5,00	0	0	0,00
Текстовые	0	0	0,00	2	11	5,50
ВСЕГО:	8	40	5,00	2	11	5,50

Задайте количество числовых диапазонов (интервалов, градаций) в шкале:

В классификационных шкалах:

Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»



В таблицах 5, 6, 7 приведены классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающая выборка, сформированные API-2.3.2.2 при параметрах, показанных на рисунках 6.

Отметим, что суммарное количество градаций на 2-м рисунке 6 и в таблице 6 может не совпадать, если в некоторых описательных шкалах есть градации «Пробел» или нули, которые в соответствии с параметрами на 1-м рисунке 6 рассматриваются не как значащие, а как *отсутствие данных*.

**Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (фрагмент)**

Код шкалы	Наименование классификационной шкалы	Код градации	Наименование градации классификационной шкалы
1	КАЛОРИЙНОСТЬ	1	Очень малое
2	БЕЛКИ, Г	2	Малое
3	ЖИРЫ, Г	3	Среднее
4	МГ ПЕВОДЫ, Г	4	Большое
5	КАЛИЙ, МГ	5	Очень большое
6	ФОСФОР, МГ		
7	НАТРИЙ, МГ		
8	МАГНИЙ, МГ		

*Под несбалансированностью данных понимается неравномерность распределения значений свойств объекта моделирования или действующих на него факторов по диапазону изменения значений числовых шкал и между шкалами, как числовыми, так и текстовыми. Математическая модель АСК-анализа позволяет корректно преодолеть несбалансированность данных путем перехода от абсолютных частот к относительным и к количественным мерам знаний в системно-когнитивных моделях (мы увидим это ниже).*

**Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (фрагмент)**

Код шкалы	Наименование описательной шкалы	Код градации	Наименование градации описательной шкалы
1	ВИД ПРОДУКТА	3	Рыба и морепродукты
2	ТИП ПРОДУКТА	4	Молочный продукт
		5	Мушкет изделия, крылы
		6	Мясной продукт
		7	Лесная зелень
		8	Орехи
		9	Рыба и морепродукты
		10	Фрукты и ягоды
		11	Яйца

Источник: c:\Aidos-X\AID\_DATA\A0000001\System\Attributes.xlsx

Таблица 7 – Обучающая выборка (полностью)

Продукт, 100 гр	Вид продукта	Тип продукта	Калорийность	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калий, мг	Фосфор, мг	Натрий, мг	Магний, мг
Абрикосы	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	44	0,9	0,1	9	305	26	3	8
Авокадо	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	160	2	15	1,8	485	52	7	29
Айва	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	48	0,6	0,5	9,6	144	24	14	14
Ананас	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	52	0,3	0,1	11,8	134	8	1	13
Апельсин	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	43	0,9	0,2	8,1	197	23	13	13
Арбуз	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	27	0,7	0,1	5,8	110	7	16	12
Бананы	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	96	1,5	0,5	21	348	28	31	42
Брусника	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	46	0,7	0,5	8,2	90	16	7	7
Виноград	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	72	0,6	0,6	15,4	225	22	26	17
Вишня	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	52	0,8	0,2	10,6	256	30	20	26
Голубика	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	39	1	0,5	6,6	51	8	6	7
Гранат	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	72	0,7	0,6	14,5	150	8	2	2
Грейпфрут	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	35	0,7	0,2	6,5	184	18	13	10
Груша	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	47	0,4	0,3	10,3	155	16	14	12
Ежевика	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	34	1,5	0,5	4,4	208	32	21	29
Инжир	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	54	0,7	0,2	12	190	14	18	17
Киви	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	47	0,8	0,4	8,1	300	34	5	25
Клубника	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	41	0,8	0,4	7,5	161	23	18	18
Клюква	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	28	0,5	0,2	3,7	119	11	1	15
Крыжовник	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	45	0,7	0,2	9,1	260	28	23	9
Курага	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	222	5,2	0,3	51	1717	146	17	105
Лимон	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	34	0,9	0,1	3	163	22	11	12
Мандарин	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	38	0,8	0,2	7,5	155	17	12	11
Малина	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	46	0,8	0,5	8,3	224	37	10	22
Морошка	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	40	0,8	0,9	7,4	180	28	1	29
Облепиха	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	82	1,2	5,4	5,7	193	9	4	30
Персики	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	45	0,9	0,1	9,5	363	34	30	16
Слива	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	49	0,8	0,3	9,6	214	20	18	9
Смородина черная	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	44	1	0,4	7,3	350	33	32	31
Смородина красная	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	43	0,6	0,2	7,7	275	33	21	17
Смородина белая	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	42	0,5	0,2	8	270	23	2	9
Финики	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	292	2,5	0,5	69,2	370	56	32	69
Хурма	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	67	0,5	0,4	15,3	200	42	15	56
Черешня	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	52	1,1	0,4	10,6	233	28	13	24
Черника	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	44	1,1	0,6	7,6	51	13	6	6
Шиповник сухой	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	284	3,4	1,4	48,3	50	17	11	17
Яблоки	Пища растительного происхождения	Фрукты и ягоды	47	0,4	0,4	9,8	278	11	26	9
Базилик, свежий	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	23	3,2	0,6	1,1	295	56	4	64
Баклажаны	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	24	1,2	0,1	4,5	238	34	6	9
Горошек зеленый	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	73	5	0,2	12,8	285	122	2	38
Кабачки	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	24	0,6	0,3	4,6	238	12	2	9
Капуста белокочанная	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	28	1,8	0,2	4,7	300	31	13	16
Капуста краснокочанная	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	26	0,8	0,2	5,1	302	32	4	16
Капуста цветная	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	30	2,5	0,3	4,2	210	51	10	17



Капуста брокколи	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	34	2,8	0,4	4	316	66	33	21
Картофель	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	77	2	0,4	16,3	568	58	5	23
Кинза (зелень)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	23	2,1	0,5	0,9	521	48	46	26
Лук зеленый (перо)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	20	1,3	0,1	3,2	259	26	10	18
Лук репчатый	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	41	1,4	0,2	8,2	175	58	4	14
Морковь	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	35	1,3	0,1	6,9	200	55	21	38
Огурцы грунтовые	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	14	0,8	0,1	2,5	141	42	8	14
Огурцы парниковые	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	11	0,7	0,1	1,9	196	30	7	14
Перец зеленый сладкий	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	27	1,3	0,1	5,3	163	16	2	7
Перец красный сладкий	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	27	1,3	0,1	5,3	163	16	2	7
Петрушка (зелень)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	49	3,7	0,4	7,6	800	95	34	85
Редис	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	20	1,2	0,1	3,4	255	44	10	13
Редька (черная)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	36	1,9	0,2	6,7	357	26	13	22
Репя	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	32	1,5	0,1	6,2	238	34	17	17
Салат (латук)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	16	1,5	0,2	2	220	34	8	40
Свекла	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	42	1,5	0,1	8,8	288	43	46	22
Томаты (грунтовые)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	24	1,1	0,2	3,8	290	26	3	20
Томаты (парниковые)	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	14	0,6	0	3,8	243	35	15	0
Тыква	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	22	1	0,1	4,4	204	25	4	14
Чеснок	Пища растительного происхождения	Овощи и зелень	149	6,5	0,5	29,9	260	100	17	30
Белые (свежие)	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	34	3,7	1,7	1,1	468	89	6	15
Горох цельный	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	298	20,5	2	49,5	873	329	33	107
Лисички (свежие)	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	19	1,9	1,1	1	450	44	3	7
Подберезовики (свежие)	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	20	2,3	0,9	1,2	443	171	3	15
Подосиновки (свежие)	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	22	3,3	0,5	1,2	404	70	6	16
Рыжики	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	22	1,9	0,8	0,5	310	41	6	8
Соя зерно	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	364	36,7	17,8	17,3	1607	603	6	226
Сыроежки (свежие)	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	19	1,7	0,7	1,5	269	40	4	11
Фасоль	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	298	21	2	47	1100	480	40	103
Чечевица	Пища растительного происхождения	Грибы и бобовые	295	24	1,5	46,3	672	390	55	80
Яйцо куриное	Пища животного происхождения	Яйца	157	12,7	11,5	0,7	140	192	134	12
Яйцо перепелиное	Пища животного происхождения	Яйца	16	11,9	13,1	0,6	144	218	115	32
Яйцо утиное	Пища животного происхождения	Яйца	185	12,8	13,8	1,5	222	220	146	17
Яйцо индюшиное	Пища животного происхождения	Яйца	171	13,7	11,9	1,2	142	170	151	13
Яйцо гусиное	Пища животного происхождения	Яйца	185	13,9	13,3	1,4	210	208	138	16
Горбуша	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	140	20,5	6,5	0	335	200	70	30
Икра красная (кеты)	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	249	31,5	13,2	1	90	490	2284	129
Камбала (дальневосточная)	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	90	15,7	3	0	320	180	70	35
Кальмар	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	100	18	2,2	2	280	250	110	90
Карась	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	87	17,7	1,8	0	280	220	50	25
Карп	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	112	16	5,3	0	265	210	55	25
Кета	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	127	19	5,6	0	335	200	60	30
Краб	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	82	18,2	1	0	310	260	250	50
Креветка	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	87	18,3	1,2	0,8	260	220	150	60
Лещ	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	105	17,1	4,4	0	265	220	70	30
Семга	Пища животного происхождения	Рыба и	153	20	8,1	0	420	210	45	25

	происхождения	морепродукты									
Макрурус	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	68	13,3	1,6	0	300	150	130	35	
Минтай	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	111	23,5	1,2	0	430	267	419	81	
Морская капуста(ламинария)	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	24,9	0,9	0,2	3	970	55	520	170	
Налим	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	81	18,8	0,6	0	270	191	97	64	
Окунь морской	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	90	18,4	1,3	0	386	205	74	27	
Окунь речной	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	82	18,5	0,9	0	280	210	80	30	
Осетр	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	105	16,1	4	0	284	211	54	35	
Палтус	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	91	18,6	1,3	0	435	236	68	23	
Сазан	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	97	18,2	2,7	0	280	220	55	25	
Сельдь	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	135	19,1	6,5	0	310	280	100	30	
Сиг	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	144	19	7,5	0	256	207	0	0	
Скумбрия	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	191	18	13,2	0	280	280	100	50	
Сом	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	115	17,2	5,1	0	240	210	50	20	
Ставрида	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	114	18,5	4,5	0	350	260	70	40	
Судак	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	84	18,4	1,1	0	280	230	35	25	
Треска	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	69	16	0,6	0	340	210	55	30	
Тунец	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	139	24,4	4,6	0	350	280	75	30	
Хек	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	86	16,6	2,2	0	335	240	75	35	
Щука	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	84	18,4	1,1	0	260	200	40	35	
Язь	Пища животного происхождения	Рыба и морепродукты	117	19	4,5	0	235	210	100	35	
Баранина	Пища животного происхождения	Мясной продукт	198	17	14,4	0	300	183	90	25	
Говядина	Пища животного происхождения	Мясной продукт	218	18,6	16	0	326	188	65	22	
Говяжья печень	Пища животного происхождения	Мясной продукт	127	17,9	3,7	5,3	277	314	104	18	
Говяжий язык	Пища животного происхождения	Мясной продукт	173	16	12,1	2,2	255	224	100	19	
Гусь	Пища животного происхождения	Мясной продукт	412	15,2	39	0	240	165	91	30	
Индейка	Пища животного происхождения	Мясной продукт	144	21,6	5,6	0	224	183	112	25	
Конина	Пища животного происхождения	Мясной продукт	133	21,4	4,6	0	360	221	53	24	
Кролик	Пища животного происхождения	Мясной продукт	183	21,2	11	0	335	190	57	25	
Курица	Пища животного происхождения	Мясной продукт	238	18,2	18,4	0	194	165	70	18	
Курица (грудка)	Пища животного происхождения	Мясной продукт	113	23,6	1,9	0	292	171	60	86	
Печень свиная	Пища животного происхождения	Мясной продукт	109	18,8	3,8	4,7	271	347	81	21	
Свинина нежирная(вырезка)	Пища животного происхождения	Мясной продукт	142	19,4	7,1	0	345	220	41	26	
Сердце свиное	Пища животного происхождения	Мясной продукт	118	17,3	4,4	1,3	294	169	56	19	
Телятина (шея)	Пища животного происхождения	Мясной продукт	93	20,5	1,2	0	345	206	108	24	
Утка	Пища животного происхождения	Мясной продукт	135	18,3	6	1	271	203	74	19	
Язык свиной	Пища животного происхождения	Мясной продукт	225	16,3	17,2	0	243	193	110	18	
Брынза из коровьего молока м.д.ж. 40%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	262	22,1	19,2	0,4	95	375	1200	24	
Йогурт нат. 1.5% жирности	Пища животного происхождения	Молочный продукт	57	4,1	1,5	5,9	152	95	50	15	
Кефир 3.2%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	59	2,9	3,2	4	146	95	50	14	
Кефир 2.5%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	53	2,9	2,5	4	146	95	50	14	
Молоко 3.2%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	60	3	3,2	4,7	146	91	50	14	
Молоко 2.5%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	60	3	2,5	4,7	146	91	50	14	
Молоко сгущеное с сахаром 8,5%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	328	7,2	8,5	55,5	365	219	130	34	

жирности										
Ряженка 2.5%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	54	2,9	2,5	4,2	146	92	50	14
Сливки 10%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	119	2,7	10	4,4	124	83	40	10
Сливки 20%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	207	2,5	20	4	109	60	35	8
Сметана 20%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	206	2,5	20	3,4	109	60	35	8
Сметана 15%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	162	2,6	15	3,6	116	61	40	9
Сметана 10%	Пища животного происхождения	Молочный продукт	119	2,7	10	3,9	124	62	50	10

Отметим, что в системе «Эйдос» обычно используются базы данных с расширением «dbf». Они открываются в MS Excel или могут быть конвертированы в файлы xlsm с помощью онлайн-сервисов или в режиме 5.12 (этот режим системы «Эйдос» написан на Питоне).

### **3.3. Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей. Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний**

#### **3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области**

Математические модели, на основе которых рассчитываются статистические и системно-когнитивные модели автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и интеллектуальной системы «Эйдос», подробно описаны в ряде монографий и статей автора [1-4]. Поэтому в данной работе мы рассмотрим эти вопросы очень кратко, акцентируя внимание лишь на математической взаимосвязи коэффициента возврата инвестиций (ROI) с мерой  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича.

Отметим, что модели системы «Эйдос» основаны на матрице абсолютных частот, отражающей число встреч градаций описательных шкал по градациям классификационных шкал (фактов). Но для решения всех задач используется не непосредственно сама эта матрица, а матрицы условных и безусловных процентных распределений и системно-когнитивные модели, которые рассчитываются на ее основе и отражают какое количество информации содержится в факте наблюдения определенной градации описательной шкалы о том, что объект моделирования перейдет в состояние, соответствующее определенной градации классификационной шкалы (классу).

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [1-7] и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных, представленных в

различных типах шкал (дихотомических, номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения.

**Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.**

Непосредственно на основе эмпирических данных рассчитывается матрица абсолютных частот (таблица 8):

**Таблица 8 – Матрица абсолютных частот (статистическая модель ABS)**

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

На основе таблицы 8 рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 9).

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

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

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

Таблица 9 – Матрица условных и безусловных процентных распределений (статистические модели PRC1 и PRC2)

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

На практике часто встречается существенная *несбалансированность* данных, под которой понимается сильно отличающееся количество наблюдений объектов обучающейся выборки, относящихся к различным градациям одной классификационной или описательной шкалы. Поэтому решать задачу на основе непосредственно матрицы абсолютных частот (таблица 8) было бы очень неразумно (за исключением меры взаимосвязи хи-квадрат) и переход от абсолютных частот к условным и безусловным относительным частотам (частостям) (таблица 9) является весьма обоснованным и логичным.

Этот переход полностью снимает проблему *несбалансированности* данных, т.к. в последующем анализе используется не матрица абсолютных частот (таблица 8), а матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 9), а также матрицы системно-когнитивных моделей, рассчитываемые на основе матрица абсолютных частот и матрицы условных и безусловных процентных распределений. Этот подход снимает также проблему обеспечения сопоставимости обработки в одной модели исходных данных, представленных в различных видах шкал (дихотомических, номинальных, порядковых и числовых) и в разных единицах измерения [8]. В системе «Эйдос» этот подход применяется всегда при решении любых задач.

Затем на основе таблиц 8 и 9 с использованием частных критериев, знаний приведенных таблице 10, рассчитываются матрицы 7 системно-когнитивных моделей (таблица 11).

В таблице 10 приведены формулы:  
 – для сравнения фактических и теоретических абсолютных частот;  
 – для сравнения условных и безусловных относительных частот («вероятностей»).

И это **сравнение** в таблицах 8 и 9 осуществляется двумя возможными способами: путем **вычитания** и путем **деления**.

**Таблица 10– Различные аналитические формы частных критериев знаний, применяемые в АСК-анализе и системе «Эйдос»**

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	Через относительные частоты	Через абсолютные частоты
<b>ABS</b> , матрица абсолютных частот, $N_{ij}$ - фактическое число встреч $i$ -го признака у объектов $j$ -го класса; $\bar{N}_{ij}$ - теоретическое число встреч $i$ -го признака у объектов $j$ -го класса; $N_i$ – суммарное количество признаков в $i$ -й строке; $N_j$ – суммарное количество признаков или объектов обучающей выборки в $j$ -м классе; $N$ – суммарное количество признаков по всей выборке (таблица 7)	$N_{ij}$ – фактическая частота, $N_i = \sum_{j=1}^W N_{ij}; N_j = \sum_{i=1}^M N_{ij}; N = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij};$ $\bar{N}_{ij} = \frac{N_i N_j}{N}$ – теоретическая частота.	
<b>PRC1</b> , матрица условных $P_{ij}$ и безусловных $P_i$ процентных распределений, в качестве $N_j$ используется суммарное количество признаков по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$
<b>PRC2</b> , матрица условных $P_{ij}$ и безусловных $P_i$ процентных распределений, в качестве $N_j$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$
<b>INF1</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу. Вероятность того, что если у объекта $j$ -го класса обнаружен признак, то это $i$ -й признак	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
<b>INF2</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект $j$ -го класса, то у него будет обнаружен $i$ -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
<b>INF3</b> , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \bar{N}_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
<b>INF4</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
<b>INF5</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
<b>INF6</b> , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$
<b>INF7</b> , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$

**Обозначения к таблице:**

$i$  – значение прошлого параметра;

$j$  - значение будущего параметра;

$N_{ij}$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра;

$M$  – суммарное число значений всех прошлых параметров;

$W$  - суммарное число значений всех будущих параметров.

$N_i$  – количество встреч  $i$ -м значения прошлого параметра по всей выборке;  
 $N_j$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра по всей выборке;  
 $N$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра по всей выборке.

$I_{ij}$  – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения  $i$ -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее  $j$ -му значению будущего параметра;

$\Psi$  – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

$P_i$  – безусловная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

$P_{ij}$  – условная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра при  $j$ -м значении будущего параметра.

**Таблица 11 – Матрица системно-когнитивной модели**

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

Количество частных критериев знаний и основанных на них системно-когнитивных моделей (таблица 10), применяемых в настоящее время в системе «Эйдос» равно 7 определяется тем, что они получаются путем всех возможных вариантов сравнения фактических и теоретических абсолютных частот, условных и безусловных относительных частот путем вычитания и путем деления, и при этом  $N_j$  рассматривается как суммарное количество или признаков, или объектов обучающей выборки в  $j$ -м классе, а **нормировка к нулю** (для аддитивных интегральных критериев), если нет связи между наличием признака и принадлежностью объекта к классу, осуществляется либо логарифмированием, либо вычитанием единицы (таблица 12).

**Таблица 12– Конфигуратор системно-когнитивных моделей АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос»**

	Способ сравнения	Нормировка не требуется	Нормировка к 0 путем взятия логарифма	Нормировка к 0 путем вычитания 1
Сравнение фактических и теоретических абсолютных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF3, $\chi$ -квадрат Карла Пирсона	---	---
Сравнение условных и безусловных относительных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF6, INF7	---	---

Обратим особое внимание на то, что сравнение фактических и теоретических абсолютных частот путем деления приводит при нормировках к нулю (что нужно для применения аддитивных интегральных критериев) путем взятия логарифма и путем вычитания 1 к *тем же самым* моделям, что и сравнение условных и безусловных относительных частот путем деления с теми же самыми способами нормировки. Таким образом, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и провести нормировку к 0 путем взятия логарифма и путем вычитания 1, то получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Других же системно-когнитивных моделей, рассчитываемых на основе приведенных статистических моделей просто нет. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра. *Под конфигуратором В.А.Лефевр понимал минимальный полный набор понятийных шкал или конструктов, т.е. понятий, достаточный для адекватного описания предметной области* [4]<sup>9</sup>. Необходимо отметить, что все эти модели рассчитываются в интеллектуальной системе «Эйдос».

Когда мы сравниваем фактические и теоретические абсолютные частоты путем вычитания у нас получается частный критерий знаний: «хи-квадрат» (СК-модель INF3), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий: «количество информации по А.Харкевичу» (СК-модели INF1, INF2) или «коэффициент возврата

9 См. 1.2.1.2.1.1. Определение понятия конфигуратора, [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos06\\_lec/index.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos06_lec/index.htm)



инвестиций ROI» - Return On Investment (СК-модели INF4, INF5) в зависимости от способа нормировки.

Когда же мы сравниваем условные и безусловные относительные частоты путем вычитания у нас получается частный критерий знаний: «коэффициент взаимосвязи» (СК-модели INF6, INF7), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий: «количество информации по А.Харкевичу» (СК-модели INF1, INF2).

Таким образом, мы видим, что все частные критерии знаний тесно взаимосвязаны друг с другом. Особенно интересна связь знаменитого критерия хи-квадрат К.Пирсона с замечательной мерой количества информации А.Харкевича и с известным в экономике коэффициентом ROI.

Вероятность рассматривается как предел, к которому стремится относительная частота (отношение количества благоприятных исходов к числу испытаний) при неограниченном увеличении количества испытаний. Ясно, что вероятность – это математическая абстракция, которая никогда не встречается на практике (также как и другие математические и физические абстракции, типа математической точки, материальной точки, бесконечно малой и т.п.). На практике встречается только относительная частота. Но она может быть весьма близкой к вероятности. Например, при 480 наблюдений различие между относительной частотой и вероятностью (погрешность) составляет около 5%, при 1250 наблюдениях – около 2.5%, при 10000 наблюдениях – 1%.

Суть этих методов в том, что вычисляется количество информации в значении фактора о том, что объект моделирования перейдет под его действием в определенное состояние, соответствующее классу. Это позволяет сопоставимо и корректно обрабатывать разнородную информацию о наблюдениях объекта моделирования, представленную в различных типах измерительных шкал и различных единицах измерения [8].

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 11 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 10), решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели.

Отметим, что как значимость значения фактора, степень детерминированности класса и ценность или качество модели в АСК-анализе рассматривается варибельность значений частных критериев этого значения фактора, класса или модели в целом (таблица 13).

Таблица 13 – Уточнение терминологии АСК-анализа

№	Традиционные термины (синонимы)	Новый термин	Формула
1	1. Значимость значения фактора (признака). 2. Дифференцирующая мощность значения фактора (признака). 3. Ценность значения фактора (признака) для решения задачи идентификации и других задач	Корень из информационной мощности значения фактора	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
2	1. Степень детерминированности класса. 2. Степень обусловленности класса.	Корень из информационной мощности класса	$\sigma_{\Sigma j} = \sqrt[2]{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j)^2}$
3	1. Качество модели. 2. Ценность модели. 3. Степень сформированности модели. 4. Количественная мера степени выраженности закономерностей в моделируемой предметной области	Корень из информационной мощности модели	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

Численно эта вариабельность может измеряться разными способами, например средним отклонением модулей частных критериев от среднего, дисперсией или среднеквадратичным отклонением или его квадратом. В системе «Эйдос» принят последний вариант, т.к. эта величина совпадает с мощностью сигнала, в частности мощностью информации, а в АСК-анализе все модели рассматриваются как источник информации об объекте моделирования. Поэтому есть все основания уточнить традиционную терминологию АСК-анализа (таблица 13):

Итак, в разделе раскрывается простая Математическая взаимосвязь меры  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона с коэффициентом возврата инвестиций (ROI) и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича. Эта взаимосвязь обнаруживается, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и выполнить нормировку к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1. При этом получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Именно 7, а не большее количество системно-когнитивных моделей в итоге получается потому, что модели, получающиеся в результате сравнения фактических и теоретических абсолютных частот путем деления и нормировки к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1 **тождественно совпадают** с моделями,

получающимися путем сравнения условных и безусловных относительных частот путем деления и нормировки к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра, содержащий минимальное количество моделей, позволяющих полно описать моделируемую предметную область.

В системе «Эйдос» синтез моделей производится в режиме 3.5 (рисунок 7):

3.5. Синтез и верификация моделей

Задайте модели для синтеза и верификации

Статистические базы:

- 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки

Задайте источник данных для расчета модели ABS:

Обучающая выборка  Abs  Prc1  Prc2  Inf1  Inf2  Inf3  Inf4  Inf5  Inf6  Inf7

Задайте значение фона в матрице абсолютных частот:

- 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса
- 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса

Системно-когнитивные модели (базы знаний):

- 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
- 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2
- 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами
- 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
- 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2
- 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1
- 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2

Текущая модель:

- 1. ABS
- 2. PRC1
- 3. PRC2
- 4. INF1
- 5. INF2
- 6. INF3
- 7. INF4
- 8. INF5
- 9. INF6
- 10. INF7

Параметры копирования обучающей выборки в распознаваемую (бутстрепный подход):

Какие объекты обуч. выборки копировать:

- Копировать всю обучающую выборку
- Копировать только текущий объект
- Копировать каждый N-й объект
- Копировать N случайных объектов
- Копировать объекты от N1 до N2 (fastest)
- Вообще не менять распознаваемую выборку

Удалять из обуч. выборки скопированные объекты:

- Не удалять
- Удалять

Пояснение по алгоритму верификации

Измеряется внутренняя достоверн. модели

Выполнить:

- Синтез и верификацию
- Только верификацию
- Только синтез (xBase++)
- Только синтез (Python)

Задайте процессор:

- CPU  GPU

Задайте алгоритм:

- Классика - дольше
- Упрощенно-быстрее

Использование только наиболее достоверных результатов распознавания: Rasp.dbf и целесообразность применения бутстрепного подхода

Расчетный размер БД результатов распознавания Rasp.dbf равен 4766344 байт, т.е.: 0,2219502 % от MAX-возможного, (от 2Гб)

УЧИТЫВАТЬ только наиболее достоверные результаты распознавания с МОДУЛЕМ инт. крит. "Резонанс знаний" выше  %

В примении бутстрепного подхода нет необходимости. Синтез и верификация моделей будут выполнены на основе всей выборки.

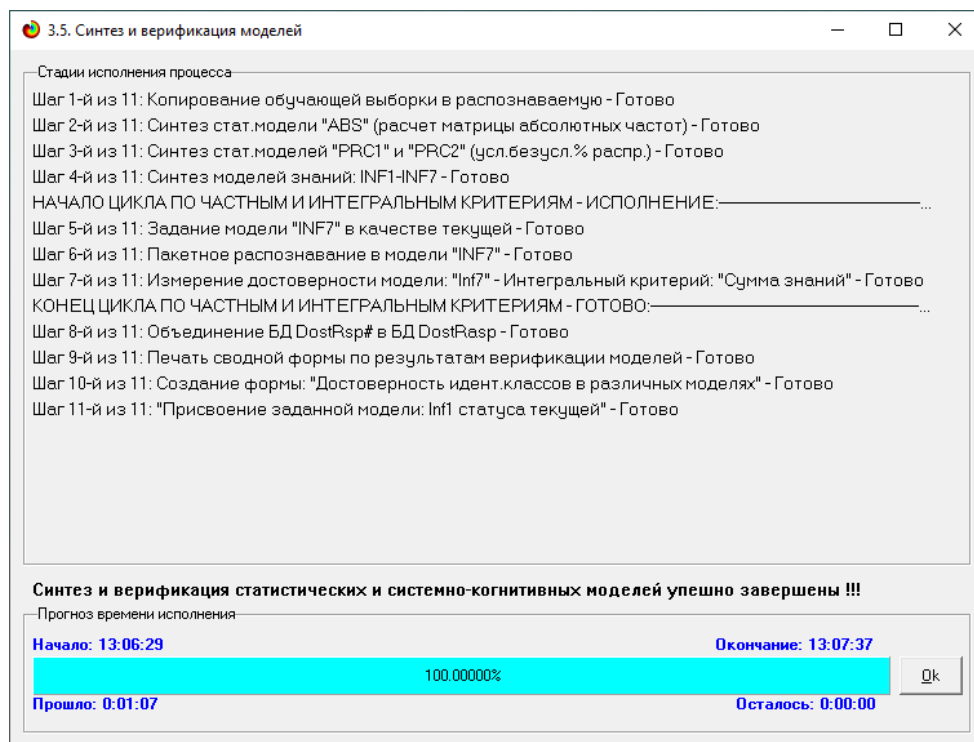


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

Показательно, примечательно и весьма замечательно, что модель меры  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона из статистики оказалась математически тесно связанной с коэффициентом возврата инвестиций (ROI), применяемой в экономике в теории управления портфелем инвестиций и с мерой информации Александра Харкевича из семантической теории информации и теории управления знаниями. Все эти модели рассчитываются в интеллектуальной системе «Эйдос».

В результате работы режима 3.5 создано 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей, некоторые из которых приведены на рисунках 8-11:

№д. строки	Наименование описательной категории	1 КАЛОРИЙНОС. ОЧЕНЬ МАЛОЕ	2 КАЛОРИЙНОС. МАЛОЕ	3 КАЛОРИЙНОС. СРЕДНЕЕ	4 КАЛОРИЙНОС. БОЛЬШОЕ	5 КАЛОРИЙНОС. ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	6 БЕЛКИ. Г ОЧЕНЬ МАЛОЕ	7 БЕЛКИ. Г МАЛОЕ	8 БЕЛКИ. Г СРЕДНЕЕ	9 БЕЛКИ. Г БОЛЬШОЕ	10 БЕЛКИ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	11 ЖИРЫ. Г МАЛОЕ	12 ЖИРЫ. Г МАЛОЕ
10	ВИД ПРОДУКТА: Рыба животного происхождения	45.0	21.0	5.0	1.0		13.0	6.0	44.0	0.0	1.0	50.0	10.0
20	ВИД ПРОДУКТА: Рыба растительного происхождения	65.0	5.0	22.0	1.0	0.0	74.0	17.0	7.0	2.0	1.0	91.0	2.0
30	ТИП ПРОДУКТА: Рыбные блюда	0.0		4.0			0.0		2.0	1.0	1.0	0.0	1.0
40	ТИП ПРОДУКТА: Молочный продукт	9.0	6.0	5.0			12.0		3.0	5.0		12.0	5.0
50	ТИП ПРОДУКТА: Мушкет, оладьи, сыр		2.0	16.0	1.0		4.0	15.0				10.0	
60	ТИП ПРОДУКТА: Мясной фарш	0.0	7.0		1.0				15.0		1.0	11.0	4.0
70	ТИП ПРОДУКТА: Овощные блюда	26.0	1.0				27.0					27.0	
80	ТИП ПРОДУКТА: Орехи	27.0	4.0				0.0	2.0	5.0	1.0			
90	ТИП ПРОДУКТА: Рыба непереработанная	27.0	4.0				1.0	1.0	26.0	2.0	1.0	31.0	
100	ТИП ПРОДУКТА: Рыбные консервы	33.0	2.0	2.0			37.0					36.0	1.0
110	ТИП ПРОДУКТА: Рыба	1.0	4.0				5.0					4.0	1.0
	Сумма чисел признаков	220.0	62.0	64.0	4.0	16.0	174.0	46.0	102.0	20.0	4.0	290.0	24.0
	Среднее	20.0	6.2	6.4	0.4	1.6	15.8	4.2	9.3	1.8	0.4	27.0	2.2
	Среднеквадратное отклонение	21.3	6.9	7.4	0.5	3.2	22.0	6.2	14.1	2.5	0.5	27.0	3.1
	Сумма чисел объектов обучающей	110.0	26.0	27.0	2.0	8.0	87.0	23.0	51.0	10.0	2.0	149.0	12.0

Рисунок 8. Статистическая модель «ABS», матрица абсолютных частот (фрагмент)

5.5. Модель "3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объекта j-го класса"

Код признака	Наименование описательной категории признака	1. КАЛОРИЙНОСТЬ ОЧЕНЬ МАЛОЕ	2. КАЛОРИЙНОСТЬ МАЛОЕ	3. КАЛОРИЙНОСТЬ СРЕДНЕЕ	4. КАЛОРИЙНОСТЬ БОЛЬШОЕ	5. КАЛОРИЙНОСТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	6. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ МАЛОЕ	7. ВЕЛИЧ. Г СРЕДНЕЕ	8. ВЕЛИЧ. Г БОЛЬШОЕ	9. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	10. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	11. ЖИРНОСТЬ ОЧЕНЬ МАЛОЕ	12. ЖИРНОСТЬ МАЛОЕ	13. ЖИРНОСТЬ СРЕДНЕЕ	14. ЖИРНОСТЬ БОЛЬШОЕ	15. ЖИРНОСТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ
10	ВИД ПРОДУКТА Пшеница жемчужного происхождения	40 989	80 769	18 519	50 000		14 943	26 087	86 275	80 000	50 000	38 926	83 333	180 000		
20	ВИД ПРОДУКТА Пшеница растительного происхождения	69 091	19 231	81 481	50 000	100 000	85 057	73 913	13 725	20 000	50 000	61 074	16 667		100 000	
30	ТИП ПРОДУКТА Гречи и бобовые	5 455		16 615			6 897		3 921	18 000	50 000	6 040	9 333			
40	ТИП ПРОДУКТА Мюслиевый продукт	0 182	23 077	18 519			13 793		5 082	50 000		0 854	41 667	75 000		
50	ТИП ПРОДУКТА Муравьи, осы, куры	7 492		59 259	50 000		4 598	65 217				12 782				
60	ТИП ПРОДУКТА Мясной продукт	7 273	26 923		50 000							7 383	33 333	25 000		
70	ТИП ПРОДУКТА Овощи и зелень	23 436	3 844				31 074					18 131				
80	ТИП ПРОДУКТА Орехи					100 000			8 696	9 804	10 000				100 000	
90	ТИП ПРОДУКТА Рыба и морепродукты	24 545	15 395				1 149	4 148	59 989	20 000	50 000	20 895				
100	ТИП ПРОДУКТА Фрукты и ягоды	38 688	7 492	7 407			42 528		21 739			24 153	6 333			
110	ТИП ПРОДУКТА Яйца	0 989	15 385									2 685	0 333			
	Сумма	289 000	290 000	290 000	290 000	200 000	280 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	200 000	
	Среднее	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	18 182	
	Среднеквадратичное отклонение	19 345	22 455	27 365	25 251	40 477	26 185	27 095	27 403	25 251	18 134	25 796	35 541	40 477	48	
	Среднее число объектов в ряду выборки	110 000	26 000	27 000	2 000	8 000	87 000	23 000	51 000	10 000	2 000	149 000	12 000	4 000	4 000	

Рисунок 9. Статистическая модель «PRC2», матрица условных и безусловных процентных распределений (фрагмент)

5.5. Модель "4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: вероятности из PRC1"

Код признака	Наименование описательной категории признака	1. КАЛОРИЙНОСТЬ ОЧЕНЬ МАЛОЕ	2. КАЛОРИЙНОСТЬ МАЛОЕ	3. КАЛОРИЙНОСТЬ СРЕДНЕЕ	4. КАЛОРИЙНОСТЬ БОЛЬШОЕ	5. КАЛОРИЙНОСТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	6. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ МАЛОЕ	7. ВЕЛИЧ. Г СРЕДНЕЕ	8. ВЕЛИЧ. Г БОЛЬШОЕ	9. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	10. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	11. ЖИРНОСТЬ ОЧЕНЬ МАЛОЕ	12. ЖИРНОСТЬ МАЛОЕ	13. ЖИРНОСТЬ СРЕДНЕЕ	14. ЖИРНОСТЬ БОЛЬШОЕ	15. ЖИРНОСТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ
10	ВИД ПРОДУКТА Пшеница жемчужного происхождения	-0 012	0 445	-0 544	0 123		-0 688	-0 314	0 487	0 439	0 123	-0 123	-0 045			
20	ВИД ПРОДУКТА Пшеница растительного происхождения	0 008	-0 746	0 024	-0 104	0 361	0 253	0 150	-0 972	-0 719	-0 104	0 030	0 030			
30	ТИП ПРОДУКТА Гречи и бобовые	-0 039		0 632			0 119		-0 261	0 368	1 449	0 030	0 030			
40	ТИП ПРОДУКТА Мюслиевый продукт	-0 232	0 464	0 316			0 119		-0 454	0 983		-0 243	0 100			
50	ТИП ПРОДУКТА Муравьи, осы, куры		-0 239	1 132	1 018		-0 585	1 196								
60	ТИП ПРОДУКТА Мясной продукт	-0 161	0 717		1 133				0 777	0 052					-0 151	
70	ТИП ПРОДУКТА Овощи и зелень	0 279	-0 948				2 044	0 462	0 424	0 538		0 189			0 100	
80	ТИП ПРОДУКТА Орехи								-1 844	-0 951	0 702	0 074	0 689	0 100	0 082	
90	ТИП ПРОДУКТА Рыба и морепродукты	0 211	-0 102				0 462								-0 050	
100	ТИП ПРОДУКТА Фрукты и ягоды	0 227	-0 687	-0 712					1 353						-0 046	
110	ТИП ПРОДУКТА Яйца	-0 797	1 129												-0 084	
	Сумма	-0 495	0 036	1 048	2 170	2 425	-1 704	1 869	0 787	1 715	2 157	-0 156	-0 084			
	Среднее	0 289	0 646	0 583	0 438	0 421	0 659	0 645	0 525	0 427	0 467	0 112				
	Среднеквадратичное отклонение	110 000	26 000	27 000	2 000	8 000	87 000	23 000	51 000	10 000	2 000	149 000				

Рисунок 10. Системно-когнитивная модель «INF1», матрица информативностей (по А.Харкевичу) (фрагмент)

5.5. Модель "4. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и ожидаемыми абсолютными"

Код признака	Наименование описательной категории признака	1. КАЛОРИЙНОСТЬ ОЧЕНЬ МАЛОЕ	2. КАЛОРИЙНОСТЬ МАЛОЕ	3. КАЛОРИЙНОСТЬ СРЕДНЕЕ	4. КАЛОРИЙНОСТЬ БОЛЬШОЕ	5. КАЛОРИЙНОСТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	6. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ МАЛОЕ	7. ВЕЛИЧ. Г СРЕДНЕЕ	8. ВЕЛИЧ. Г БОЛЬШОЕ	9. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	10. ВЕЛИЧ. Г ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ	11. ЖИРНОСТЬ ОЧЕНЬ МАЛОЕ	12. ЖИРНОСТЬ МАЛОЕ	13. ЖИРНОСТЬ СРЕДНЕЕ	14. ЖИРНОСТЬ БОЛЬШОЕ	15. ЖИРНОСТЬ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ
10	ВИД ПРОДУКТА Пшеница жемчужного происхождения	-0 780	10 179	-6 237	0 168	-3 329	-20 208	-3 572	22 775	3 838	0 168	-4 012				
20	ВИД ПРОДУКТА Пшеница растительного происхождения	0 780	-10 179	6 237	-0 168	3 329	20 208	3 572	-22 775	-3 838	-0 168	4 012				
30	ТИП ПРОДУКТА Гречи и бобовые	-0 358	-1 583	2 439	-0 116	-0 462	0 971	-1 329	-0 348	0 423	0 084	0 107				
40	ТИП ПРОДУКТА Мюслиевый продукт	-3 717	2 954	1 079	-0 231	-0 925	1 942	-2 659	-2 896	3 044	-0 231	-5 225				
50	ТИП ПРОДУКТА Муравьи, осы, куры	-12 081	-8 855	13 035	0 780	-0 879	-5 555	12 474	-5 681	-1 098	-0 220	2 636				
60	ТИП ПРОДУКТА Мясной продукт	-2 179	4 535	-2 497	0 815	-0 748	-8 845	-2 127	18 262	0 075	-0 185	-2 780				
70	ТИП ПРОДУКТА Овощи и зелень	8 802	-3 058	-4 314	-0 312	-1 249	15 421	-3 596	-7 968	-1 561	-0 312	3 744				
80	ТИП ПРОДУКТА Орехи	-5 087	-1 282	-1 249	-0 092	7 630	-4 023	0 936	2 442	0 538	-0 092	-6 890				
90	ТИП ПРОДУКТА Рыба и морепродукты	7 289	-0 659	-4 838	-0 358	-1 424	-14 590	-3 121	16 861	0 208	0 442	4 181				
100	ТИП ПРОДУКТА Фрукты и ягоды	9 474	-2 561	-3 775	-0 420	-1 731	18 393	-4 919	-10 508	-2 139	-0 420	4 133				
110	ТИП ПРОДУКТА Яйца	-2 179	3 249	-0 780	-0 058	-0 231	-2 514	4 135	-1 474	-0 289	-0 058	-0 386				
	Сумма	6 448	5 242	5 666	0 426	2 990	13 897	5 109	12 882	2 383	0 410	4 141				
	Среднее	110 000	26 000	27 000	2 000	8 000	87 000	23 000	51 000	10 000	2 000	149 000				

Рисунок 11. Системно-когнитивная модель «INF3», матрица Хи-квадрат (по К.Пирсону) (фрагмент)

*Полученные модели корректно использовать для решения задач только в том случае, если они достаточно достоверны (адекватны), т.е. верно отражают моделируемую предметную область.* Поэтому в следующем разделе оценим достоверность созданных статистических и системно-когнитивных моделей.

### 3.4. Задача-4. Верификация моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных и ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергера, а также по критериям L1- L2-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры [9].

Достоверность моделей можно оценивать и путем решения других задач, например, задач прогнозирования, выработки управляющих решений, исследования объекта моделирования путем исследования его модели. Но это более трудоемко и даже всегда возможно, особенно на экономических и политических моделях.

В режиме 3.4 системы «Эйдос» и ряде других изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности.

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель ABS (количество встреч сочетаний) с интегральным критерием: «Сумма абс. частот по признакам»: **L1=0.820** при максимуме 1 (рисунок 12). *Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

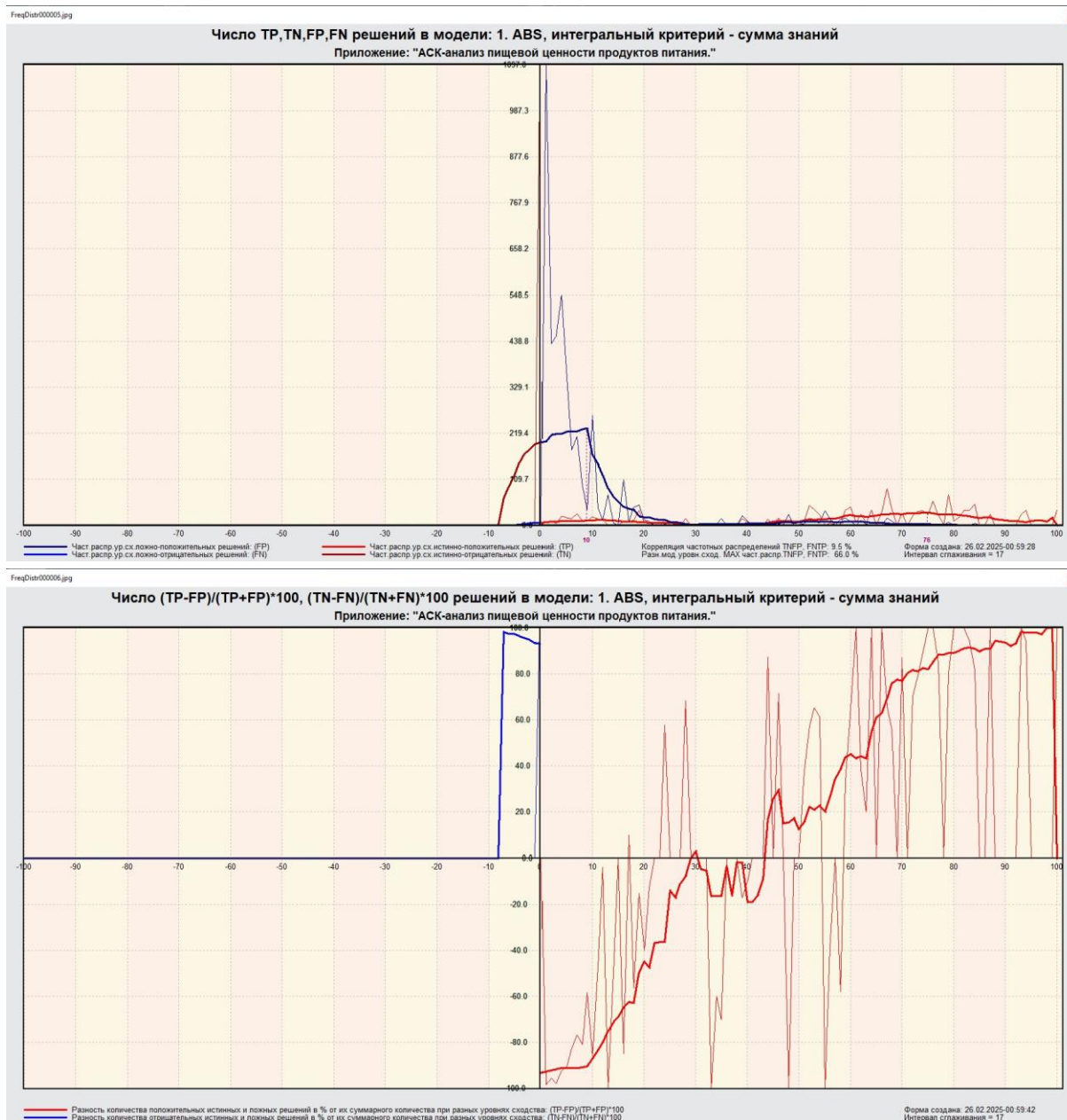
3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	логно-ательных (FN)	Точность модели	Полюота модели	F-мера Ван Ризбергера	Сумма модул. уровней сход. истинно-поло. решений (STP)	Сумма модул. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модул. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)	Сумма модул. уровней сход. ложно-отрицат. решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Клас...	Корреляция абс. частот с обр...	54	0.285	0.961	0.440	729.679	395.009	1434.970	5.710	0.337	0.992	0.503
1.ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Клас...	Сумма абс. частот по призна...		0.242	1.000	0.389	808.370		356.074	0.694	1.000	0.820	0.503
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	54	0.285	0.961	0.440	729.679	395.009	1434.970	5.710	0.337	0.992	0.503
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность иго признака...	Сумма усл.отн.частот по при...		0.242	1.000	0.389	579.635		1568.070	0.270	1.000	0.425	0.425
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность иго признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	54	0.285	0.961	0.440	729.270	394.945	1434.561	5.708	0.337	0.992	0.503
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака...	Сумма усл.отн.частот по при...		0.242	1.000	0.389	579.635		1568.070	0.270	1.000	0.425	0.425
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев: в...	Семантический резонанс зна...	322	0.450	0.767	0.568	336.625	1098.837	384.064	105.523	0.467	0.761	0.579
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев: в...	Сумма знания	291	0.296	0.790	0.430	198.182	442.540	490.909	31.144	0.288	0.864	0.432
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев: в...	Семантический резонанс зна...	322	0.450	0.767	0.568	336.625	1098.837	384.064	105.523	0.467	0.761	0.579
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев: в...	Сумма знания	291	0.296	0.790	0.430	198.182	442.540	490.909	31.144	0.288	0.864	0.432
6. INF3 - частный критерий: "Инкавдат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	410	0.300	0.704	0.421	555.805	1354.568	848.979	145.047	0.396	0.793	0.528
6. INF3 - частный критерий: "Инкавдат, разности между факти...	Сумма знания	410	0.300	0.704	0.421	345.513	451.463	175.932	69.981	0.663	0.832	0.738
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероято...	Семантический резонанс зна...	421	0.554	0.696	0.617	374.688	1102.585	295.515	121.506	0.559	0.755	0.642
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероято...	Сумма знания	279	0.295	0.798	0.431	80.718	46.408	182.514	3.588	0.307	0.957	0.465
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероято...	Семантический резонанс зна...	421	0.554	0.696	0.617	374.688	1102.585	295.515	121.506	0.559	0.755	0.642
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероято...	Сумма знания	279	0.295	0.798	0.431	80.718	46.408	182.514	3.588	0.307	0.957	0.465
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	459	0.285	0.668	0.400	503.430	1109.201	760.870	194.363	0.398	0.721	0.513
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Сумма знания	410	0.266	0.704	0.386	193.747	283.024	687.371	23.063	0.220	0.894	0.353
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	459	0.285	0.668	0.400	503.430	1109.201	760.870	194.363	0.398	0.721	0.513
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Сумма знания	410	0.266	0.704	0.386	193.747	283.024	687.371	23.063	0.220	0.894	0.353

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TR|TN,FR|FN | (TP|FP)|(TN|FN) | (T-F)/(T+F)\*100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

На рисунках 13 приведены частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели ABS.



**Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели ABS**

Отрицательные ложные решения в данной задаче вообще не встречаются, а в общем случае такие решения практически не встречаются за исключением очень небольшого количества случаев с очень низкими уровнями различия

Чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Поэтому уровень сходства является адекватной внутренней мерой системы



«Эйдос», так сказать адекватной мерой самооценки или аудита степени достоверности решений и уровня риска ошибочного решения.

На рисунках 14 приведены экранные формы хелпов режима 3.4, в которых подробно объясняется смысл этого режима. Эти формы приводятся в данной работе вместо более детального описания данного режима.

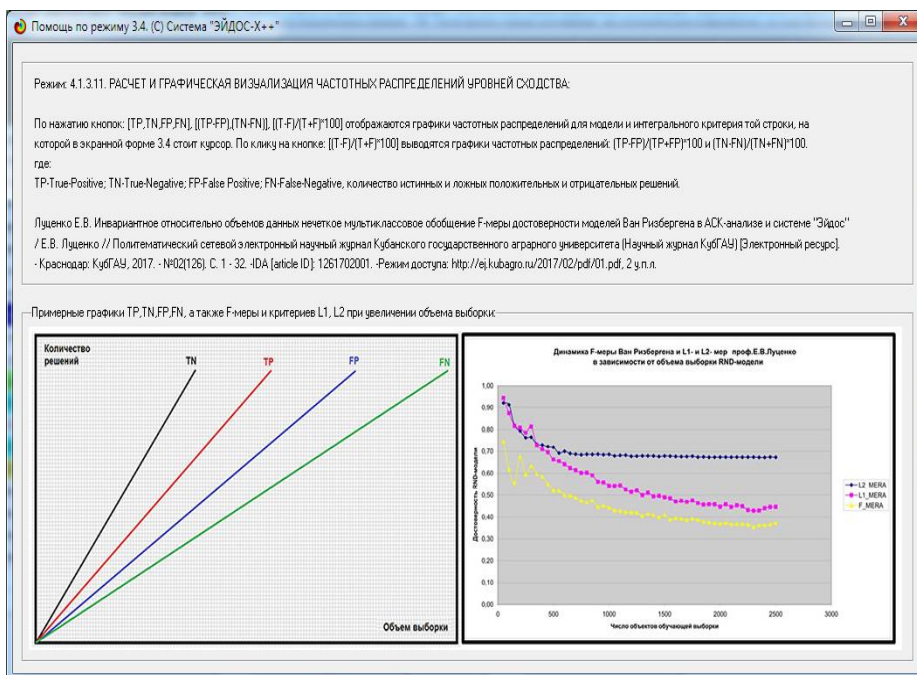
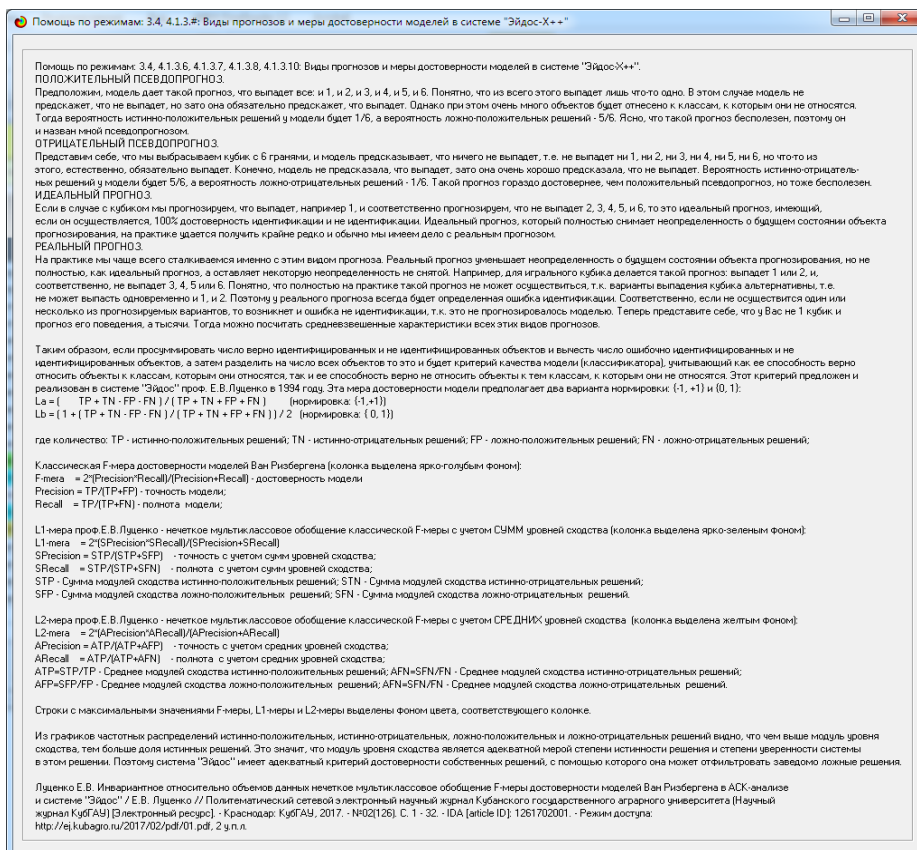


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

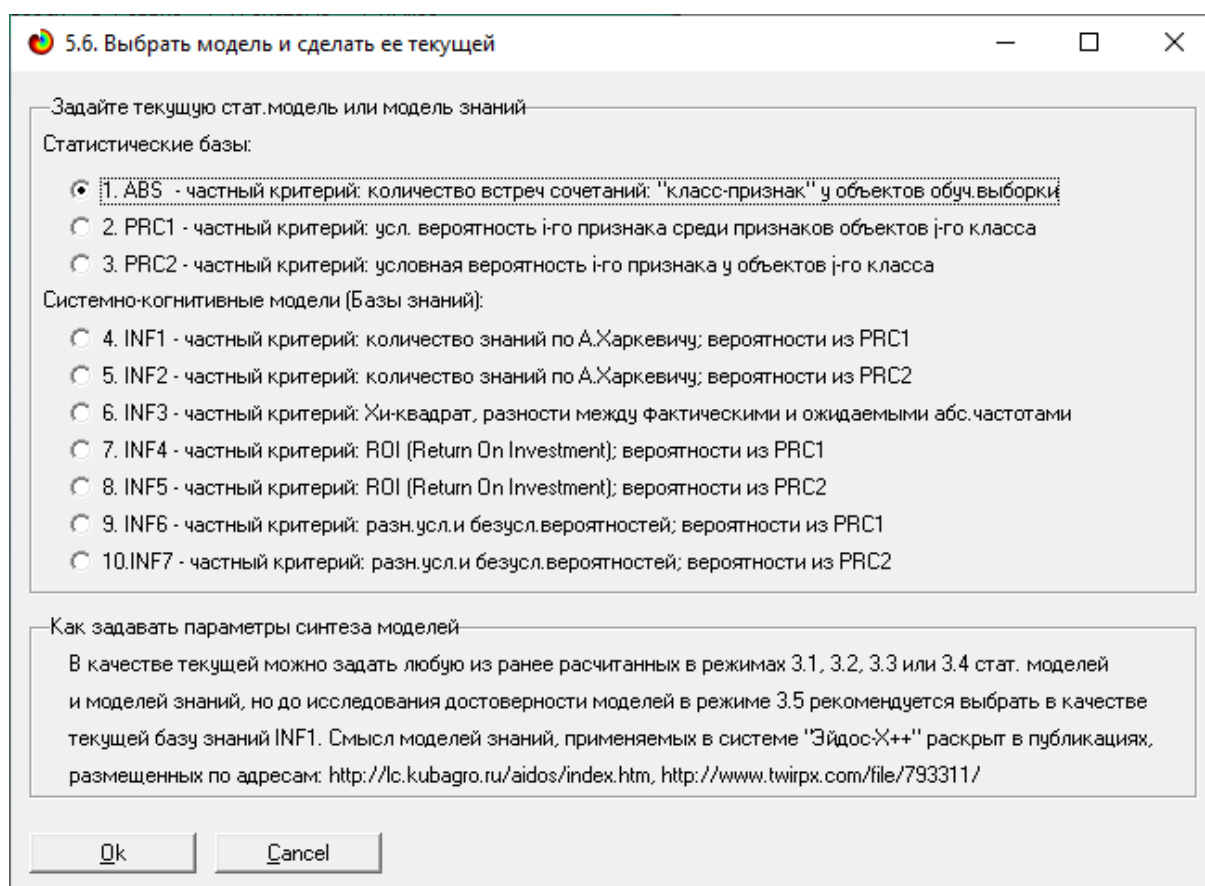
### 3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

*Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.*

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

- идентификация объекта с классом достоверна, т.е. модель относит объекты к классам, к которым они действительно принадлежат;
- прогнозирование достоверно, т.е. действительно наступают те события, которые прогнозируются;
- принятие решений адекватно (достоверно), т.е. после реализации принятых управляющих решений объект управления действительно переходит в целевые будущие состояния;
- исследование достоверно, т.е. полученные в результате исследования модели объекта моделирования выводы могут быть с полным основанием отнесены к объекту моделирования.

Технически сам выбор наиболее достоверной модели и задание ее текущей осуществляется в режиме 5.6 системы «Эйдос» и проходит быстро (рисунки 15). Это необходимо делать лишь для решения задачи идентификации и прогнозирования (в режиме 4.1.2), которая требует и потребляет наибольшие вычислительные ресурсы и поэтому решается только для модели, заданной в качестве текущей. Все остальные расчеты проводятся в системе «Эйдос» сразу во всех моделях.



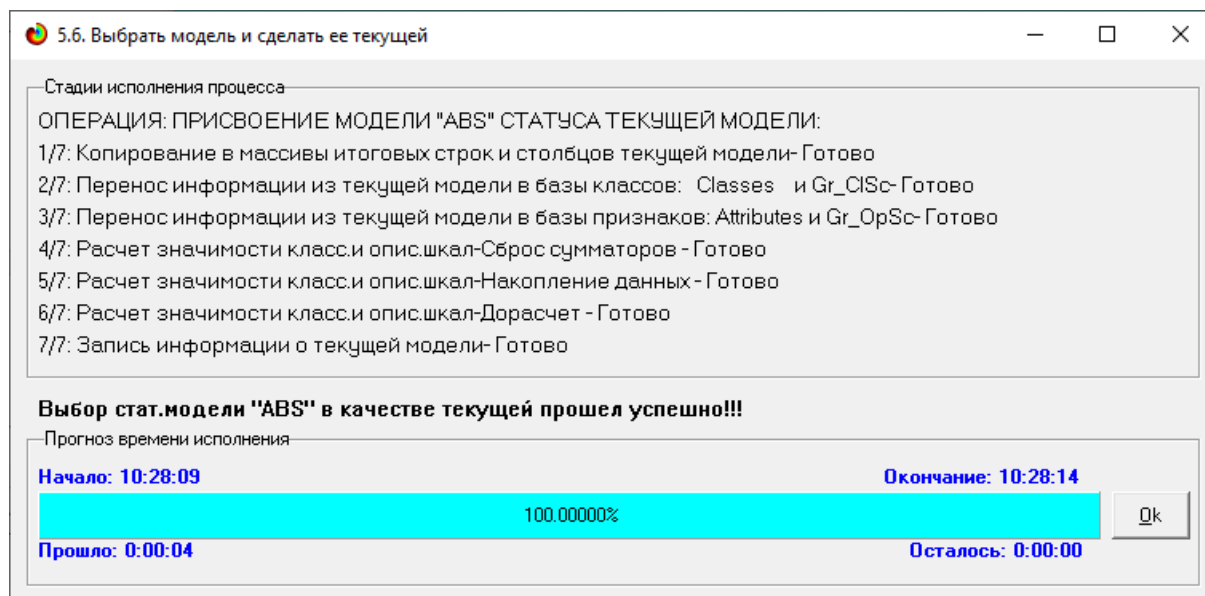


Рисунок 15. Задание СК-модели ABS в качестве текущей

### 3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

При решении *задачи идентификации* каждый объект распознаваемой выборки сравнивается по всем своим признакам с каждым из обобщенных образов классов. Смысл решения задачи идентификации заключается в том, что при определении принадлежности конкретного объекта к обобщенному образу классу об этом конкретном объекте *по аналогии становится известно все, что известно об объектах этого класса, по крайней мере, самое существенное о них, т.е. чем они отличаются от объектов других классов.*

Задачи идентификации и прогнозирования взаимосвязаны и мало чем отличаются друг от друга. Главное различие между ними в том, что при идентификации значения свойств и принадлежность объекта к классу относятся к одному моменту времени, а при прогнозировании значения факторов относятся к прошлому, а переход объекта под действием этих факторов в состояние, соответствующее классу относится к будущему (рисунок 3).

Задача решается в модели, заданной в качестве текущей, т.к. является весьма трудоемкой в вычислительном отношении. Правда с разработкой и реализацией в системе «Эйдос» высокоэффективных алгоритмов распознавания и использованием графического процессора (GPU) для расчетов эта проблема практически снялась.

Сравнение осуществляется путем применения *неметрических интегральных критериев*, которых в настоящее время в системе «Эйдос» используется два. Эти интегральные критерии интересны тем, что

корректны<sup>10</sup> в неортонормированных пространствах, которые всегда и встречаются на практике, и являются фильтрами подавления шума.

### 3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

**Интегральный критерий «Сумма знаний»** представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 5.5:

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

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i,$$

где:  $M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

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

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

### 3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

**Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»** представляет собой *нормированное* суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

<sup>10</sup> В отличие от Евклидова расстояния, которое используется для подобных целей наиболее часто

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

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

где:

$M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);  $\bar{I}_j$  – средняя информативность по вектору класса;  $\bar{L}$  – среднее по вектору объекта;

$\sigma_j$  – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;  $\sigma_l$  – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;  $\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта (состояния или явления), включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

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

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}.$$

Поэтому по своей сути он также является скалярным произведением двух стандартизированных (единичных) векторов класса и объекта. Существуют и много других способов нормирования, например, путем применения вейвлетов и сплайнов, в частности линейной интерполяции:  $I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}}$ , Это позволяет предложить

неограниченное количество других видов интегральных критериев. Но результаты их применения едва ли они будут существенно отличаться от уже существующих, поэтому они не реализованы в системе «Эйдос».

### 3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев

Данные интегральные критерии обладают очень интересными *математическими свойствами*, которые обеспечивают ему важные достоинства:

*Во-первых*, интегральный критерий имеет **неметрическую** природу, т.е. он является мерой сходства векторов класса и объекта, но не расстоянием между ними, а косинусом угла между ними, т.е. это межвекторное или информационное расстояние. Поэтому его применение является корректным в **неортонормированных** пространствах, которые, как правило, и встречаются на практике и в которых применение Евклидова расстояния (теоремы Пифагора) является некорректным.

*Во-вторых*, данный интегральный критерий является **фильтром**, подавляющим белый шум, который всегда присутствует в эмпирических исходных данных и в моделях, созданных на их основе. Это свойство подавлять белый шум проявляется у данного критерия тем ярче, чем больше в модели градаций описательных шкал.

*В-третьих*, интегральный критерий сходства представляет собой количественную меру сходства/различия конкретного объекта с обобщенным образом класса и имеет тот же смысл, что и **функция принадлежности** элемента множеству в нечеткой логике Лотфи Заде. **Однако** в нечеткой логике эта функция задается исследователем априорно путем выбора из нескольких возможных вариантов, а в АСК-анализе и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» она рассчитывается в соответствии с хорошо обоснованной математической моделью непосредственно на основе эмпирических данных.

*В-четвертых*, кроме того значение интегрального критерия сходства представляет собой адекватную самооценку **степени уверенности** системы в положительном или отрицательном решении о принадлежности/непринадлежности объекта к классу или **риска ошибки** при таком решении.

*В-пятых*, по сути, при распознавании происходит расчет коэффициентов  $I_j$  разложения функции объекта  $L_i$  в ряд по функциям классов  $I_{ij}$ , т.е. определяется **вес** каждого обобщенного образа класса в образе объекта, что подробнее описано в работах [2, 3, 4].

### 3.6.4. Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос»

В АСК-анализе разработаны, а в системе «Эйдос» реализованы развитые методы прогнозирования, основанные на сценарном методе АСК-анализа или сценарном АСК-анализе. Но в задачи данной работы не входит их подробное рассмотрение, тем более, что они подробно описаны и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [4-7] и в ряде других.

Поэтому в данной работе рассмотрим стандартный несколько упрощенный вариант решения задачи идентификации и прогнозирования. Запустим режим 4.1.2 системы «Эйдос» (рисунок 16).

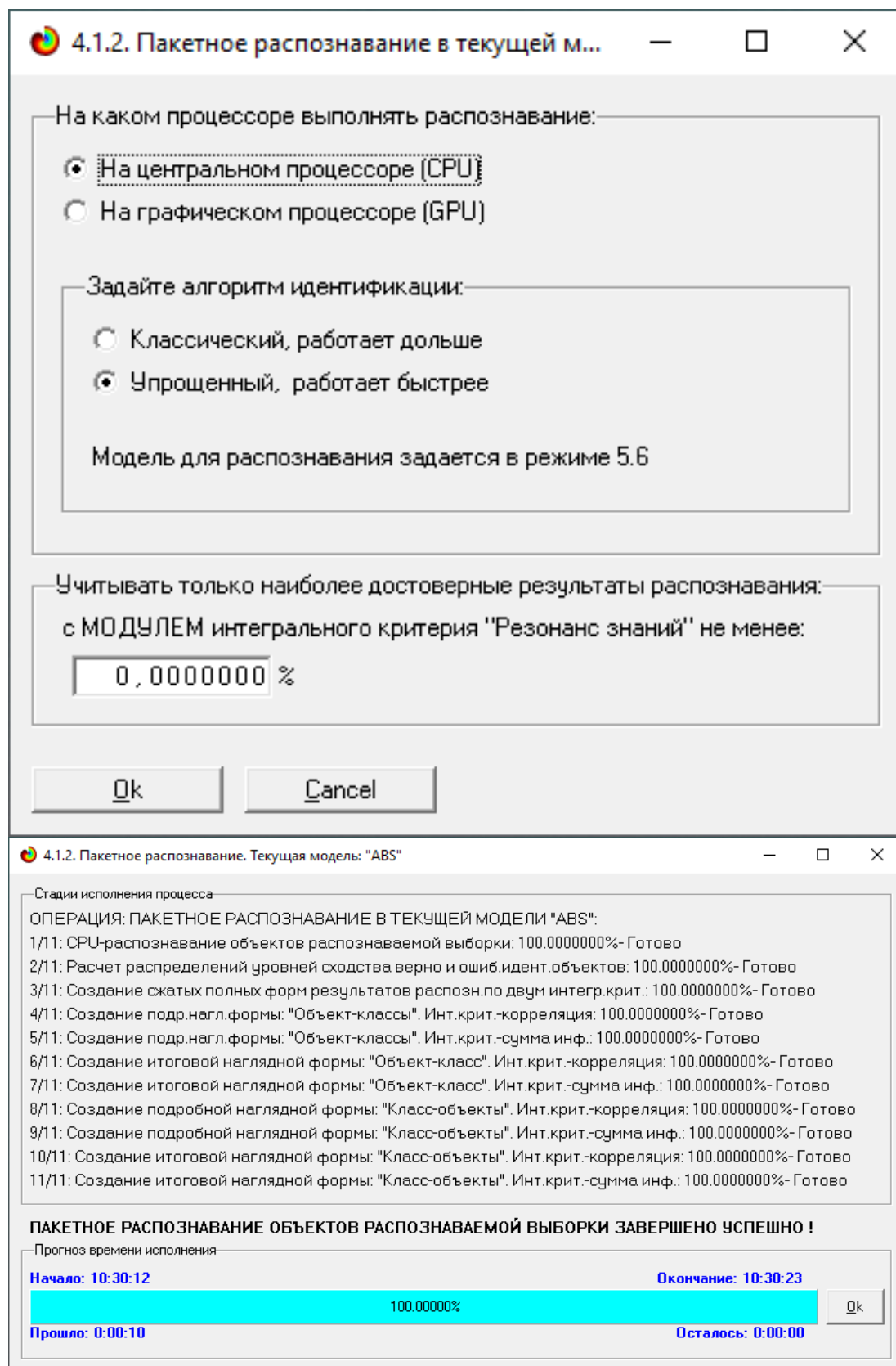


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования



По результатам решения задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос» выдается большое количество разнообразных выходных форм, которых в настоящее время 14 (рисунок 17).

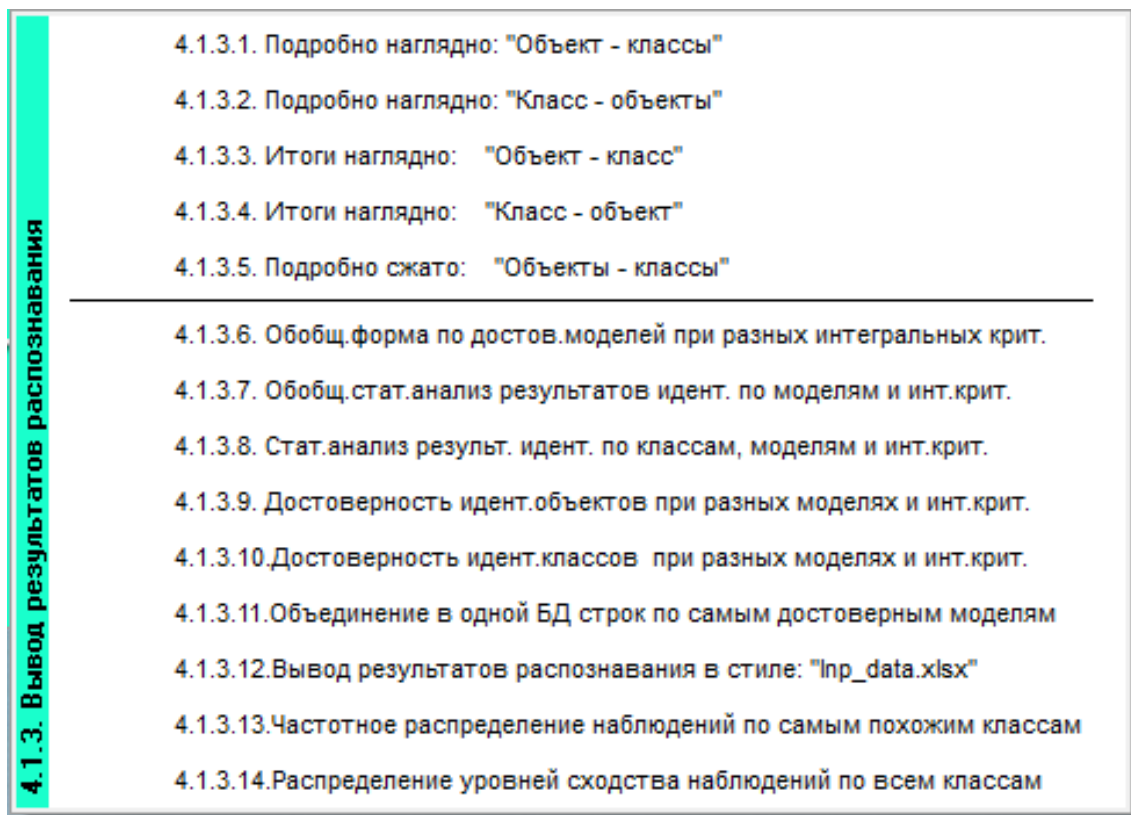
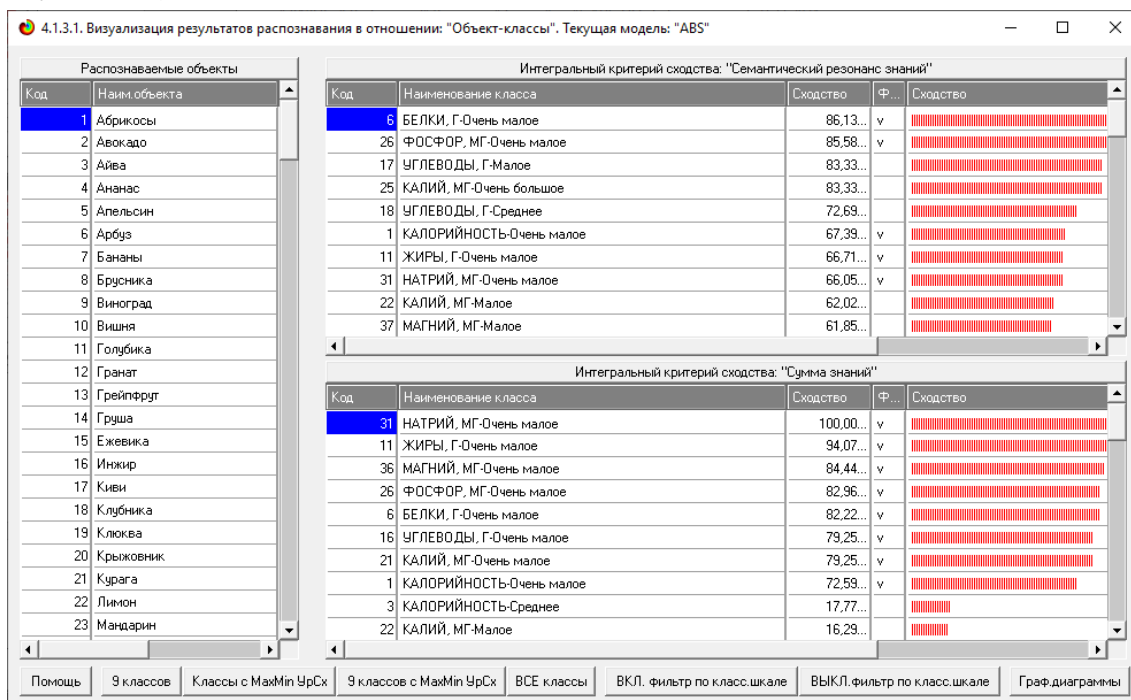
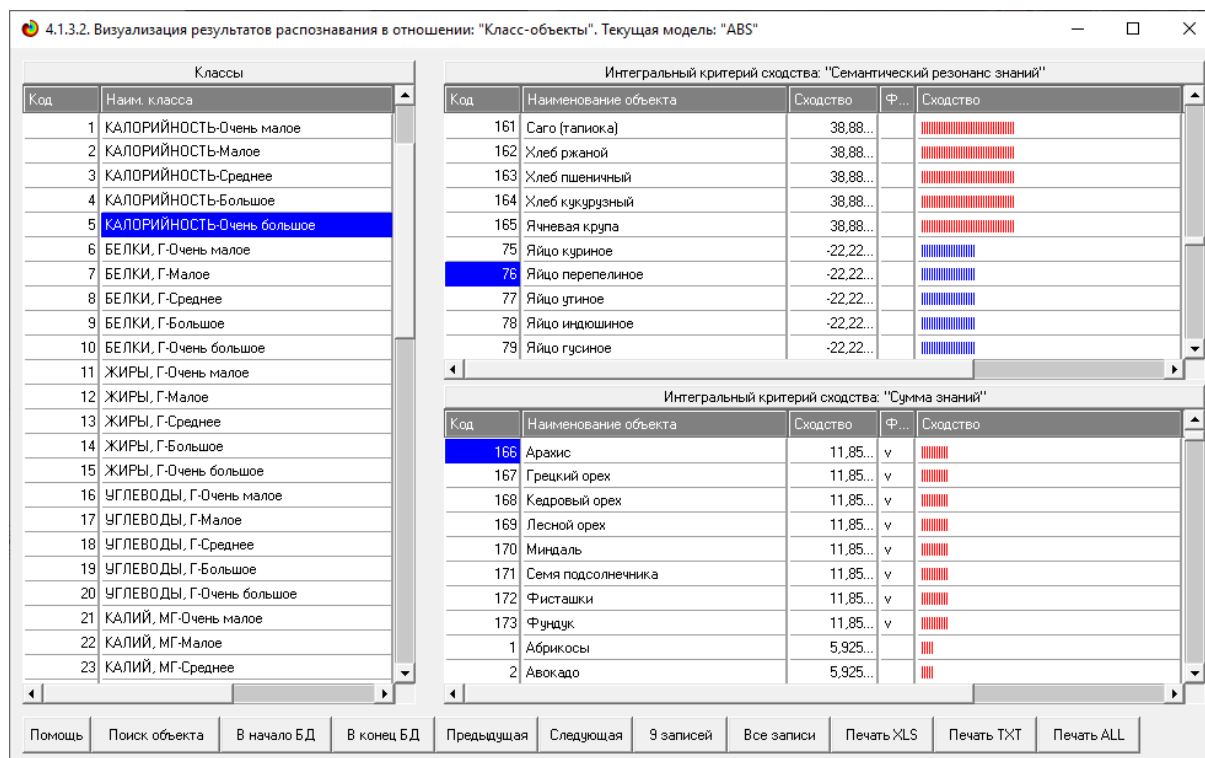


Рисунок 17. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

Из этих выходных форм рассмотрим только две: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 18).





**Рисунок 18. Визуализация результатов распознавания в отношениях: «Объект-классы» и «Класс-объекты»**

Эти выходные формы, учитывая сказанное выше об интегральных критериях системы «Эйдос», как говорят «интуитивно понятны» и не требуют особых комментариев.

### **3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений**

#### **3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ**

Задачи прогнозирования и принятия решений относятся друг к другу как прямая и *обратная* задачи:

- при прогнозировании по значениям факторов, действующих на объект моделирования, определяется в какое будущее состояние он перейдет под их действием;
- при принятии решений, наоборот, по будущему целевому состоянию объекта моделирования определяются значения факторов, которые обуславливают его переход в это будущее целевое состояние.

Таким образом, задача принятия решений является *обратной* по отношению к задаче прогнозирования. Но это так только в простейшем случае: в случае использования SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос») [10] (рисунки 19).

На первом рисунке 19 приведена экранная форма задания в диалоге параметров отображения SWOT-диаграммы. На этой экранной форме в верхнем окне пользователь курсором выбирает исследуемый класс, внизу слева задает модель для исследования, а справа внизу задает отображать

ли SWOT-диаграмму. Кроме того, пользователь может включить или выключить фильтры по факторам и посмотреть помощь по режиму. При включении фильтра по фактору, на котором стоит курсор, на экранных формах отображается влияние только значения этого фактора.

Графические выходные формы, приведенные на рисунках 19, интуитивно понятны и не требуют особых комментариев. Отметим лишь, что на SWOT-диаграммах наглядно показаны знак и сила влияния каждого значения фактора на переход объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне. Знак показан цветом, а сила влияния – толщиной линии.

4.4.8. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа в системе "Эйдос"

**Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления**

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое	21,2743978	220	63,5838150
2	КАЛОРИЙНОСТЬ-Малое	5,8837218	52	15,0289017
3	КАЛОРИЙНОСТЬ-Среднее	7,3817958	54	15,6069364
4	КАЛОРИЙНОСТЬ-Большое	0,5045250	4	1,1560694
5	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень большое	3,2361593	16	4,6242775
6	БЕЛКИ, Г-Очень малое	22,7763833	174	50,2890173

**SWOT-анализ класса:1 "КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое" в модели:1 "ABS"**

**Способствующие факторы и сила их влияния**

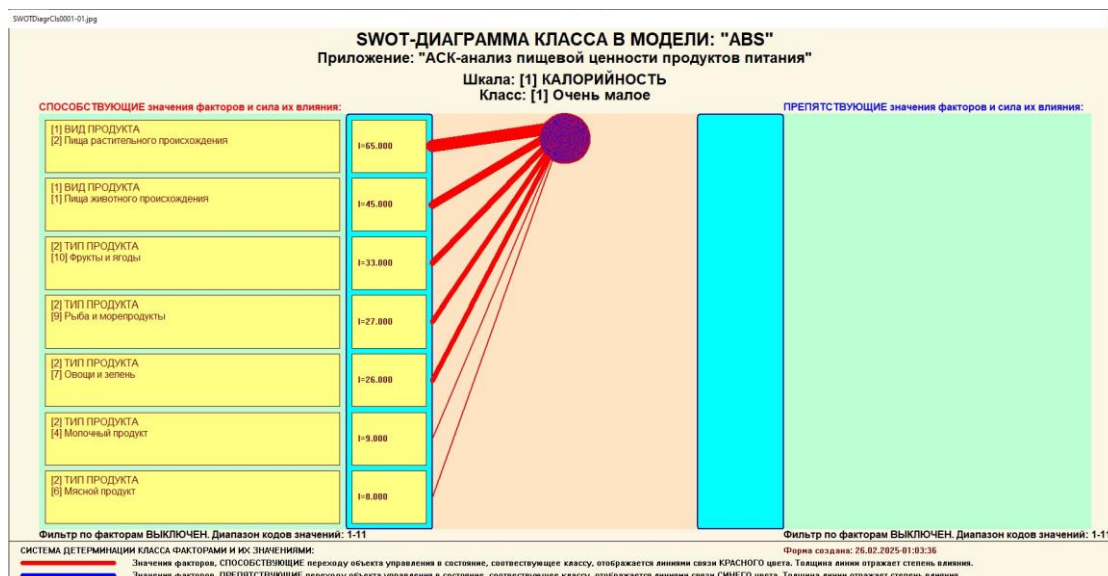
Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
2	ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхождения	65.000
1	ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения	45.000
10	ТИП ПРОДУКТА-Фрукты и ягоды	33.000
9	ТИП ПРОДУКТА-Рыба и морепродукты	27.000
7	ТИП ПРОДУКТА-Овощи и зелень	26.000
4	ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт	9.000
6	ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт	8.000
3	ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые	6.000
11	ТИП ПРОДУКТА-Яйца	1.000

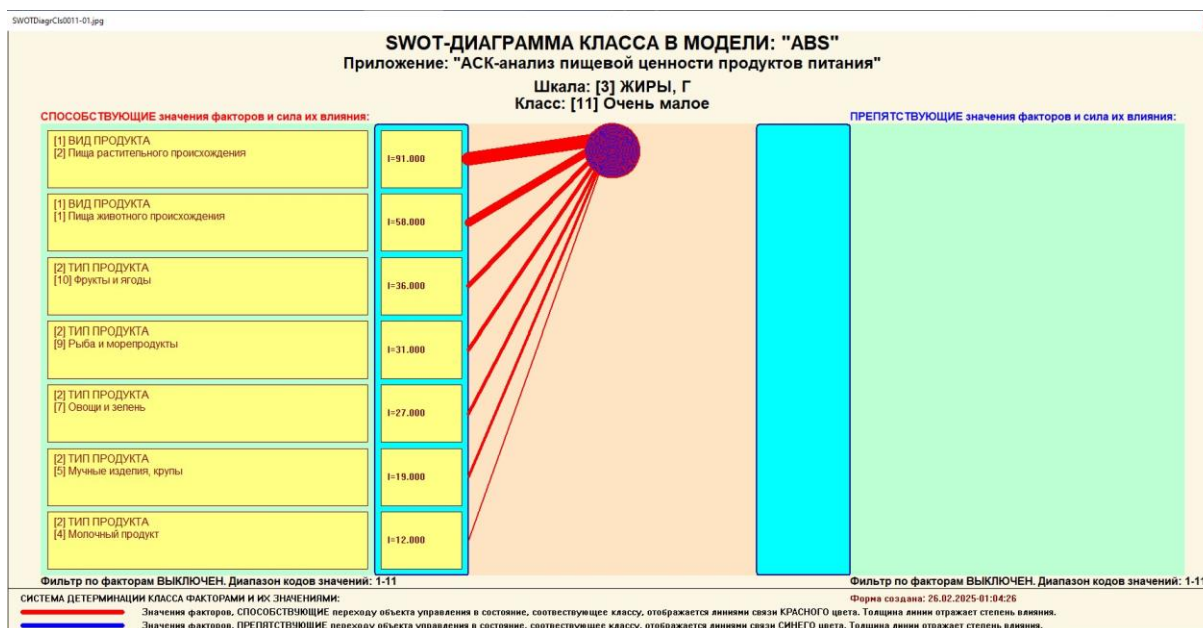
**Препятствующие факторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
0		

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7    SWOT-диаграмма





**Рисунок 19. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)**

Слева на SWOT-диаграмме приведены значения факторов, способствующих переходу объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне (показаны красным цветом), а справа – препятствующих этому переходу (показаны синим цветом). Сила влияния каждого значения фактора на поведение объекта моделирования показана толщиной линии.

### **3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»**

Однако SWOT-анализ (режим 4.4.8 системы «Эйдос») имеет свои ограничения: может быть задано только одно будущее целевое состояние, целевые состояния могут быть недостижимыми одновременно (альтернативными) или совместимыми по системе обуславливающих их значений факторов, некоторые рекомендуемые факторы может не быть технологической и финансовой возможности использовать и возможно надо искать им замену, примерно так же влияющую на объект моделирования.

Поэтому в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован развитый алгоритм принятия решений (режим 6.3) в котором кроме SWOT-анализа используются результаты решения задачи прогнозирования и результаты кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов, некоторые результаты решения задачи исследования предметной области. Этот алгоритм описан в работах [11, 12, 13] и в ряде других работ.

Приведем этот алгоритм и в данной работе (рисунок 20).

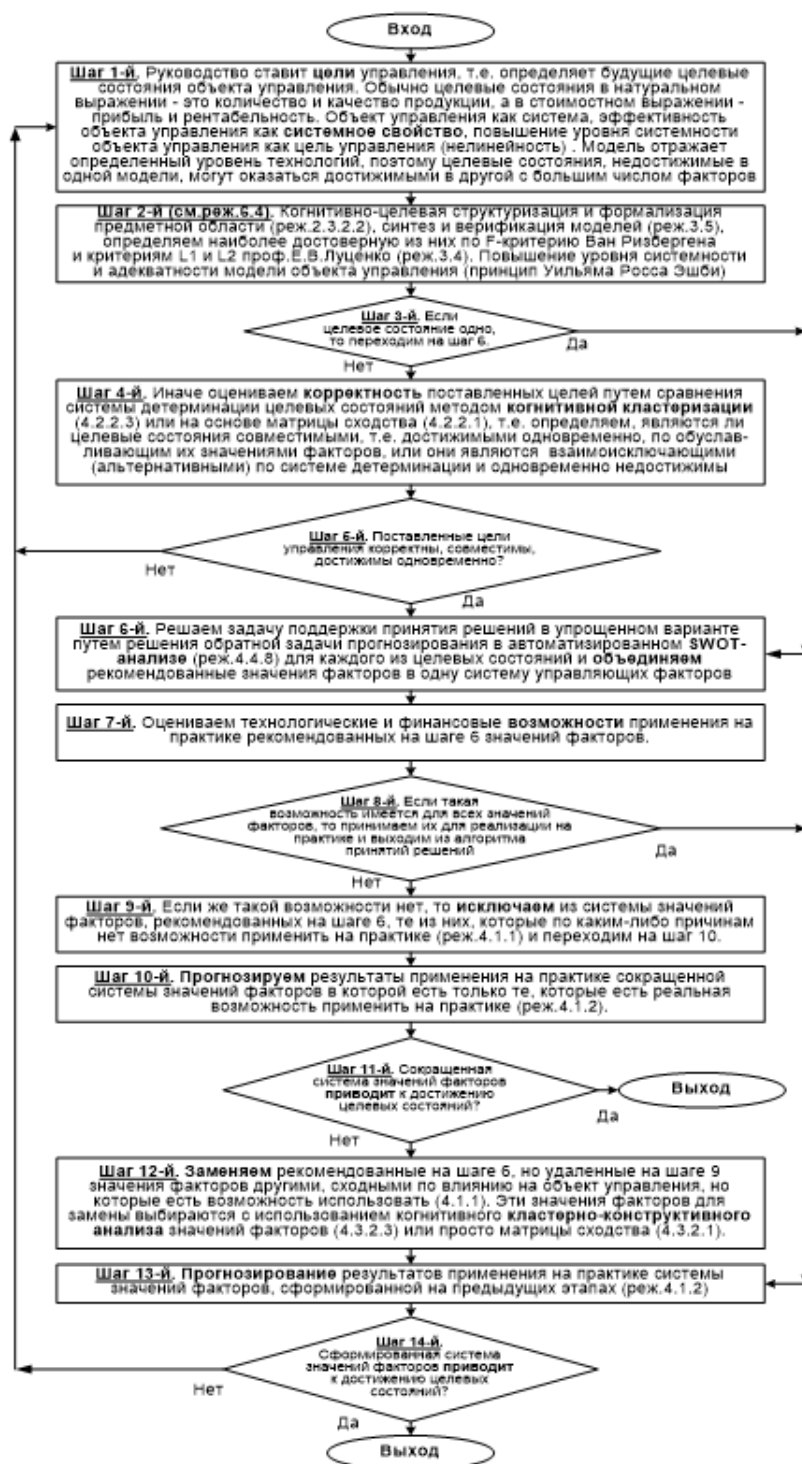


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

**Шаг 1-й.** Руководство ставит цели управления, т.е. определяет будущие целевые состояния объекта управления. Обычно целевые состояния в натуральном выражении – это количество и качество продукции, а в стоимостном выражении – прибыль и рентабельность. Объект управления как система, эффективность объекта управления как

**системное свойство**, повышение уровня системности объекта управления как цель управления (нелинейность). Модель отражает определенный уровень технологий, поэтому целевые состояния, недостижимые в одной модели, могут оказаться достижимыми в другой с большим числом факторов [11, 12, 13, 14, 15, 16].

**Шаг 2-й (см.реж.6.4).** Когнитивно-целевая структуризация и формализация предметной области (реж.2.3.2.2), синтез и верификация моделей (реж.3.5), определяем наиболее достоверную из них по F-критерию Ван Ризбергена и критериям L1 и L2 проф.Е.В.Луценко (реж.3.4) [9]. Повышение уровня системности и адекватности модели объекта управления (принцип Уильяма Росса Эшби) [14, 15].

**Шаг 3-й.** Если целевое состояние одно, то переходим на шаг 6, а иначе на шаг 4.

**Шаг 4-й.** Иначе оцениваем **корректность** поставленных целей путем сравнения системы детерминации целевых состояний методом **когнитивной кластеризации** (4.2.2.3) или на основе матрицы сходства (4.2.2.1), т.е. определяем, являются ли целевые состояния совместимыми, т.е. достижимыми одновременно, по обуславливающим их значениями факторов, или они являются взаимоисключающими (альтернативными) по системе детерминации и одновременно недостижимы.

**Шаг 5-й.** Поставленные цели управления корректны, совместимы, достижимы одновременно? Если да – переход на шаг 6, иначе на шаг 1.

**Шаг 6-й.** Решаем задачу поддержки принятия решений в упрощенном варианте путем решения обратной задачи прогнозирования в автоматизированном **SWOT-анализе** (реж.4.4.8) для каждого из целевых состояний и **объединяем** рекомендованные значения факторов в одну систему управляющих факторов [10].

**Шаг 7-й.** Оцениваем технологические и финансовые **возможности** применения на практике рекомендованных на шаге 6 значений факторов.

**Шаг 8-й.** Если такая возможность имеется для всех значений факторов, то принимаем их для реализации на практике и переходим на шаг 13 для проверки эффективности принятых решений, а иначе переходим на шаг 9.

**Шаг 9-й.** Если же такой возможности нет, то **исключаем** из системы значений факторов, рекомендованных на шаге 6, те из них, которые по каким-либо причинам нет возможности применить на практике (реж.4.1.1) и переходим на шаг 10.

**Шаг 10-й.** **Прогнозируем** результаты применения на практике сокращенной системы значений факторов в которой есть только те, которые есть реальная возможность применить на практике (реж.4.1.2).

**Шаг 11-й.** Сокращенная система значений факторов **приводит** к достижению целевых состояний? Если да, то выход из алгоритма принятия решений, а иначе переход на шаг 12.

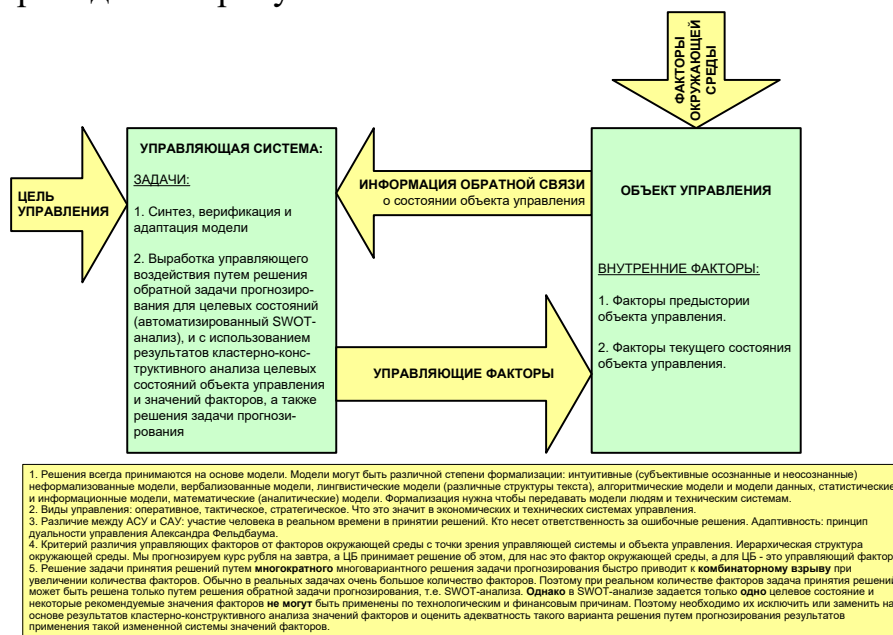


**Шаг 12-й.** Заменяем рекомендованные на шаге 6, но удаленные на шаге 9 значения факторов другими, сходными по влиянию на объект управления, но которые есть возможность использовать (4.1.1). Эти значения факторов для замены выбираются с использованием когнитивного **кластерно-конструктивного анализа** значений факторов (4.3.2.3) или просто матрицы сходства (4.3.2.1) [16].

**Шаг 13-й.** Прогнозирование результатов применения на практике системы значений факторов, сформированной на предыдущих этапах (реж.4.1.2)

**Шаг 14-й.** Сформированная система значений факторов **приводит** к достижению целевых состояний? Если да – то выход из алгоритма принятия решений, а иначе переход на шаг 1.

Приведенный выше развитый алгоритм принятия решений может быть применен в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос». Принципиальная схема подобной системы приведена на рисунке 21:



**Рисунок 21.** Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

Как мы видим в развитом алгоритме принятия решений широко используются результаты конкретного решения различных задач: и задачи прогнозирования, и некоторых задач исследования объекта моделирования путем исследования его модели. Необходимо особо отметить, что система «Эйдос» поддерживает решение всех этих задач, которые необходимо решать в развитом алгоритме принятия решений. Потому ниже кратко рассмотрим решение этих и некоторых других задач.

Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-



следственного *механизма* детерминации, а только сам факт и характер детерминации (силу и направление влияния факторов). *Содержательное* объяснение конкретных механизмов этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [12, 17].

### 3.8. Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели

#### 3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)

Инвертированные SWOT-диаграмм (предложены автором в работе [10]), отражают силу и направление влияния конкретной градации описательной шкалы на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационных шкал (классы). Это и есть *смысл* (семантический потенциал) этой градации описательной шкалы. Инвертированные SWOT-диаграммы выводятся в режиме 4.4.9 системы «Эйдос».

Примеры инвертированных SWOT-диаграмм приведены на рисунках 22 для некоторых значений факторов:

4.4.9 Количественный автоматизированный SWOT-анализ значений факторов средствами АСК-анализа в системе "Эйдос"

Выбор значения фактора, оказывающего влияние на переход объекта управления в будущие состояния

Код	Наименование значения фактора
1	ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения
2	ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхождения
3	ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые
4	ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт
5	ТИП ПРОДУКТА-Мучные изделия, крупы
6	ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт

SWOT-анализ значения фактора:4 "ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт" в модели:1 "ABS"

**СПОСОБСТВУЕТ:**

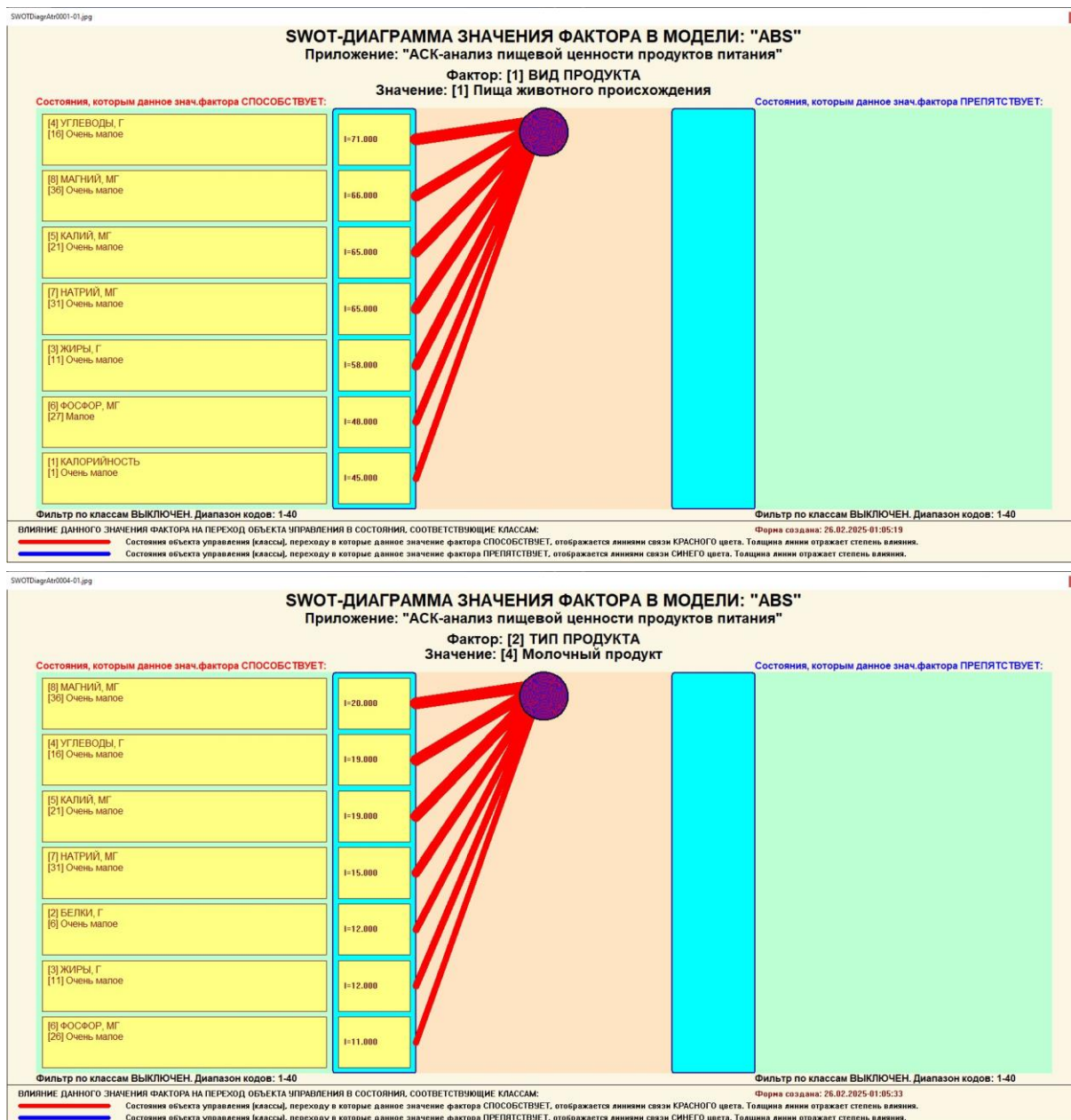
Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора СПОСОБСТВУЕТ	Сила влияния
36	МАГНИЙ, МГ-Очень малое	20.000
16	УГЛЕВОДЫ, Г-Очень малое	19.000
21	КАЛИЙ, МГ-Очень малое	19.000
31	НАТРИЙ, МГ-Очень малое	15.000
6	БЕЛКИ, Г-Очень малое	12.000
11	ЖИРЫ, Г-Очень малое	12.000
26	ФОСФОР, МГ-Очень малое	11.000
1	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое	9.000
2	КАЛОРИЙНОСТЬ-Малое	6.000
3	КАЛОРИЙНОСТЬ-Среднее	5.000
9	БЕЛКИ, Г-Большое	5.000
12	ЖИРЫ, Г-Малое	5.000
27	ФОСФОР, МГ-Малое	4.000
8	БЕЛКИ, Г-Среднее	3.000

**ПРЕПЯТСТВУЕТ:**

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора ПРЕПЯТСТВУЕТ	Сила влияния
0		

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по кл.шкале    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по кл.шкале    ВКЛЮЧИТЬ фильтр по кл.шкале    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по кл.шкале

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7    SWOT-диаграмма



**Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам**

Приведенные на рисунке 22 инвертированные SWOT-диаграммы исчерпывающим образом отражают силу и направление влияния каждого значения каждого фактора на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие различным классам.

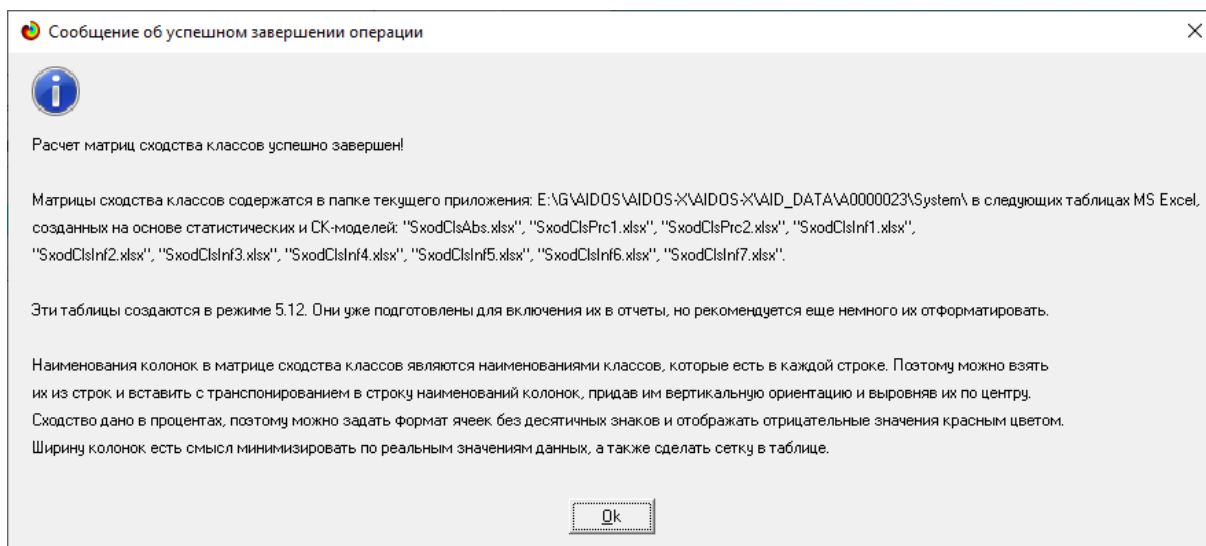
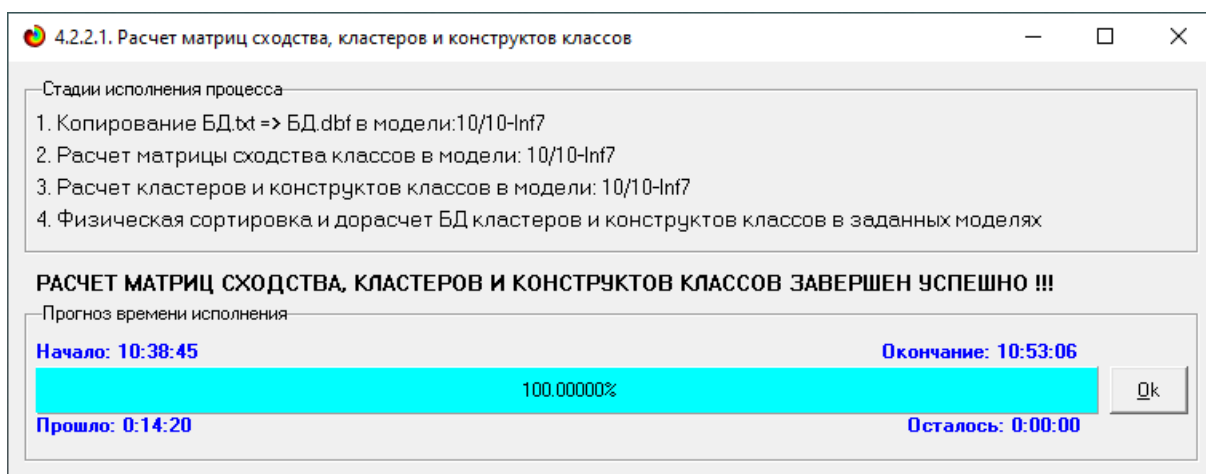
### 3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

В системе «Эйдос» (в режиме 4.2.2.1, рисунок 23) рассчитывается матрица сходства классов (таблица 14) по системе их детерминации и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится три основных формы:

- круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2) (рисунок 24);
- агломеративные дендрограммы, полученные в результате *когнитивной (истинной) кластеризации классов* (предложена автором в 2011 году в работе [16]) (режим 4.2.2.3) (рисунок 26);
- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3) (рисунок 25).

Эта матрица сходства (таблица 14) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

На рисунке 23 представлены экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства классов по системе их детерминации, т.е. по обуславливающим их значениям факторов:



**Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов**





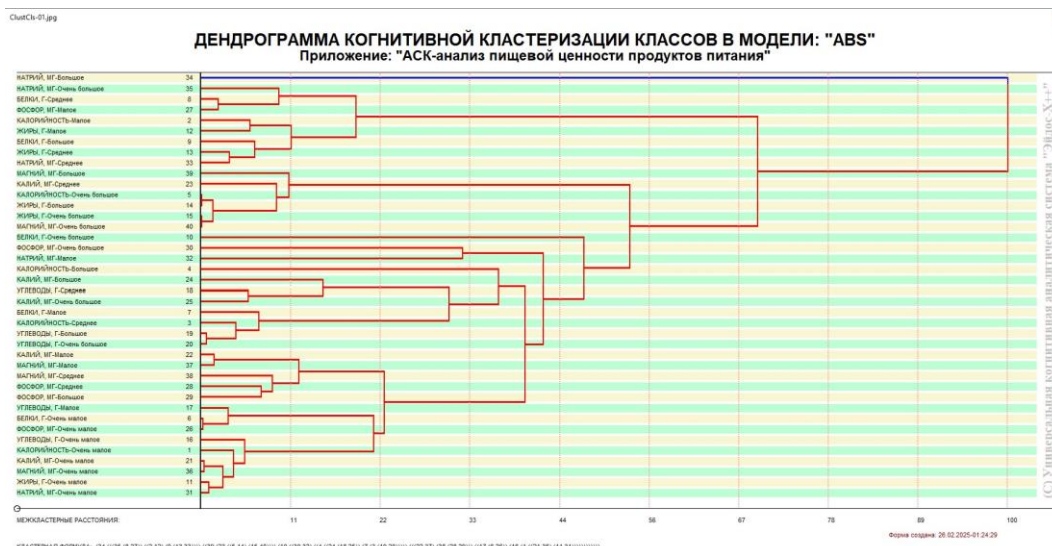


Рисунок 26. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

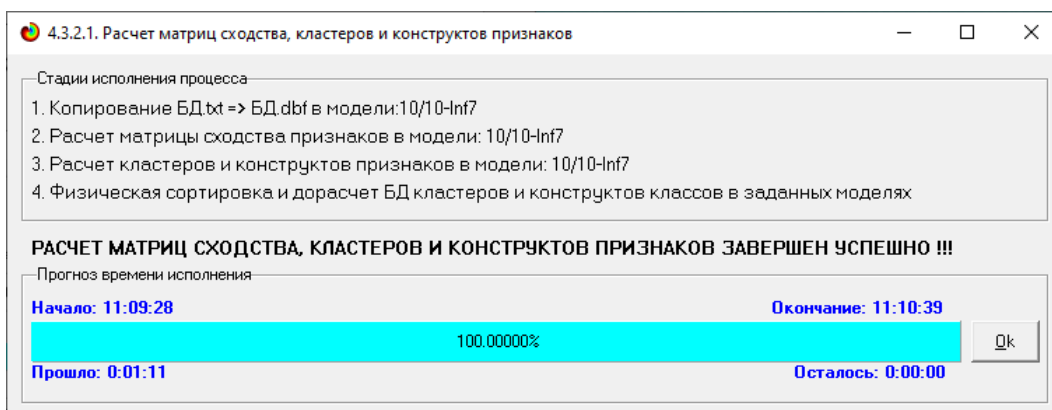
### 3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

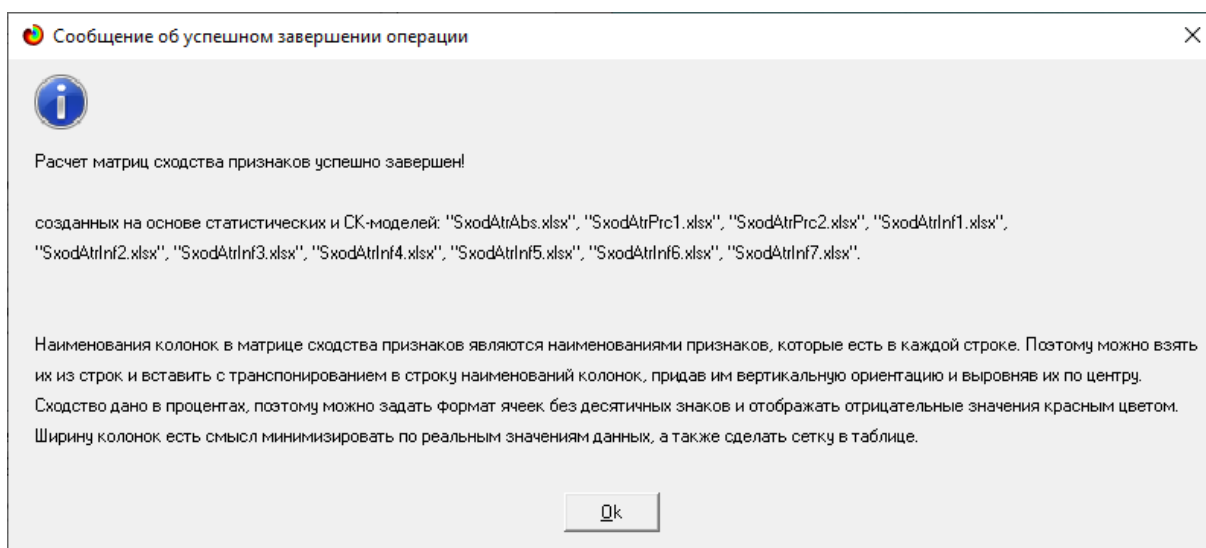
В системе «Эйдос» (в режиме 4.3.2.1, рисунок 27) рассчитывается матрица сходства признаков (таблица 15) по их смыслу и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится четыре основных формы:

- круговая 2d-когнитивная диаграмма признаков (режим 4.3.2.2) рисунок 28);
- агломеративные дендрограммы, полученные в результате *когнитивной (истинной) кластеризации признаков* (режим 4.3.2.3) рисунок 29);
- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3) рисунок 30).

Эта матрица сходства (таблица 15) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

На рисунке 27 представлены экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства значений факторов по силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам:

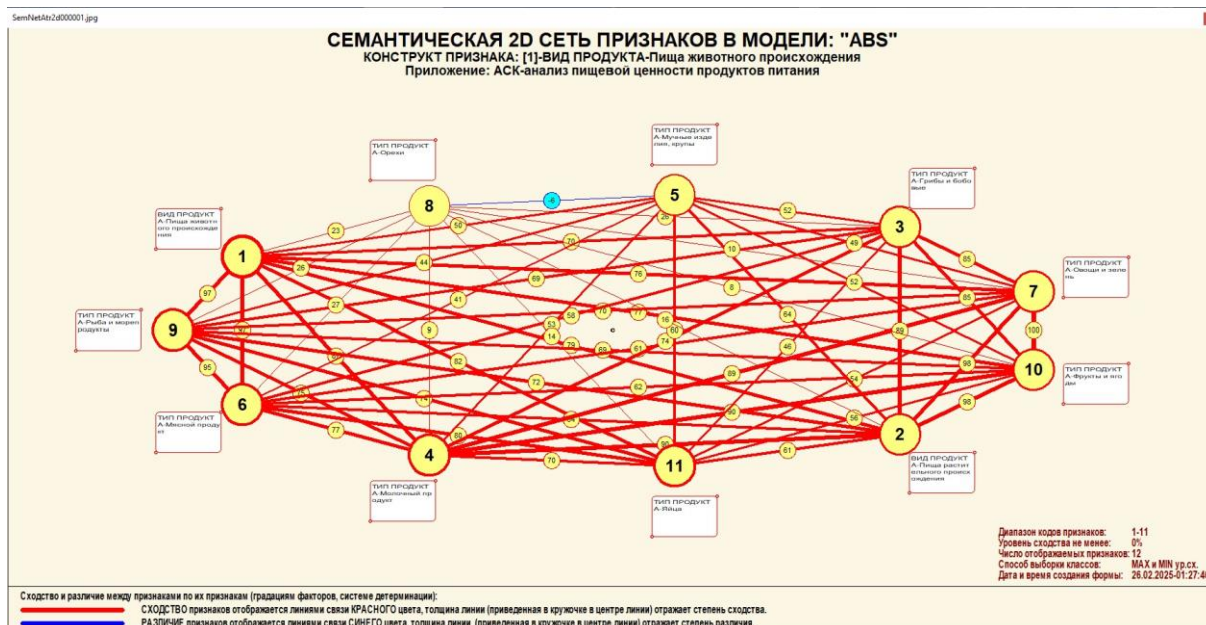




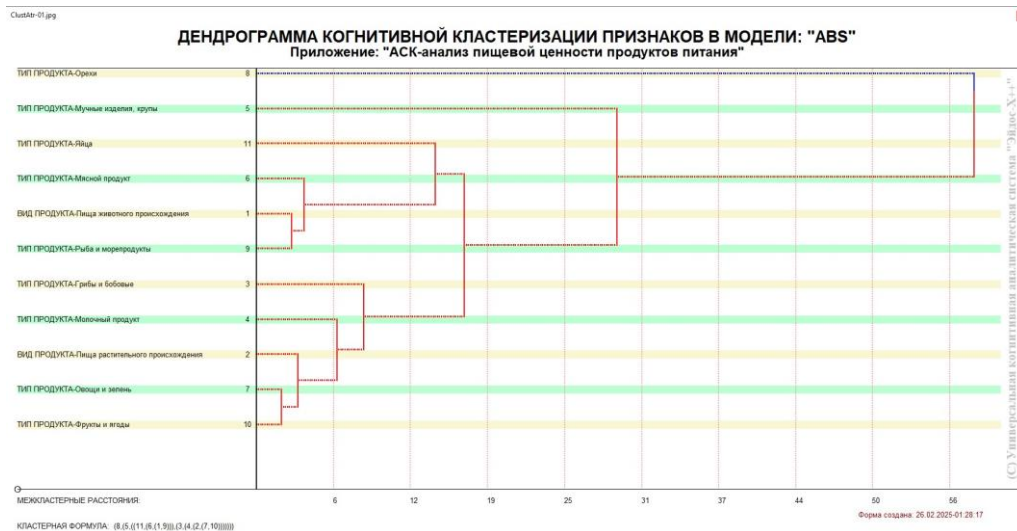
**Рисунок 27. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов**

**Таблица 15 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели ABS (фрагмент)**

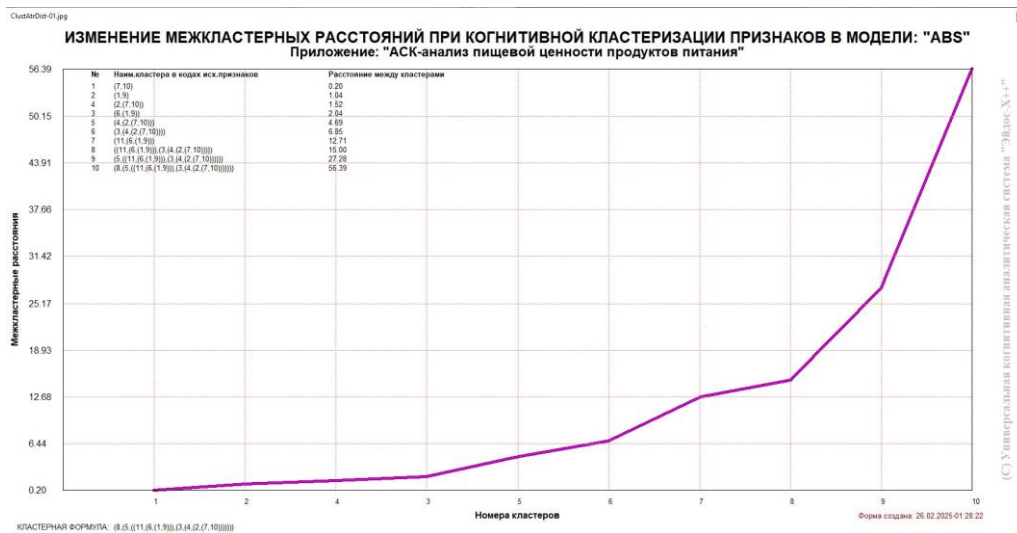
KOD_ATR	KOD_OPSC	NAME_ATR	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
1		1 ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения	100,000000	78,8328030	70,2676930	86,9069401	49,8215751	96,9548342	76,1509014
2		1 ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхождения	78,8328030	100,000000	88,6808353	89,5780069	63,9463537	64,1318132	97,8791584
3		2 ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые	70,2676930	88,6808353	100,000000	73,9603073	51,6187411	58,1464798	84,7993293
4		2 ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт	86,9069401	89,5780069	73,9603073	100,000000	52,9183199	76,6309461	89,3542911
5		2 ТИП ПРОДУКТА-Мучные изделия, крупы	49,8215751	63,9463537	51,6187411	52,9183199	100,000000	40,8701208	49,4083392
6		2 ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт	96,9548342	64,1318132	58,1464798	76,6309461	40,8701208	100,000000	60,7476282
7		2 ТИП ПРОДУКТА-Овощи и зелень	76,1509014	97,8791584	84,7993293	89,3542911	49,4083392	60,7476282	100,000000
8		2 ТИП ПРОДУКТА-Орехи	22,8502758	16,2384844	26,3529661	9,4983177	-6,3205077	26,8495878	10,1824502
9		2 ТИП ПРОДУКТА-Рыба и морепродукты	97,2691008	72,2582564	68,5214329	75,4039048	43,7535204	95,2828215	69,6392267
10		2 ТИП ПРОДУКТА-Фрукты и ягоды	76,6485757	98,2509719	84,5371391	90,4724989	52,3092261	61,5007288	99,8046228
11		2 ТИП ПРОДУКТА-Яйца	81,8444458	60,7809625	45,9877893	70,0706416	59,7123085	79,7594566	54,4441648



**Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели ABS (режим 4.3.2.2)**



**Рисунок 29. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)**



**Рисунок 30. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)**

### 3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны

Модель знаний системы «Эйдос» относится к **нечетким декларативным гибридным** моделям и объединяет в себе некоторые положительные особенности нейросетевой и фреймовой моделей представления знаний.

Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам).

От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. *Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их*



*размерность*. Это является очень важным свойством моделей системы «Эйдос», существенно облегчающим и упрощающим программную реализацию и быстродействие системы.

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а рассчитываются методом прямого счета на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на *теории информации* (это напоминает байесовские сети);

2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную *содержательную интерпретацию*, основанную на теории информации;

3) нейросеть является *нелокальной*, как сейчас говорят «полносвязной».

В системе «Эйдос» нелокальные нейроны визуализируются (режим 4.4.10 системы «Эйдос») в виде специальных графических форм, на которых сила и направление влияния рецепторов нейрона на степень его активации/торможения, которые отображаются соответственно в форме цвета и толщины дендрита (рисунок 31). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

4.4.10.Графическое отображение нелокального нейрона в системе "Эйдос"

**Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации**

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое
2	КАЛОРИЙНОСТЬ-Малое
3	КАЛОРИЙНОСТЬ-Среднее
4	КАЛОРИЙНОСТЬ-Большое
5	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень большое
6	БЕЛКИ, Г-Очень малое
7	БЕЛКИ, Г-Малое
8	БЕЛКИ, Г-Среднее
9	БЕЛКИ, Г-Большое
10	БЕЛКИ, Г-Очень большое

Подготовка визуализации нейрона: 1 "КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое" в модели: 1 "ABS"

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
2	ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхождения	65.0...
1	ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения	45.0...
10	ТИП ПРОДУКТА-Фрукты и ягоды	33.0...
9	ТИП ПРОДУКТА-Рыба и морепродукты	27.0...
7	ТИП ПРОДУКТА-Овощи и зелень	26.0...
4	ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт	9.000
6	ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт	8.000
3	ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые	6.000
11	ТИП ПРОДУКТА-Яйца	1.000

**ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
0		

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

**НЕЙРОН**    Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999  
Минимальный вес.коэф.отображаемых рецепторов: 0,000

Сортировать рецепторы:    Отображать рецепторы:

по информативности     с наименованиями  
 по модулю информативности     только с кодами

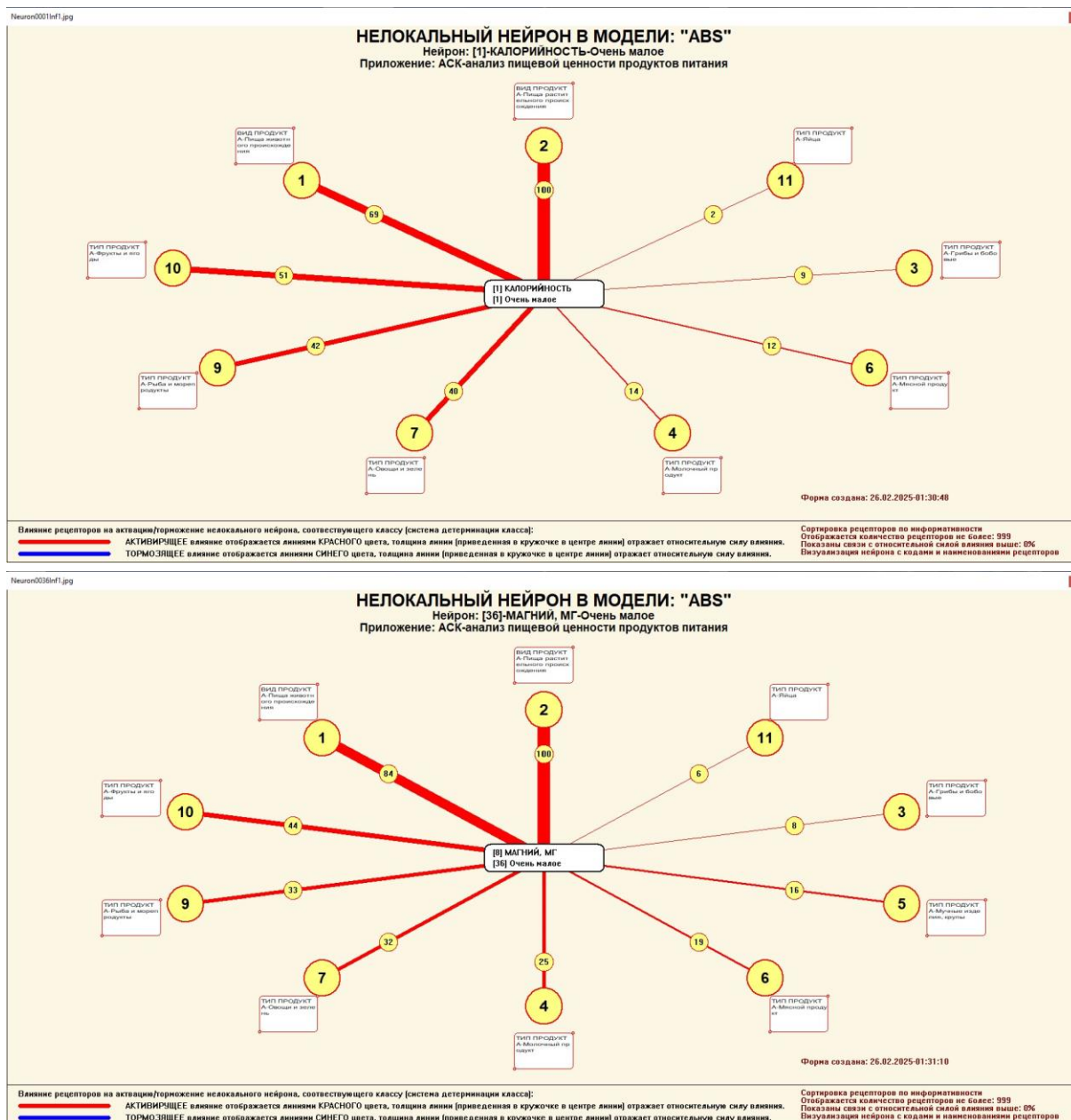


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

### 3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

В системе «Эйдос» есть возможность построения моделей, соответствующих многослойным нейронным сетям.

Есть также возможность визуализации любого одного слоя нелокальной нейронной сети (режим 4.4.11 системы «Эйдос»).

Такой слой в наглядной форме отражает силу и направление влияния рецепторов ряда нейрона на степень их активации/торможения в форме цвета и толщины дендритов.

Нейроны на изображении слоя нейронной сети расположены слева направо в порядке убывания модуля суммарной силы их детерминации рецепторами, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные действующими на них значениями факторов, а справа –

менее жестко обусловленные (рисунок 32). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

4.4.11. Отображение Парето-подмножеств одного слоя нелокальной нейронной сети в системе "Эйдос"

### Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в нейросети

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое
<input type="checkbox"/>	2	КАЛОРИЙНОСТЬ-Малое
<input type="checkbox"/>	3	КАЛОРИЙНОСТЬ-Среднее
<input type="checkbox"/>	4	КАЛОРИЙНОСТЬ-Большое
<input type="checkbox"/>	5	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень большое
<input type="checkbox"/>	6	БЕЛКИ, Г-Очень малое
<input type="checkbox"/>	7	БЕЛКИ, Г-Малое
<input type="checkbox"/>	8	БЕЛКИ, Г-Среднее
<input type="checkbox"/>	9	БЕЛКИ, Г-Большое

Помощь Максимальное количество отображаемых нейронов:  ClearSet Диапазон кодов отображаемых нейронов:    
 Максимальное количество отображаемых связей:  Диапазон кодов отображаемых рецепторов:

### Подготовка визуализации нейрона: 1 "КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое" в модели: 1 "ABS"

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
2	ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхождения	65.0...
1	ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения	45.0...
10	ТИП ПРОДУКТА-Фрукты и ягоды	33.0...
9	ТИП ПРОДУКТА-Рыба и морепродукты	27.0...
7	ТИП ПРОДУКТА-Овощи и зелень	26.0...
4	ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт	9.000
6	ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт	8.000
3	ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые	6.000
11	ТИП ПРОДУКТА-Яйца	1.000

**ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
0		

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

НейроСеть

Максимальное количество отображаемых рецепторов:   
 Отображать связи с интенсивностью >= % от макс.:

Сортировать связи:  по модулю информативности  по информативности и знаку

Отображать наименования:  нейронов  рецепторов

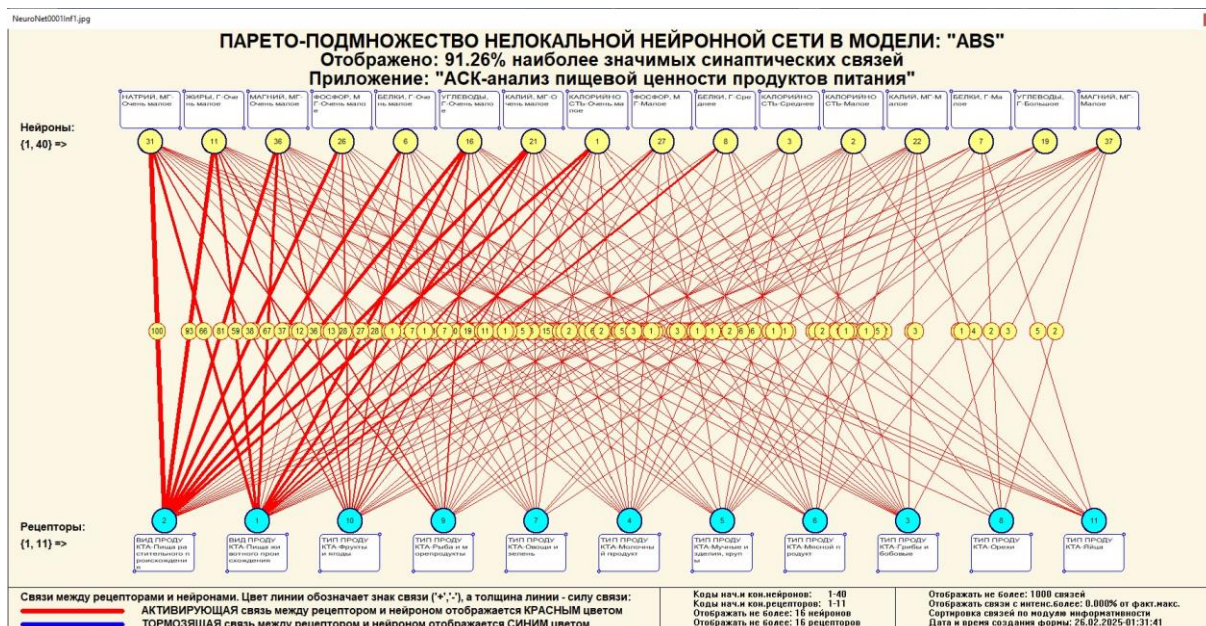


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели ABS



### 3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивной диаграммы классов (рисунок 24) вверху и когнитивной диаграммы значений факторов (рисунок 28) внизу и соединяющего их одного слоя нейронной сети (рисунок 32) (режим 4.4.12 системы «Эйдос») (рисунок 33).

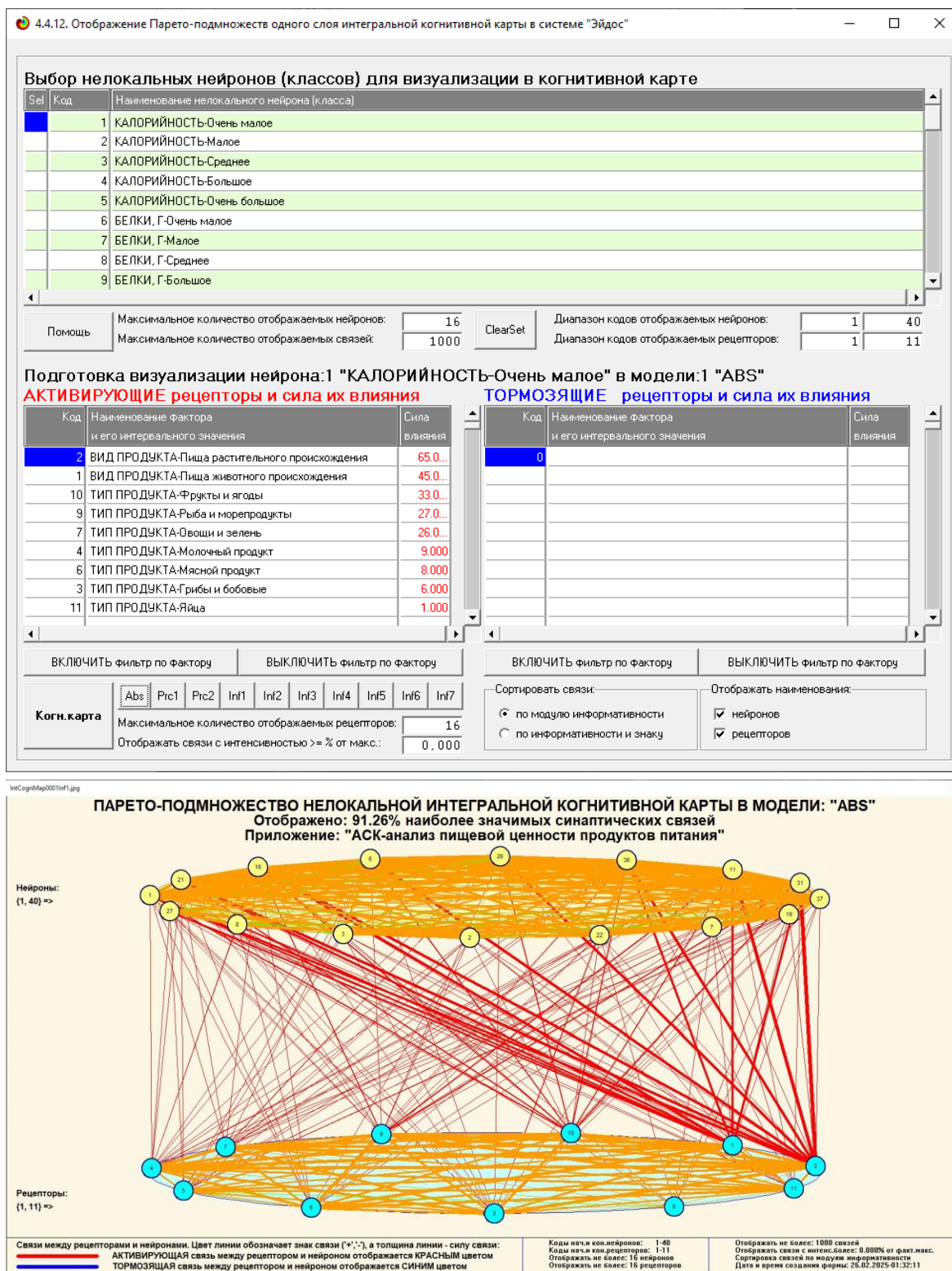


Рисунок 33. 3d-когнитивная диаграмма классов и (режим 4.4.12)

### 3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

В 2d-когнитивных диаграммах сравнения классов по системе их детерминации видно, насколько сходны или насколько отличаются друг от друга классы по значениям обуславливающих их факторов.

Однако мы не видим из этой диаграммы, чем именно конкретно сходны и чем именно отличаются эти классы по значениям обуславливающих их факторов.

Это мы можем увидеть из когнитивной диаграммы содержательного сравнения классов, которая отображается в режиме 4.2.3 системы «Эйдос».

2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов являются примерами опосредованных нечетких правдоподобных логических заключений, о которых может быть одним из первых писал Дьердь Пойа [19, 20]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [2] на странице 521<sup>11</sup>. Позже об этом писалось в работе [3]<sup>12</sup> и ряде других работ автора, поэтому здесь подробнее рассматривать этот вопрос нецелесообразно.

#### Пример опосредованных правдоподобных рассуждений.

Допустим нам известно, что один человек имеет голубые глаза, а другой черные волосы. Спрашивается, эти признаки вносят вклад в сходство или в различие этих двух людей? В АСК-анализе и системе «Эйдос» этот вопрос решается так. В модели на основе кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов (признаков) известно, насколько те или иные признаки сходны или отличаются по их влиянию на объект моделирования. Поэтому понятно, что человек с голубыми глазами вероятнее всего блондин, а брюнет, скорее всего, имеет темные глаза. Так что понятно, что эти признаки вносят вклад в различие этих двух людей.

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 34. Всего системой в данной модели генерируется 9 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 3 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается  $3^2=9$  подобных диаграмм. На рисунках 34 приводятся некоторые из этих диаграмм. Пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-

<sup>11</sup> [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_18632909\\_64818704.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18632909_64818704.pdf), Таблица 7. 17, стр. 521

<sup>12</sup> <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, стр.44.

приложение и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.

4.2.3. Когнитивные диаграммы классов. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор классов для когнитивной диаграммы

**Задайте коды двух классов, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее**

Код	Наименование класса
0	ВСЕ КЛАССЫ
1	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое
2	КАЛОРИЙНОСТЬ-Малое
3	КАЛОРИЙНОСТЬ-Среднее
4	КАЛОРИЙНОСТЬ-Большое
5	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень большое
6	БЕЛКИ, Г-Очень малое

Выбор кода класса левого инф.портрета      Выбор кода класса правого инф.портрета

Выбор способа фильтрации признаков в информационных портретах когнитивной диаграммы

**Задайте коды двух описательных шкал, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее**

Код	Наименование описательной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ ОПИСАТЕЛ	1	11
1	ВИД ПРОДУКТА	1	2
2	ТИП ПРОДУКТА	3	11

Выбор кода описательной шкалы левого инф.портрета      Выбор кода описательной шкалы правого инф.портрета

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм

Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

Задайте max количество отображаемых связей:  [Помощь](#)

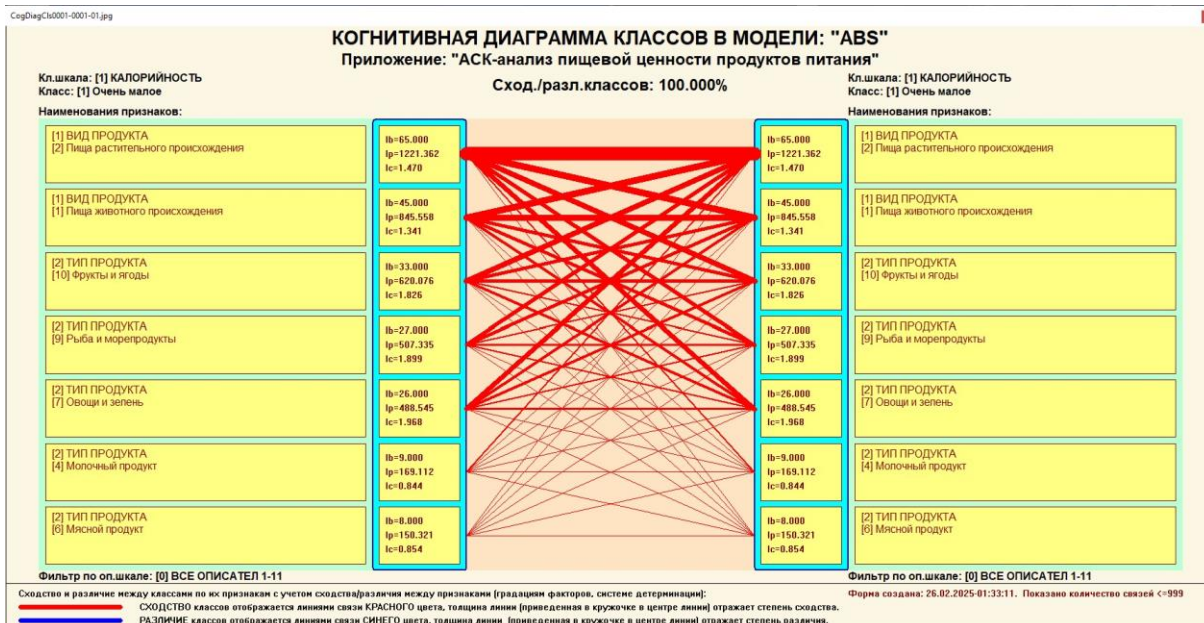
В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

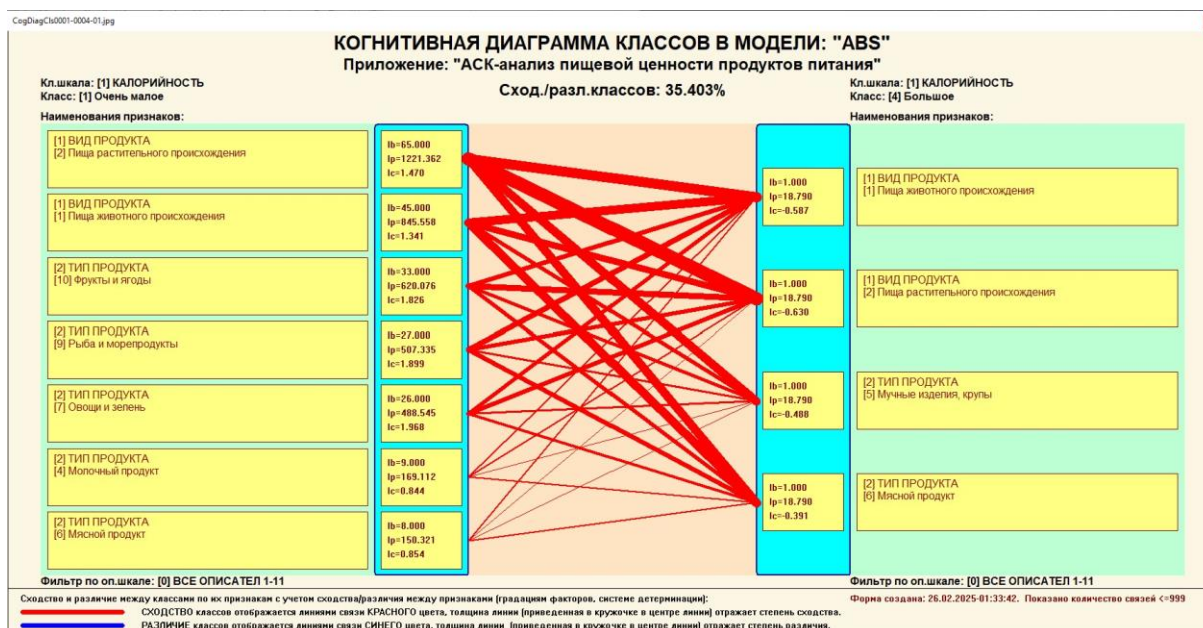
Класс для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ  
Класс для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ  
Описат.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛ  
Описат.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛ  
Модели, заданные для расчета: Abs

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой  
 Записать все диаграммы без показа





**Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели ABS**

### 3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

Из 2d-когнитивных диаграммах сравнения значений факторов по их влиянию на объект моделирования, т.е. на его переходы в состояния, соответствующие классам вполне понятно, насколько сходны или отличаются любые два значения факторов по их смыслу.

Напомним, что смысл событий, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий этих событий.

Однако из этой диаграммы не видно, чем именно конкретно содержательно сходны или отличаются значения факторов по их смыслу.

Это видно из когнитивных диаграмм, которые можно получить в режиме 4.3.3 системы «Эйдос».

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, приведены ниже на рисунках 35:



4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор признаков для когнитивной диаграммы

**Задайте коды двух признаков, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее**

Код	Наименование признака
0	ВСЕ ПРИЗНАКИ
1	ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения
2	ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхождения
3	ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые
4	ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт
5	ТИП ПРОДУКТА-Мучные изделия, крупы
6	ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт

Выбор кода признака левого инф.портрета      Выбор кода признака правого инф.портрета

Выбор способа фильтрации классов в информационных портретах когнитивной диаграммы

**Задайте коды двух классификационных шкал, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее**

Код	Наименование классификационной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ	1	40
1	КАЛОРИЙНОСТЬ	1	5
2	БЕЛКИ, Г	6	10
3	ЖИРЫ, Г	11	15
4	УГЛЕВОДЫ, Г	16	20
5	КАЛИЙ, МГ	21	25

Выбор кода классификационной шкалы левого инф.портрета      Выбор кода классификационной шкалы правого инф.портрета

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

Задайте max количество отображаемых связей:

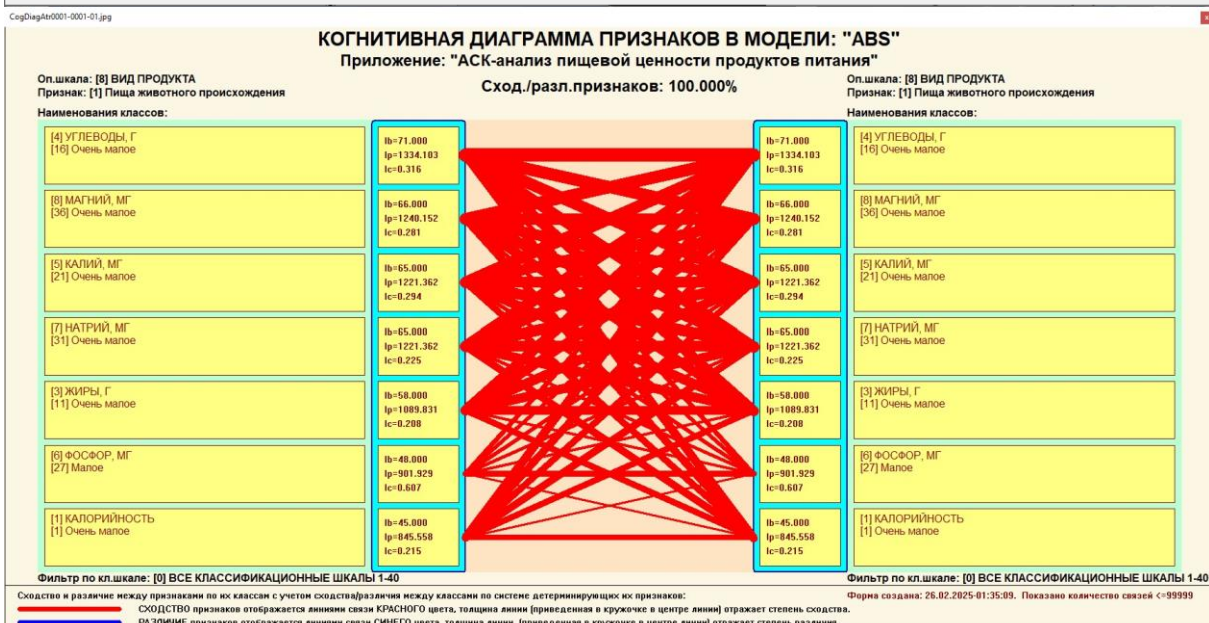
В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

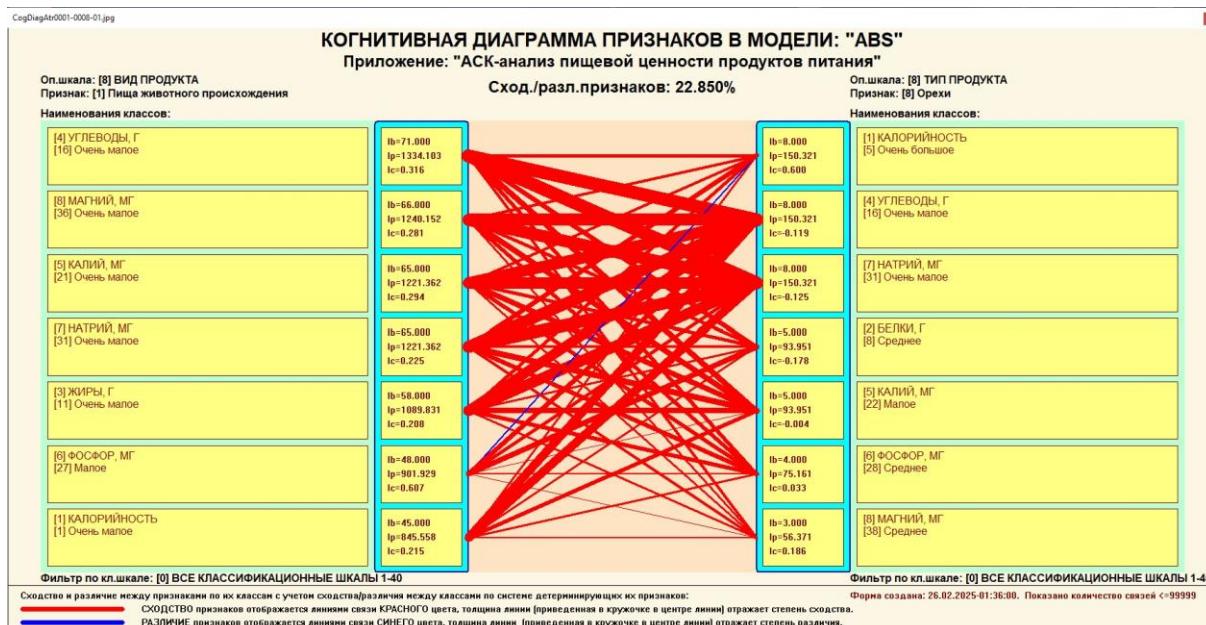
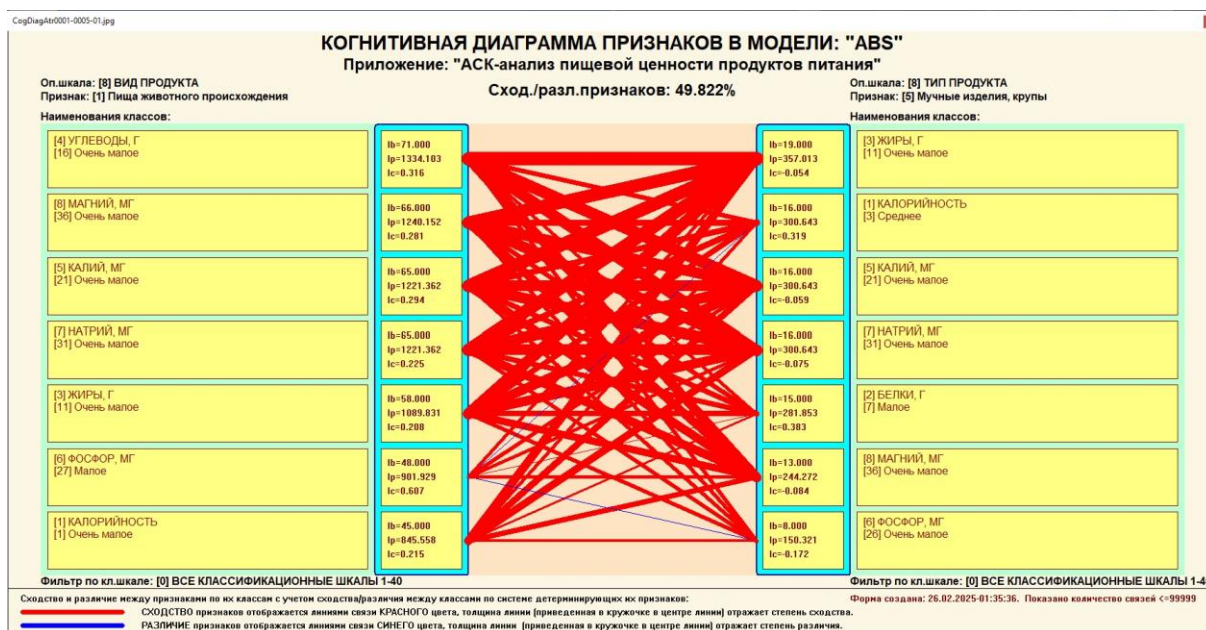
Признак для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ  
 Признак для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ  
 Классиф.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ  
 Классиф.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ  
 Модели, заданные для расчета: Abs

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой  
 Записать все диаграммы без показа





**Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели ABS**

Всего системой в данной модели генерируется  $8^2=64$  подобных диаграмм содержательного сравнения значений факторов по их смыслу, т.е. по влиянию на объект моделирования. В данной работе все они приводятся. Пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №393 и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.

### 3.8.9. Когнитивные функции

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году.

Когнитивные функции отображают, какое количество информации содержится в градациях описательной шкалы о переходе объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационной шкалы.

При этом в статистических и системно-когнитивных моделях в каждой градации описательной шкалы содержится информация обо всех градациях классификационной шкалы, т.е. *каждому значению аргумента соответствуют все значения функции, но соответствуют в разной степени, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается цветом.*

Когнитивные функции являются одним из наиболее мощных и наглядных средств когнитивной графики, имеющихся в системе «Эйдос», позволяющих отобразить силу и направление влияния каждого значения каждого фактора на переход объекта моделирования в каждое из будущих состояний, соответствующих классам.

В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Первая экранная форма данного режима представляет собой краткий хелп, поясняющий смысл понятия «Когнитивная функция», а также позволяющий выйти на экранную форму системы «Эйдос» с действующими гиперссылками на работы по когнитивным функциям, а также страницы сайта автора со списком этих работ и работ автора по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания.

Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это *феноменологические* модели, отражающие *эмпирические* закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают *механизма детерминации*, а только сам факт и характер детерминации.

Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах.

4.5. Генерация, визуализация и запись когнитивных функций системы "Эйдос"

Задайте статистические и/или системно-когнитивные модели для генерации когнитивных функций:

Статистические базы:

- 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки
- 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса
- 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса

Системно-когнитивные модели (Базы знаний):

- 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
- 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2
- 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами
- 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
- 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2
- 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1
- 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2

Задайте виды когнитивных функций для генерации, визуализации и записи:

- 1. Сетка триангуляции Делоне без цветовой заливки.
- 2. Сглаженные изолинии триангуляции Делоне без цветовой заливки.
- 3. Сетка триангуляции Делоне с цветовой заливкой.
- 4. Сглаженные изолинии триангуляции Делоне с цветовой заливкой.
- 5. Сглаженная цветочная заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета.

Задайте дополнительные параметры визуализации когнитивных функций:

- Соединять ли точки с максимальным количеством информации линией КРАСНОГО цвета?
- Соединять ли точки с минимальным количеством информации линией СИНЕГО цвета?

Задайте количество градаций уровня (цвета и изолиний) когнитивных функций:

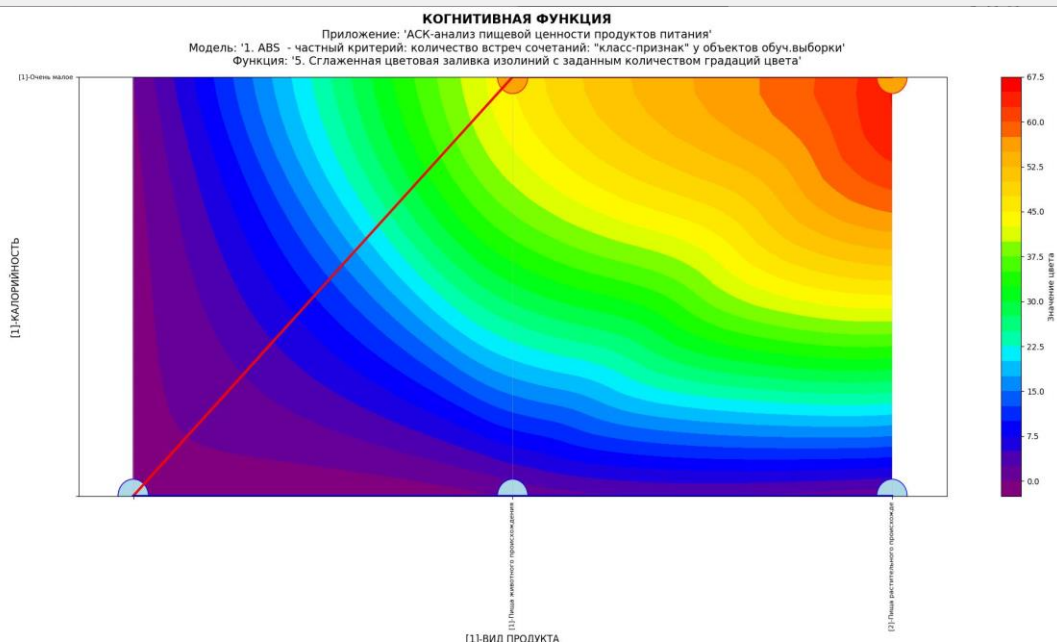
Задайте количество пикселей на дюйм в изображениях когнитивных функций:

Задайте паузу в секундах между визуализациями когнитивных функций:

Задайте размер шрифта для наименований градаций шкал X и Y:

**Визуализация когнитивных функций new**      **Визуализация когнитивных функций old**

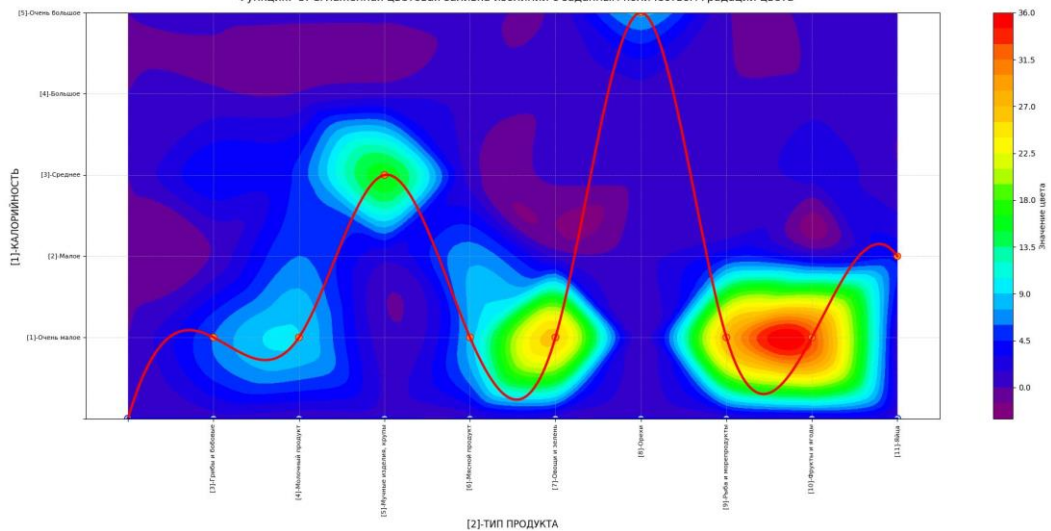
**Работы по когнитивным функциям-1**      **Работы по когнитивным функциям-2**





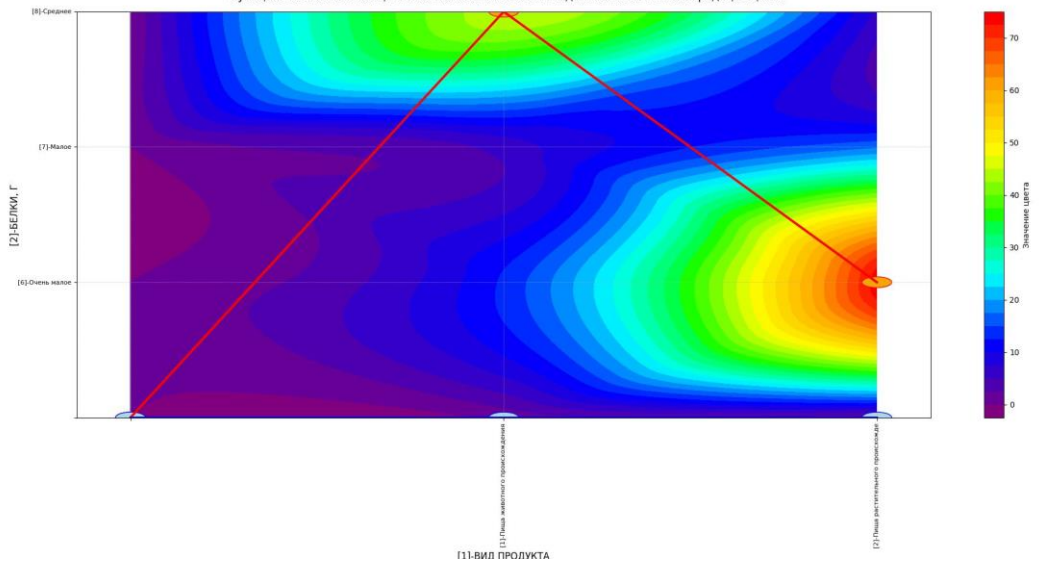
### КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ пищевой ценности продуктов питания'  
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



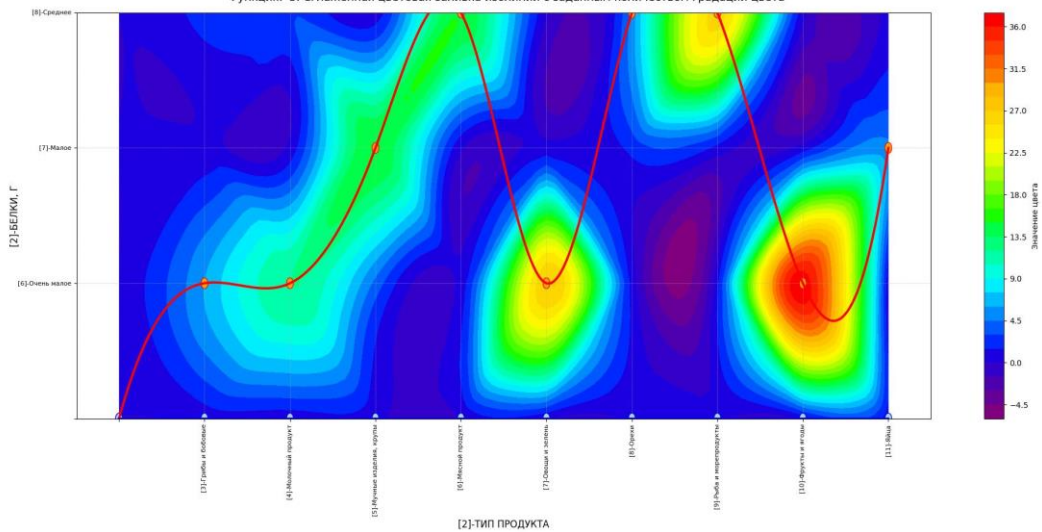
### КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ пищевой ценности продуктов питания'  
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



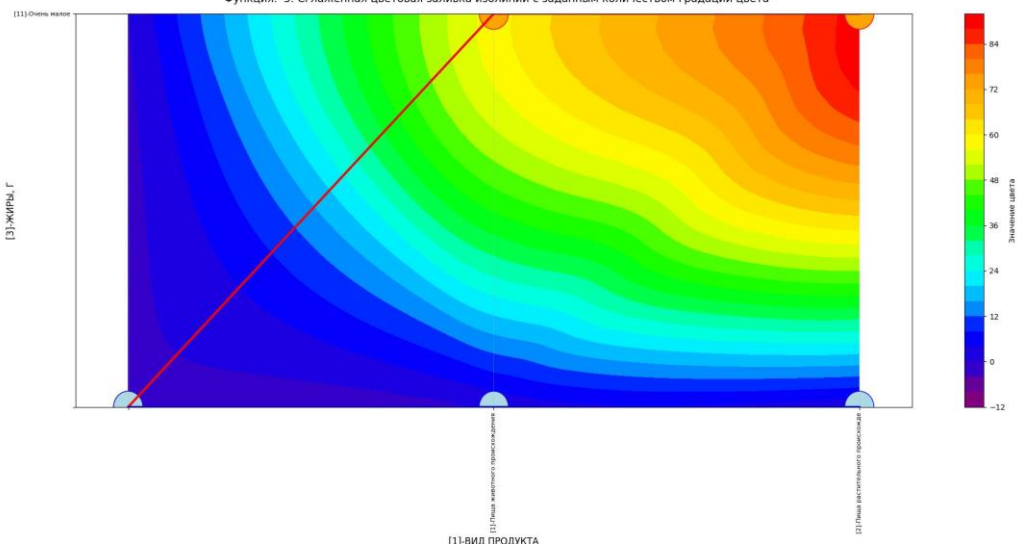
### КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ пищевой ценности продуктов питания'  
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



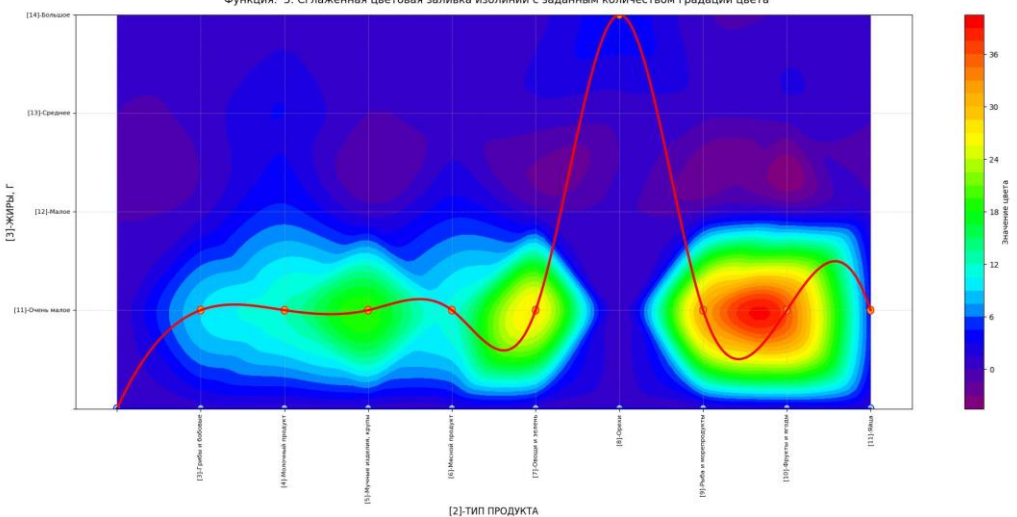
**КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ**

Приложение: 'АСК-анализ пищевой ценности продуктов питания'  
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



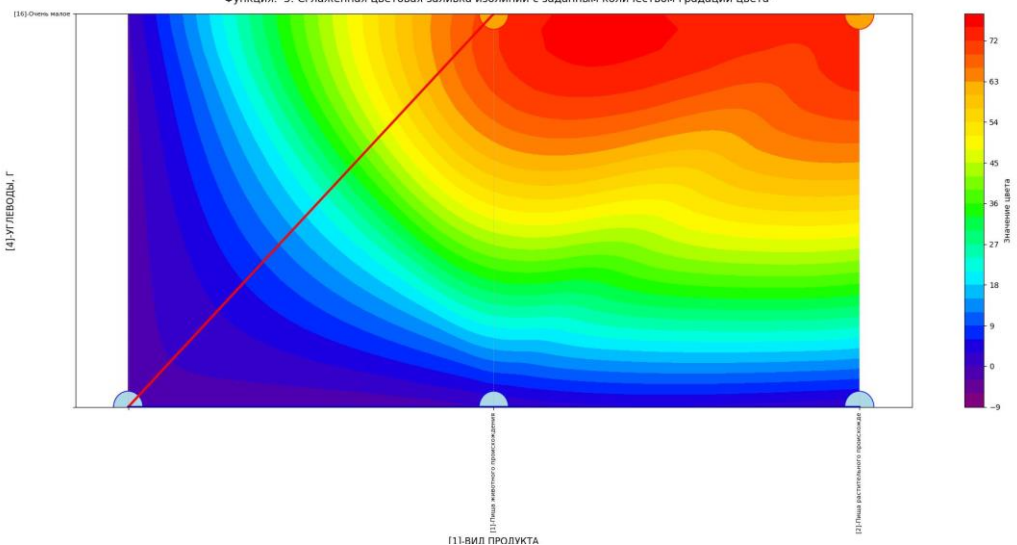
**КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ**

Приложение: 'АСК-анализ пищевой ценности продуктов питания'  
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



**КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ**

Приложение: 'АСК-анализ пищевой ценности продуктов питания'  
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



## 4.5. Визуализация когнитивных функций

Что такое когнитивная функция:

Визуализация прямых, обратных, позитивных, негативных, полностью и частично редуцированных когнитивных функций. Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации закономерностей и эмпирических законов. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека. Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации; негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации; средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем в качестве весов наблюдений используется количество информации в значении аргумента о значениях функции) различной степенью редукции или степенью детерминации, которая отражает в графической форме (в форме полосы) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала. Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию. Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос". Необходимо отметить, что на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций - новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №03(67). С. 240 - 282. - Шифр Информрегистра: 0421100012\0077. , 2,688 у.п.л. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>

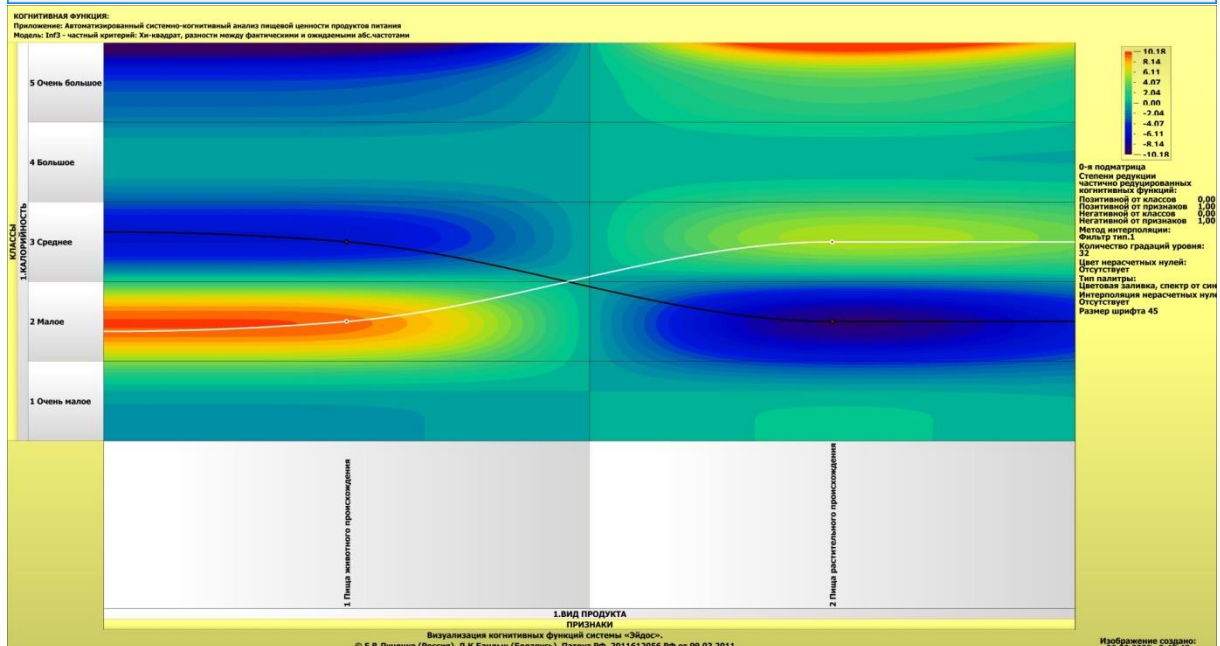
Задайте нужный режим:

Визуализации когнитивных функций

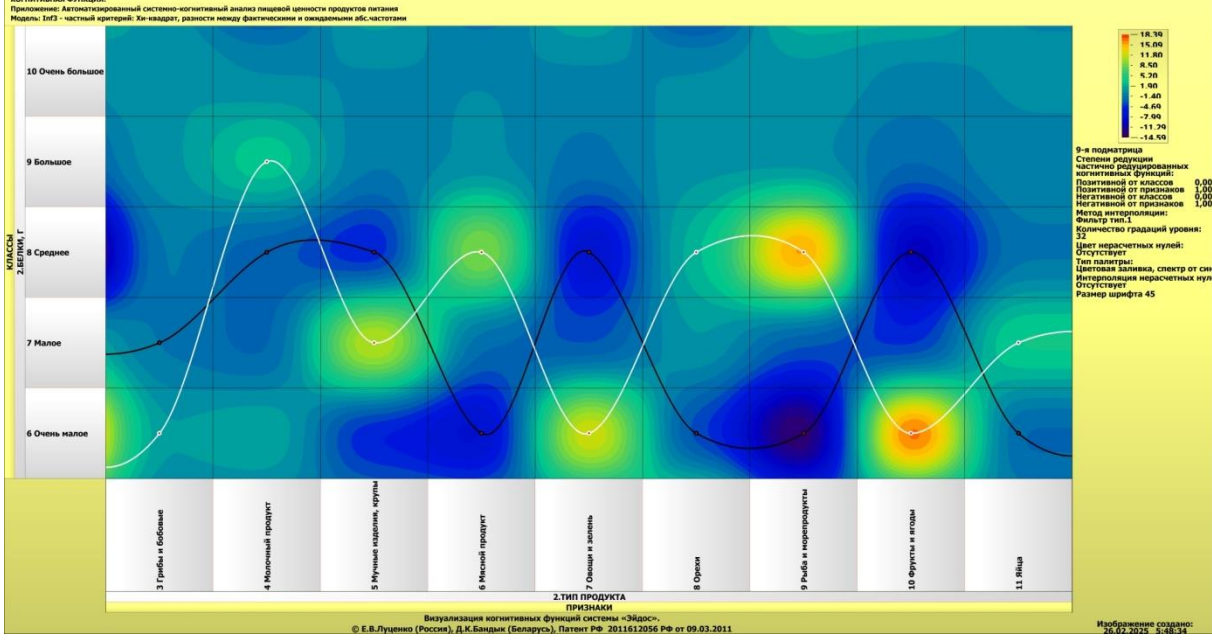
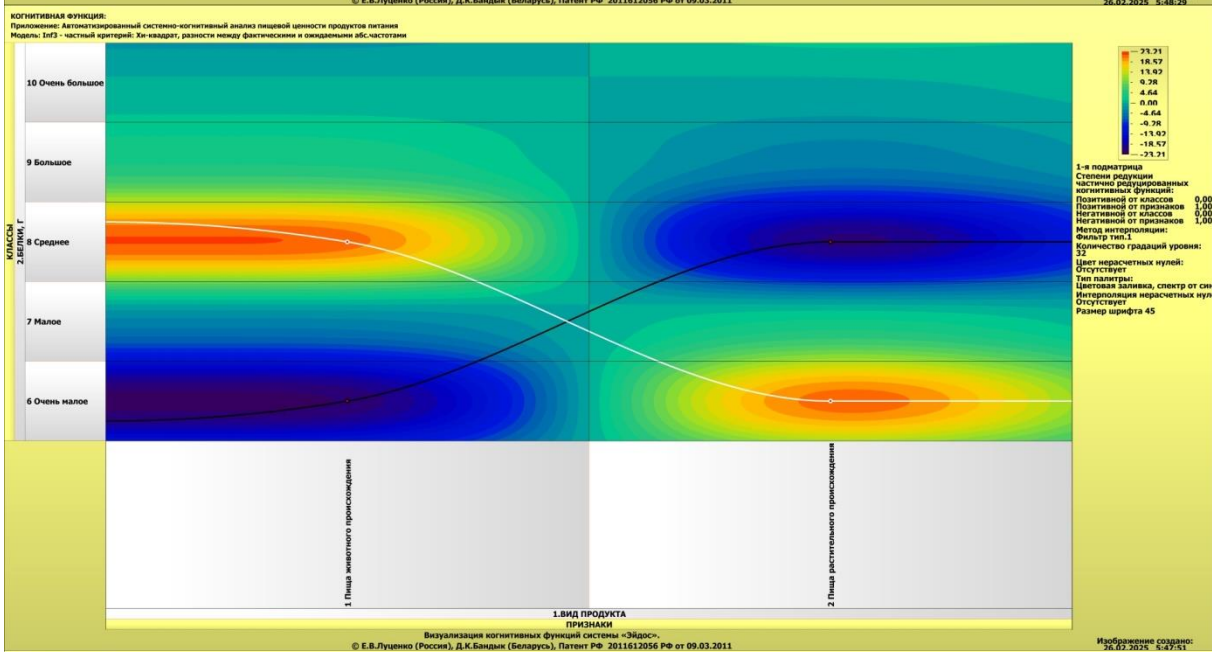
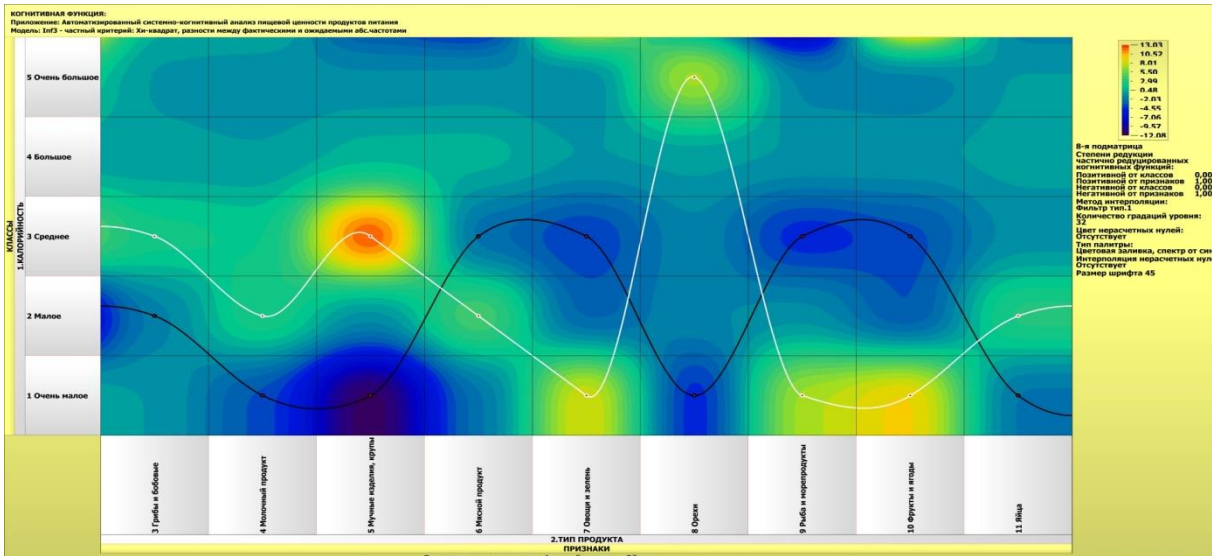
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

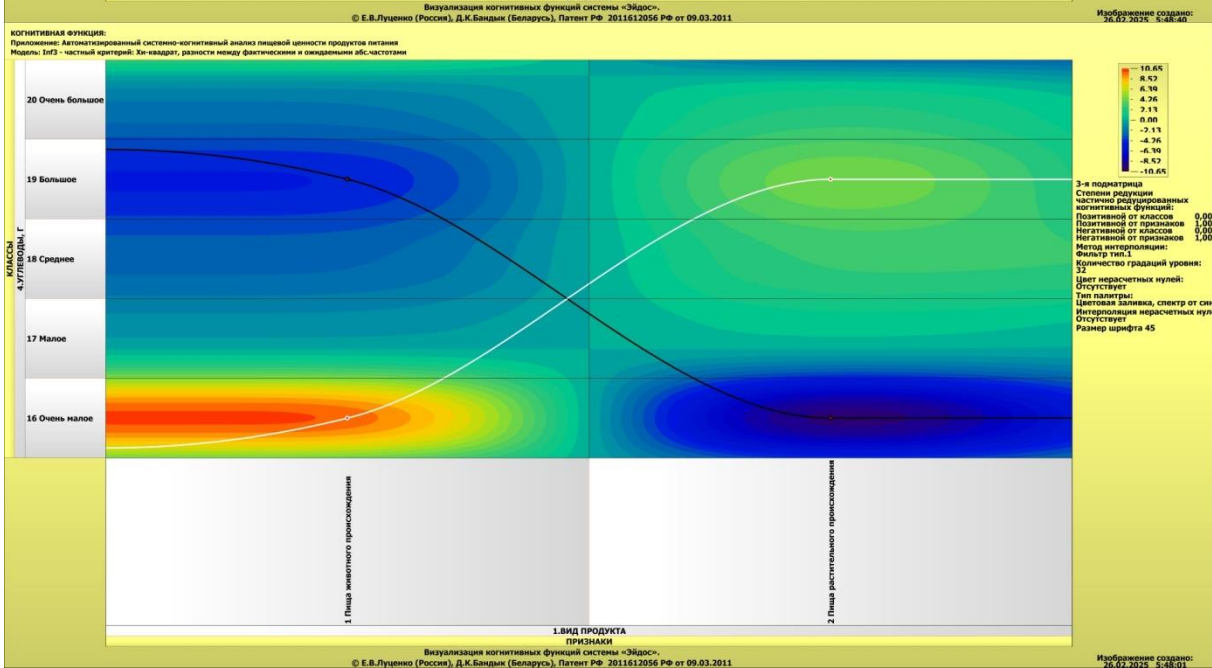
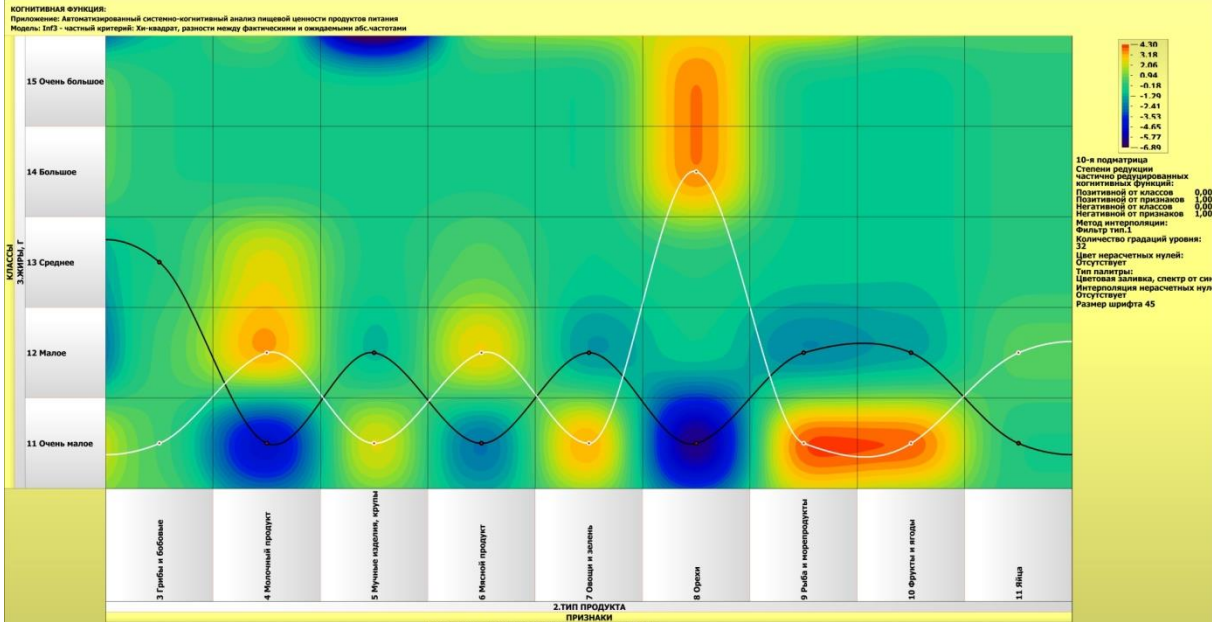
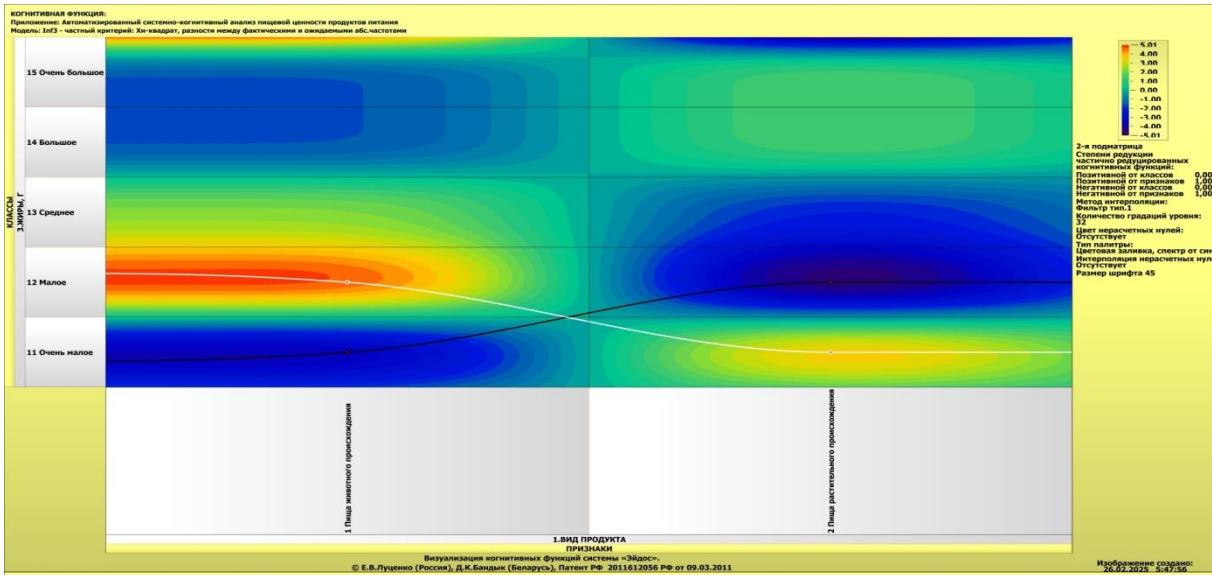
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

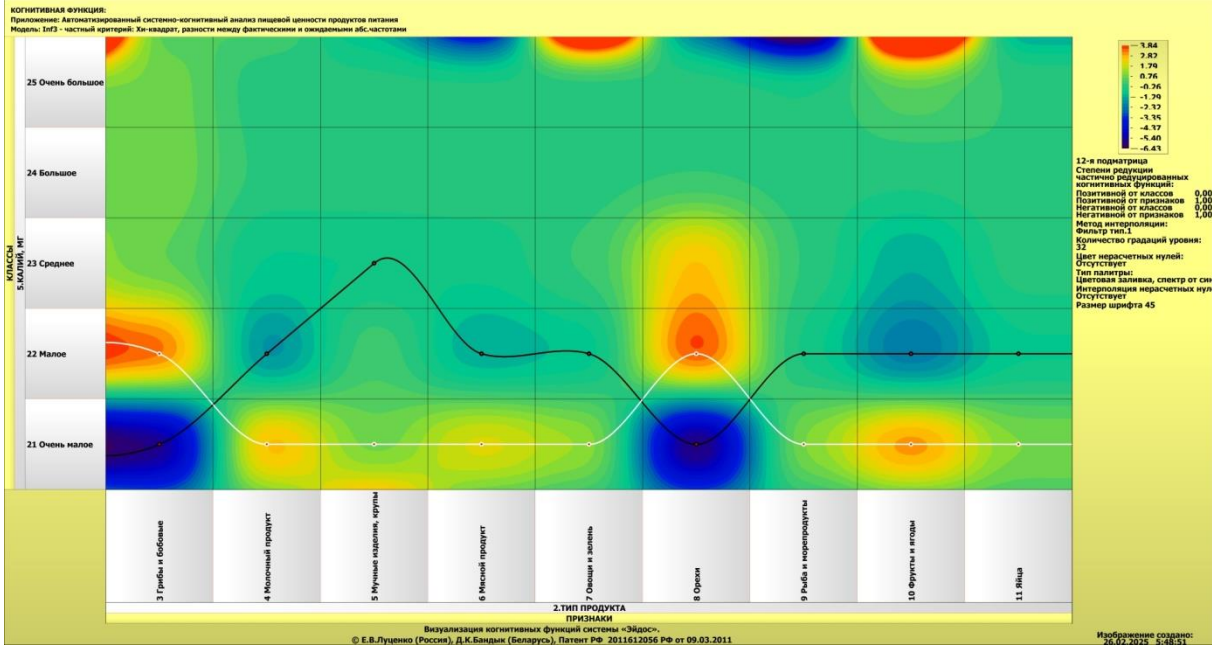
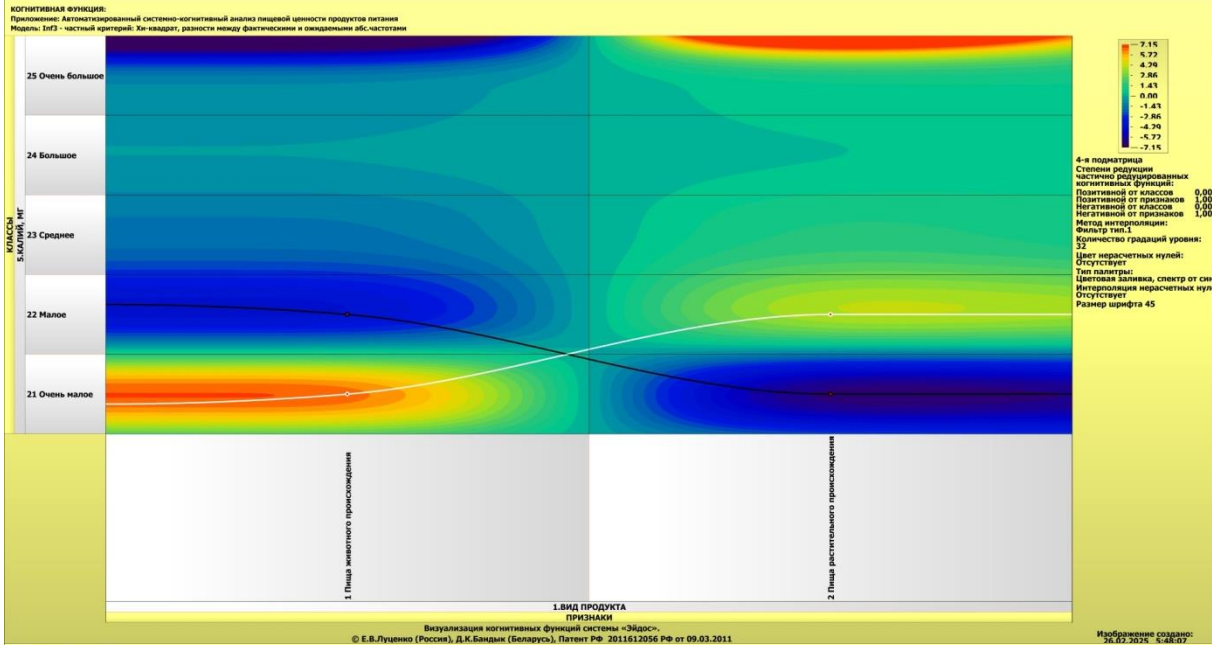
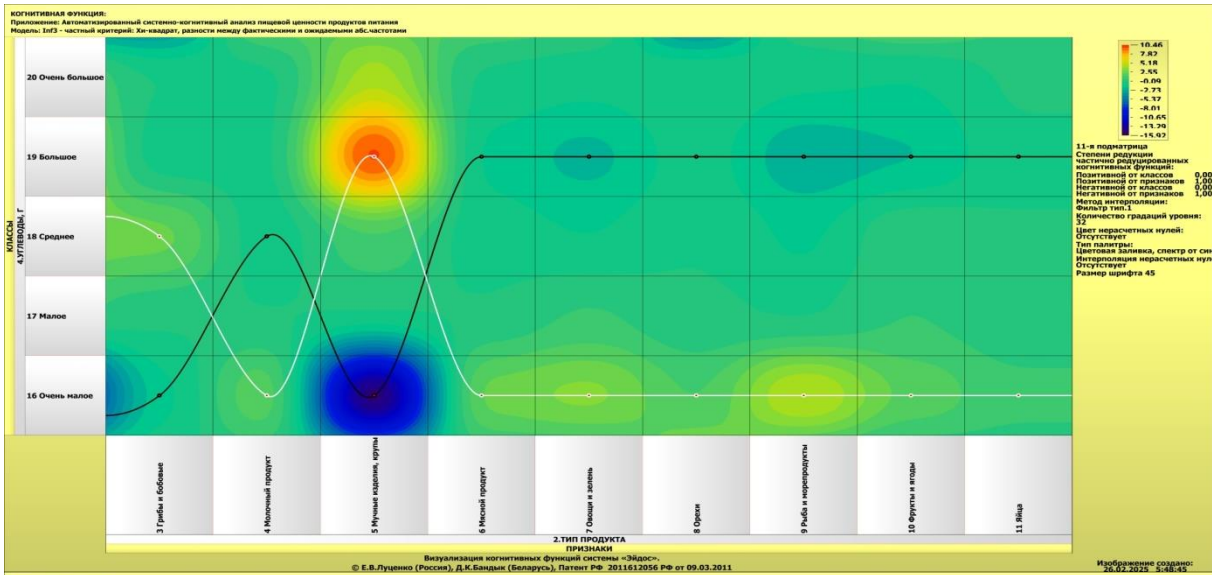
Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями



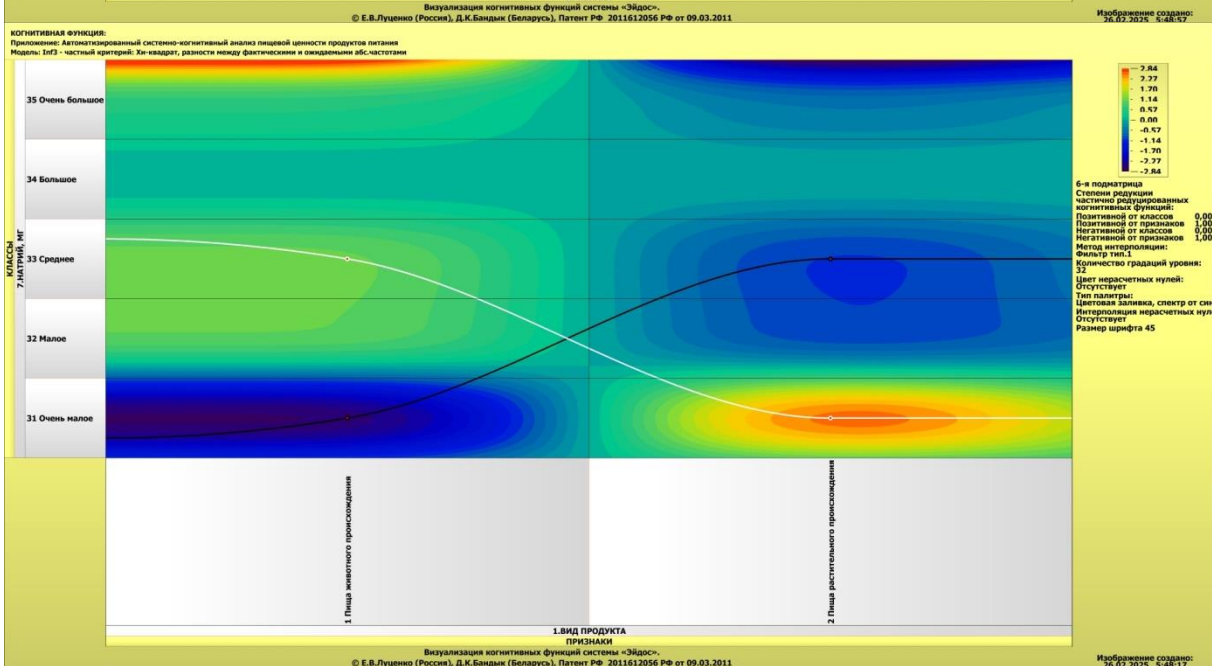
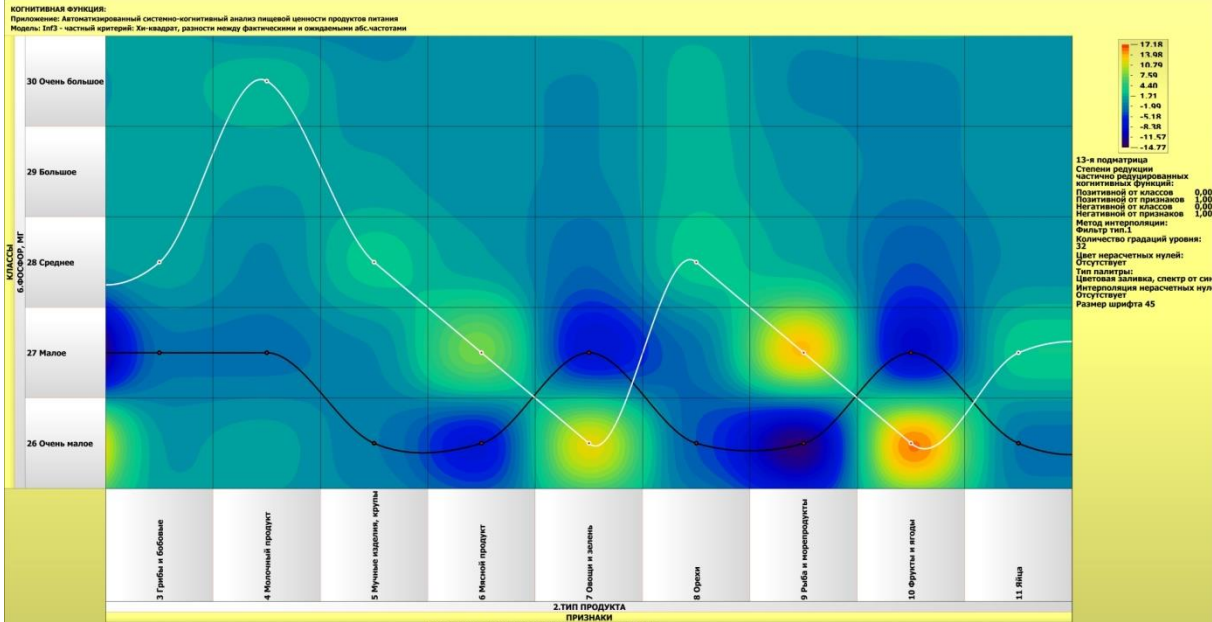
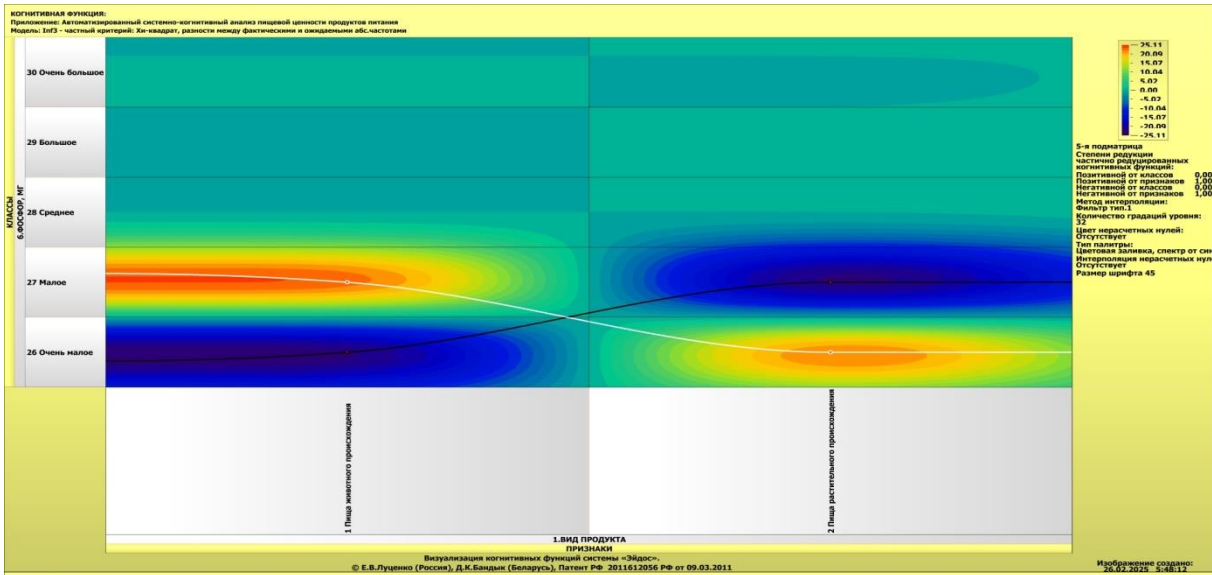












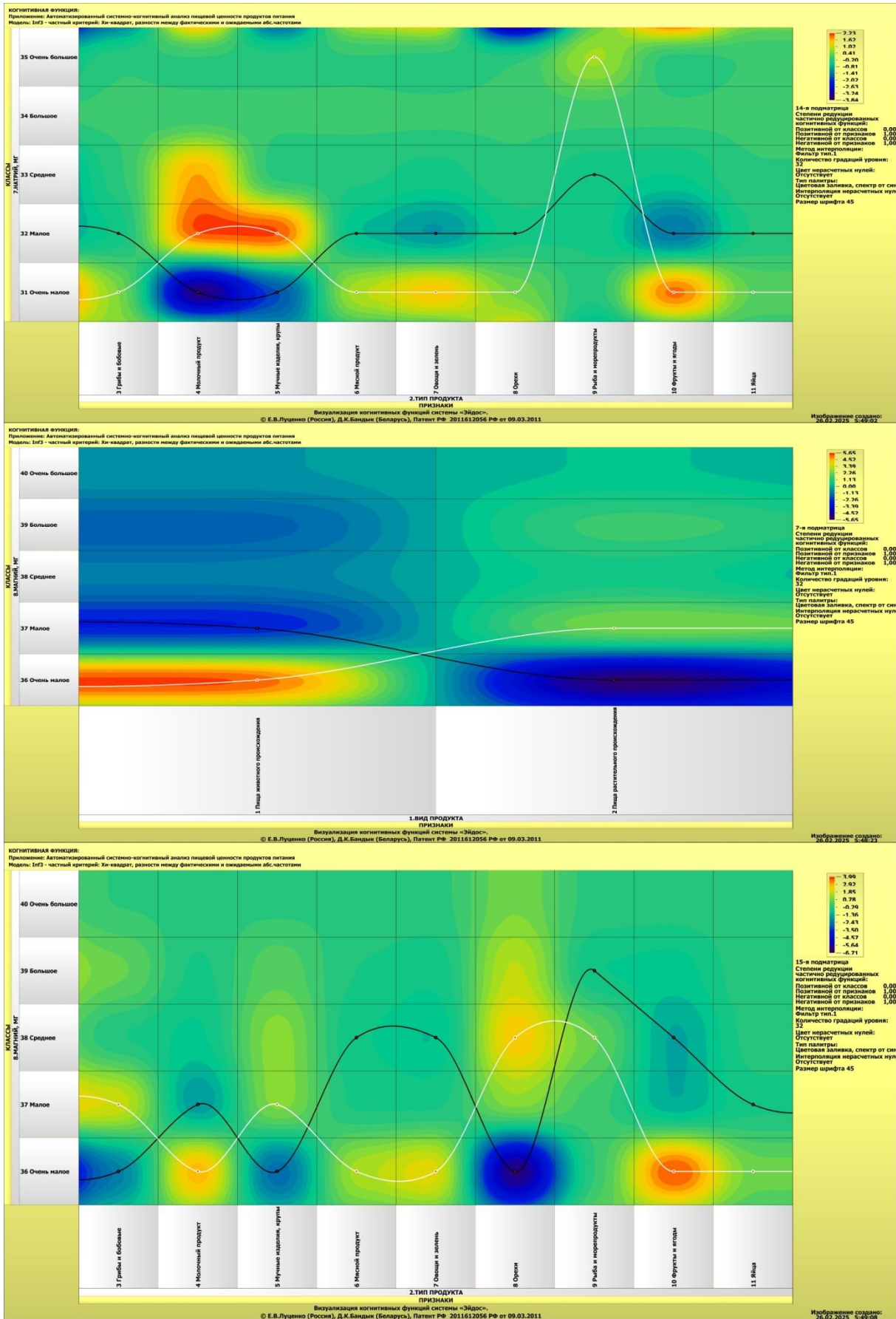


Рисунок 36. Примеры когнитивных функций в СК-модели ABS

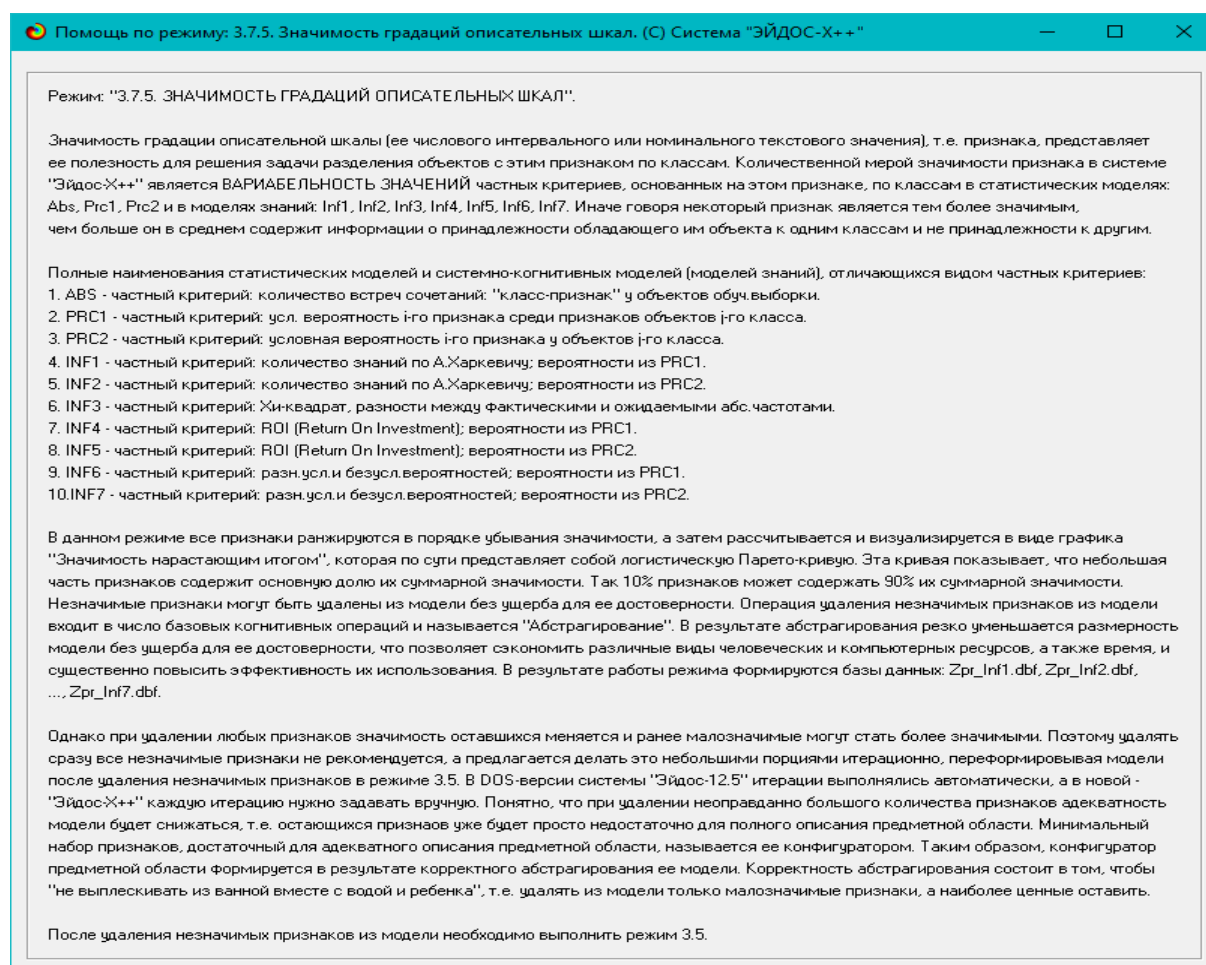
Как уже отмечалось, содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования.

### 3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций

В АСК-анализе все факторы рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта моделирования и управления, на который они действуют, в определенное будущее состояние, описываемое классом (градация классификационной шкалы), и при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации.

Значимость всей описательной шкалы является средним от степени значимости ее градаций (режим 3.7.4 системы «Эйдос»).

Значимость (селективная сила) градаций описательных шкал в АСК-анализе – это вариабельность частных критериев в статистических и системно-когнитивных моделях, например, в модели Inf1, это вариабельность информативностей (режим 3.7.5 системы «Эйдос») (рисунок 37):

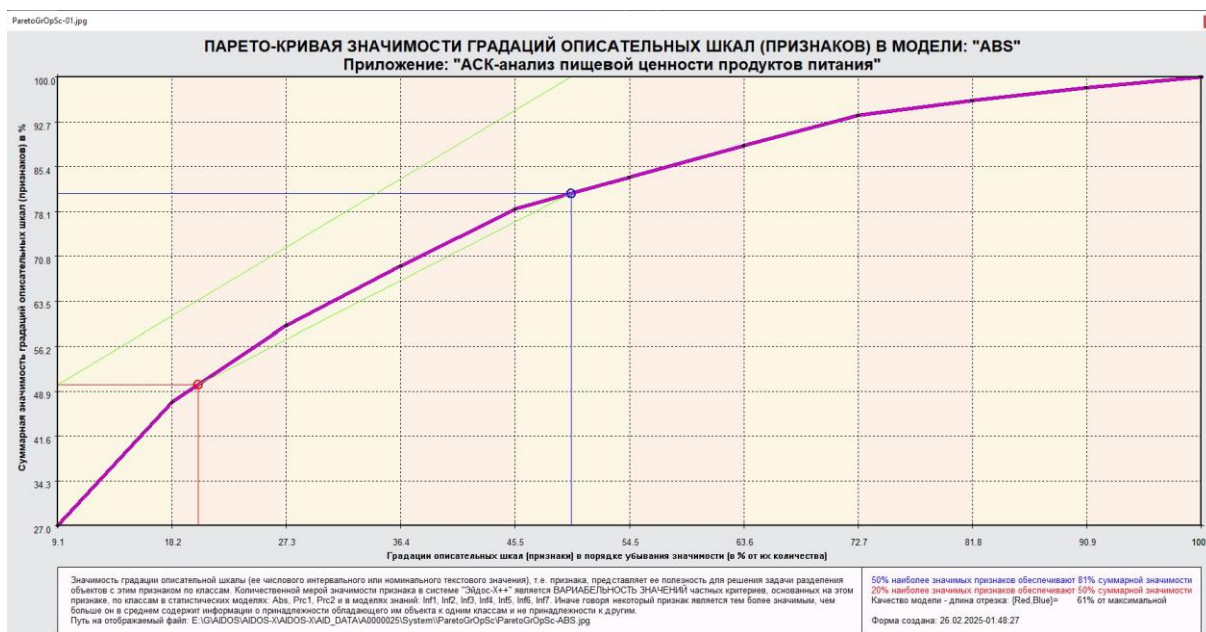


**Рисунок 37. Help режима 3.7.5, поясняющий смысл значимости градаций описательных шкал**



Если рассортировать все градации факторов (признаки) в порядке убывания селективной силы и получить сумму селективной силы системы значений факторов нарастающим итогом, то получим Парето-кривую.

На рисунке 38 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели ABS. Также из рисунка видно, что 20% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 81% суммарного влияния.



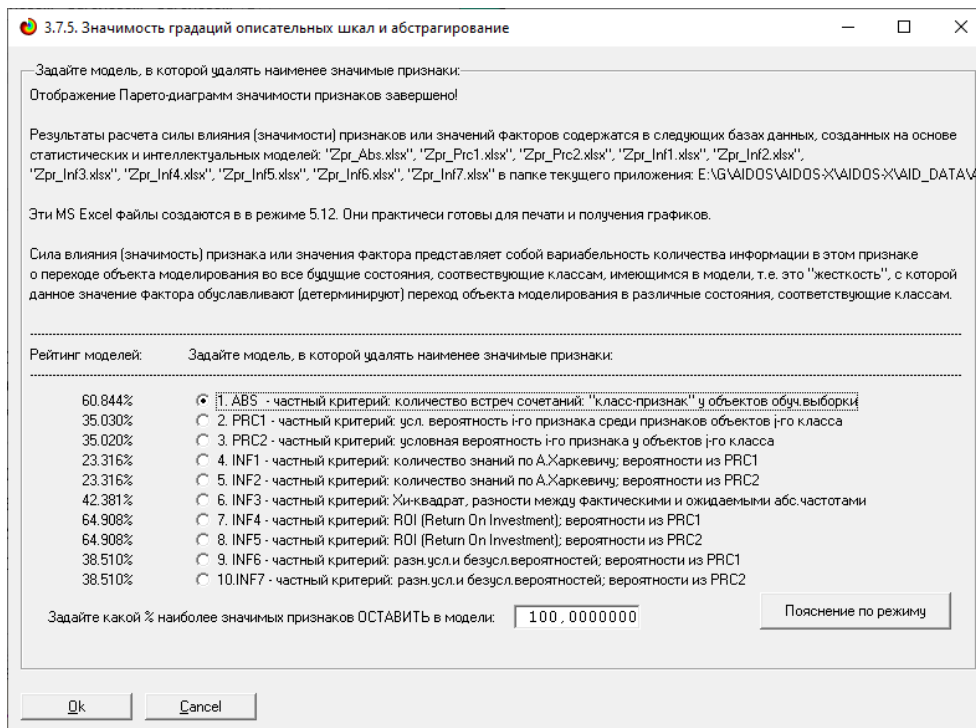
**Рисунок 38. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели ABS**

В таблице 16 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 38. Из таблицы 16 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущее состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

**Таблица 16 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели ABS**

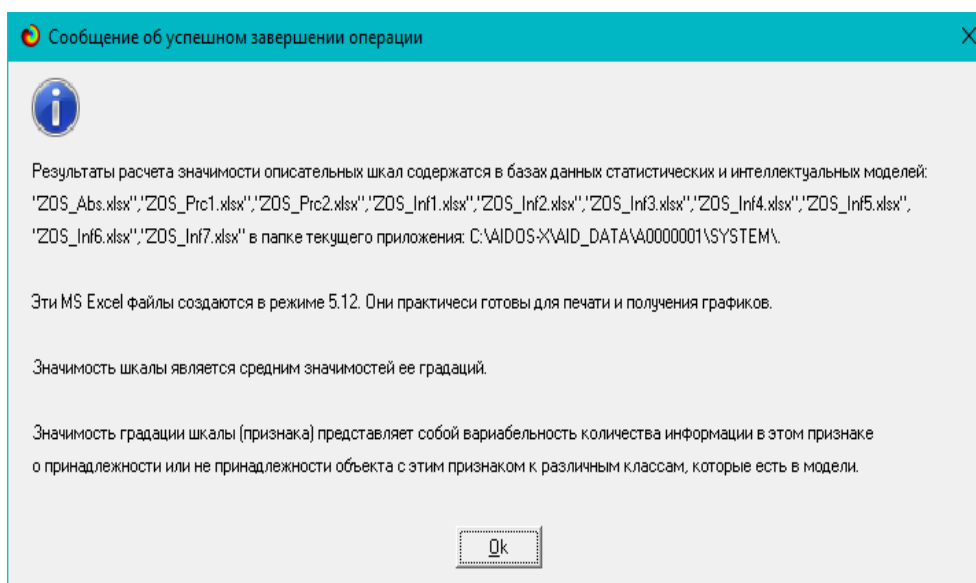
NUM	NUM_PRC	KOD_ATR	NAME_ATR	KOD_OPSC	ZNACH_ATR	ZN_ATRNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT	DELETE
1	9,0909091	2	ВИД ПРОДУКТА-Пища растительного происхожде	1	30,4725181	30,4725181	26,9530214	26,9530214	
2	18,1818182	1	ВИД ПРОДУКТА-Пища животного происхождения	1	22,8257614	53,2982795	20,1894452	47,1424666	
3	27,2727273	10	ТИП ПРОДУКТА-Фрукты и ягоды	2	14,0161079	67,3143874	12,3972838	59,5397504	
4	36,3636364	9	ТИП ПРОДУКТА-Рыба и морепродукты	2	10,9549193	78,2693067	9,6896546	69,2294049	
5	45,4545455	7	ТИП ПРОДУКТА-Овощи и зелень	2	10,4655724	88,7348791	9,2568260	78,4862309	
6	54,5454545	4	ТИП ПРОДУКТА-Молочный продукт	2	5,9225774	94,6574565	5,2385351	83,7247660	
7	63,6363636	5	ТИП ПРОДУКТА-Мучные изделия, крупы	2	5,7432234	100,4006799	5,0798960	88,8046620	
8	72,7272727	6	ТИП ПРОДУКТА-Мясной продукт	2	5,6213877	106,0220676	4,9721320	93,7767940	
9	81,8181818	3	ТИП ПРОДУКТА-Грибы и бобовые	2	2,6985276	108,7205952	2,3868547	96,1636487	
10	90,9090909	8	ТИП ПРОДУКТА-Орехи	2	2,4157602	111,1363554	2,1367462	98,3003948	
11	100,0000000	11	ТИП ПРОДУКТА-Яйца	2	1,9215378	113,0578932	1,6996052	100,0000000	

На рисунке 39 система «Эйдос» привела рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей. Кроме того, на этом рисунке приведены имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в разных моделях.



**Рисунок 39. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей и имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в этих моделях**

На экранной форме рисунка 40 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях.



**Рисунок 40. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в статистических и системно-когнитивных моделях**

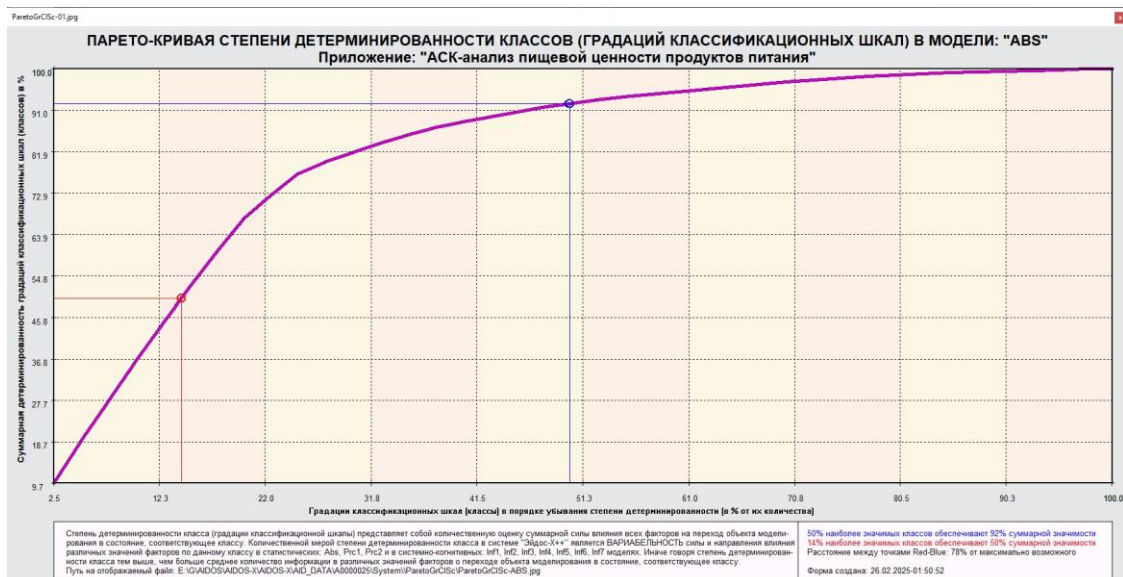
### 3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается *степенью варибельности значений факторов* (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

Чем выше степень детерминированности класса, тем более достоверно он прогнозируется по значениям факторов.

Степень детерминированности (обусловленности) всей классификационной шкалы является средним от степени детерминированности ее градаций, т.е. классов (режим 3.7.2 системы «Эйдос»).

На рисунках 41 приведены экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос», содержащие информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:



**Сообщение об успешном завершении операции**

Отображение Парето-диаграмм степени сформированности классов завершено!

Результаты расчета степени детерминированности (значимости) классов содержатся в следующих базах данных, созданных на основе статистических и интеллектуальных моделей: 'Zkl\_Abs.xlsx', 'Zkl\_Prc1.xlsx', 'Zkl\_Prc2.xlsx', 'Zkl\_Inf1.xlsx', 'Zkl\_Inf2.xlsx', 'Zkl\_Inf3.xlsx', 'Zkl\_Inf4.xlsx', 'Zkl\_Inf5.xlsx', 'Zkl\_Inf6.xlsx', 'Zkl\_Inf7.xlsx' в папке текущего приложения: E:\g\Aidos\Aidos-X\AD\_DATA\A0000003\System\.

Эти MS Excel файлы создаются в режиме 5.12. Они практически готовы для печати и получения графиков.

Степень детерминированности класса представляет собой варибельность количества информации в всех признаках модели о принадлежности или не принадлежности объекта с этим признаком к данному классу, т.е. это "жесткость", с которой значения факторов обуславливают (детерминируют) переход объекта моделирования в состояние, соответствующее классу.

Ok

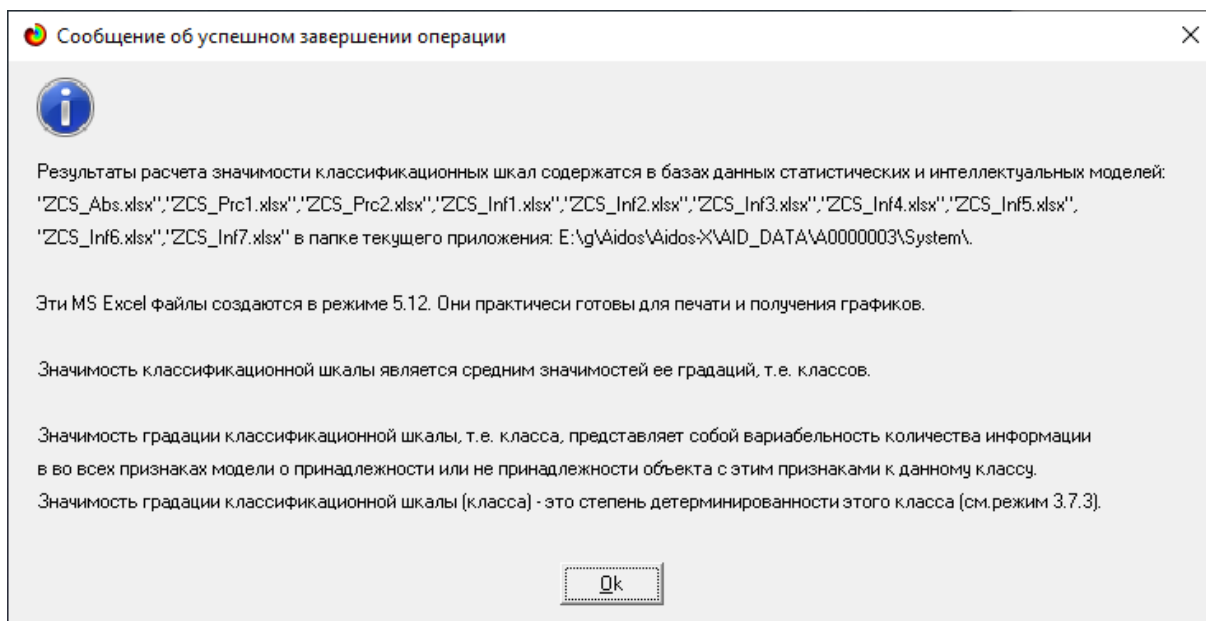


Рисунок 41. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 17 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 41.

Таблица 17 – Степень детерминированности классов в СК-модели ABS

NUM	NUM_PRC	KOD_CLS	NAME_CLS	KOD_CLSC	ZNACH_CLS	ZN_CLSNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT	DELETE
1	2,5000000	31	НАТРИЙ, МГ-Очень малое	7	28,3000000	28,3000000	9,6653005	9,6653005	
2	5,0000000	11	ЖИРЫ, Г-Очень малое	3	27,0000000	55,3000000	9,2213115	18,8866120	
3	7,5000000	16	УГЛЕВОДЫ, Г-Очень малое	4	25,2000000	80,5000000	8,6065574	27,4931694	
4	10,0000000	36	МАГНИЙ, МГ-Очень малое	8	25,2000000	105,7000000	8,6065574	36,097268	
5	12,5000000	21	КАЛИЙ, МГ-Очень малое	5	24,2000000	129,9000000	8,2650273	44,3647541	
6	15,0000000	26	ФОСФОР, МГ-Очень малое	6	23,1000000	153,0000000	7,8893443	52,2540984	
7	17,5000000	6	БЕЛКИ, Г-Очень малое	2	22,8000000	175,8000000	7,7868852	60,0409836	
8	20,0000000	1	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень малое	1	21,3000000	197,1000000	7,2745902	67,3155738	
9	22,5000000	27	ФОСФОР, МГ-Малое	6	14,6000000	211,7000000	4,9863388	72,3019126	
10	25,0000000	8	БЕЛКИ, Г-Среднее	2	14,1000000	225,8000000	4,8155738	77,1174863	
11	27,5000000	3	КАЛОРИЙНОСТЬ-Среднее	1	7,4000000	233,2000000	2,5273224	79,6448087	
12	30,0000000	7	БЕЛКИ, Г-Малое	2	6,2000000	239,4000000	2,1174863	81,7622951	
13	32,5000000	2	КАЛОРИЙНОСТЬ-Малое	1	5,9000000	245,3000000	2,0150273	83,7773224	
14	35,0000000	22	КАЛИЙ, МГ-Малое	5	5,1000000	250,4000000	1,7418033	85,5191257	
15	37,5000000	19	УГЛЕВОДЫ, Г-Большое	4	4,9000000	255,3000000	1,6734973	87,1926230	
16	40,0000000	28	ФОСФОР, МГ-Среднее	6	3,4000000	258,7000000	1,1612022	88,3538251	
17	42,5000000	37	МАГНИЙ, МГ-Малое	8	3,3000000	262,0000000	1,1270492	89,4808743	
18	45,0000000	5	КАЛОРИЙНОСТЬ-Очень больш	1	3,2000000	265,2000000	1,0928962	90,5737705	
19	47,5000000	12	ЖИРЫ, Г-Малое	3	3,1000000	268,3000000	1,0587432	91,6325137	
20	50,0000000	9	БЕЛКИ, Г-Большое	2	2,5000000	270,8000000	0,8538251	92,4863388	
21	52,5000000	18	УГЛЕВОДЫ, Г-Среднее	4	2,2000000	273,0000000	0,7513661	93,2377049	
22	55,0000000	20	УГЛЕВОДЫ, Г-Очень большое	4	2,0000000	275,0000000	0,6830601	93,9207650	
23	57,5000000	38	МАГНИЙ, МГ-Среднее	8	1,7000000	276,7000000	0,5806011	94,5013661	
24	60,0000000	14	ЖИРЫ, Г-Большое	3	1,6000000	278,3000000	0,5464481	95,0478142	
25	62,5000000	15	ЖИРЫ, Г-Очень большое	3	1,6000000	279,9000000	0,5464481	95,5942623	
26	65,0000000	23	КАЛИЙ, МГ-Среднее	5	1,6000000	281,5000000	0,5464481	96,1407104	
27	67,5000000	32	НАТРИЙ, МГ-Малое	7	1,6000000	283,1000000	0,5464481	96,6871585	
28	70,0000000	13	ЖИРЫ, Г-Среднее	3	1,4000000	284,5000000	0,4781421	97,1653005	
29	72,5000000	30	ФОСФОР, МГ-Очень большое	6	1,4000000	285,9000000	0,4781421	97,6434426	
30	75,0000000	39	МАГНИЙ, МГ-Большое	8	1,3000000	287,2000000	0,4439891	98,0874317	
31	77,5000000	29	ФОСФОР, МГ-Большое	6	1,2000000	288,4000000	0,4098361	98,4972678	
32	80,0000000	33	НАТРИЙ, МГ-Среднее	7	0,8000000	289,2000000	0,2732240	98,7704918	
33	82,5000000	17	УГЛЕВОДЫ, Г-Малое	4	0,7000000	289,9000000	0,2390710	99,0095628	
34	85,0000000	25	КАЛИЙ, МГ-Очень большое	5	0,7000000	290,6000000	0,2390710	99,2486339	
35	87,5000000	4	КАЛОРИЙНОСТЬ-Большое	1	0,5000000	291,1000000	0,1707650	99,4193989	
36	90,0000000	10	БЕЛКИ, Г-Очень большое	2	0,5000000	291,6000000	0,1707650	99,5901639	
37	92,5000000	24	КАЛИЙ, МГ-Большое	5	0,4000000	292,0000000	0,1366120	99,7267760	
38	95,0000000	35	НАТРИЙ, МГ-Очень большое	7	0,4000000	292,4000000	0,1366120	99,8633880	
39	97,5000000	40	МАГНИЙ, МГ-Очень большое	8	0,4000000	292,8000000	0,1366120	100,0000000	
40	100,0000000	34	НАТРИЙ, МГ-Большое	7	0,0000000	292,8000000	0,0000000	100,0000000	

Из таблицы 17 видно, какую долю от суммарной степени детерминированности всех классов имеет каждый класс. Степень

обусловленности значениями факторов разных будущих состояний объекта моделирования, соответствующие классам, довольно существенно отличается друг от друга. Например, 50% наиболее жестко детерминированных классов суммарно обеспечивают примерно 92% степень детерминированности, а 50% суммарной детерминированности обеспечивают 15% наиболее жестко детерминированных классов.

Степень детерминированности классификационных шкал значениями факторов в СК-модели ABS представлена в таблице 18.

**Таблица 168 – Степень детерминированности классификационных шкал в СК-модели ABS**

NUM	NUM_PRC	KOD_CLSC	NAME_CLSC	N_GRCLSC	KODGR_MIN	KODGR_MAX	ZNACH_CS	ZN_CSNT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNT	DELETE
1	12,5000000		2 БЕЛКИ, Г	5	6	10	9,2200000	9,2200000	15,7445355	15,7445355	
2	25,0000000		6 ФОСФОР, МГ	5	26	30	8,7400000	17,9600000	14,9248634	30,6693989	
3	37,5000000		1 КАЛОРИЙНОС	5	1	5	7,6600000	25,6200000	13,0806011	43,7500000	
4	50,0000000		4 УГЛЕВОДЫ, Г	5	16	20	7,0000000	32,6200000	11,9535519	55,7035519	
5	62,5000000		3 ЖИРЫ, Г	5	11	15	6,9400000	39,5600000	11,8510929	67,5546448	
6	75,0000000		5 КАЛИЙ, МГ	5	21	25	6,4000000	45,9600000	10,9289617	78,4836066	
7	87,5000000		8 МАГНИЙ, МГ	5	36	40	6,3800000	52,3400000	10,8948087	89,3784153	
8	100,0000000		7 НАТРИЙ, МГ	5	31	35	6,2200000	58,5600000	10,6215847	100,0000000	

Степень детерминированности от классификационной степени шкал представлена в таблицах, наименования которых приведены на третьем рисунке 41.

#### 4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

Полученные результаты можно оценить как успешно решающие сформулированную в работе проблему и обеспечивающие достижение поставленной в работе цели. Эти результаты получены путем применения Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

Анализ полученных результатов, проведенный в данной работе, полностью согласуется с результатами работы, на исходных данных которой они основаны. С другой стороны, применение АСК-анализа и системы «Эйдос» весьма существенно расширяет возможности решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области, по сравнению с методами, применяемыми в работе. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований.

Достижением данной работы является:

1. Возможность корректного построения сопоставимых системно-когнитивных моделей предметной области на основе исходных данных, содержащих как лингвистические переменные, так и числовые переменные в различных единицах измерения.

2. Возможность применения системно-когнитивных моделей для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области.

В качестве перспективы продолжения исследований можно было бы рекомендовать существенно увеличить объем исходных данных,



количество исследуемых факторов, а также количество классификационных шкал и их градаций (классов) для описания будущих состояний объекта моделирования.

Перспективность и ценность результатов подобных исследований и разработок для теории и практики не вызывает особых сомнений, что подтверждается работами в этой области.

Для этого надо скачать систему с сайта разработчика по ссылке на странице: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение. По различным аспектам применения данной технологии есть большое количество видео-занятий (около 300), с которыми можно ознакомиться по ссылкам, приведенным на странице: [http://lc.kubagro.ru/aidos/How\\_to\\_make\\_your\\_own\\_cloud\\_Eidos-application.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf).

## **5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)**

В процессе разработки инструмента для анализа пищевой ценности продуктов удалось провести полноценный АСК-анализ ее зависимости от видов продуктов и их подвидов (типов). В условиях современного общества, где неправильное питание становится одной из главных причин распространения хронических заболеваний, создание доступного и понятного инструмента анализа пищевой ценности имеет особое значение.

На первом этапе был проведен анализ существующих решений, позволивший выявить их недостатки, такие как недостаточная детализация информации, сложность в использовании и отсутствие интерактивных элементов. Это позволило нам четко определить, какие функции и возможности должен иметь наш инструмент, чтобы удовлетворять потребности пользователей.

Система «Эйдос» представляет собой мощный инструмент, который позволяет значительно улучшить понимание пищевой ценности продуктов и их влияния на здоровье. Она обеспечивает пользователей детализированной информацией о составе продуктов, включая макро- и микроэлементы, витамины и минералы, что делает информацию более доступной для широкой аудитории и позволяет людям принимать обоснованные решения о своем питании. Система также предлагает индивидуализированный подход, учитывая потребности пользователей и предлагая рекомендации на основе их здоровья, предпочтений и целей, что особенно важно для людей с особыми диетическими требованиями или хроническими заболеваниями.

Кроме того, «Эйдос» способствует улучшению пищевых привычек благодаря интуитивно понятному интерфейсу и обучающим материалам, которые помогают пользователям легко осваивать функционал системы и применять полученные знания на практике. Высокая точность и надежность данных, обеспечиваемая алгоритмами обработки, позволяет



пользователям доверять информации и использовать ее для планирования рациона. Постоянное обновление базы данных гарантирует актуальность информации, а сбор обратной связи от пользователей позволяет вносить улучшения и адаптировать функционал под реальные потребности аудитории.

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы статистические и системно-когнитивные модели, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным характеристикам покупателя в магазине, изучено влияние параметров людей из выборки на эти классы, и решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

### REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. Луценко, Е. В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 321-363. – EDN OOSCAV.
2. 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) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHC.
3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Работы проф.Е.В.Луценко по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_emergence.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm)
5. Сайт Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>.
6. Страница Е.В.Луценко в РесечГейт <https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>
7. Страница Е.В.Луценко в РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=123162](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162).
8. 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. – 2013. – № 92. – С. 61-71. – EDN RNEGHR.
9. 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. – 2014. – № 101. – С. 1367-1409. – EDN SZVWRV.
10. Луценко, Е. В. Сценарный и спектральный автоматизированный системно-когнитивный анализ / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный

аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2021. – 288 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.22981.37608. – EDN ZQLITW.

11. Орлов, А. И. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2022. – 405 с. – ISBN 978-5-907550-62-9. – DOI 10.13140/RG.2.2.15688.44802. – EDN OQULUW.

12. Луценко, Е. В. Системное обобщение принципа Эшби и повышение уровня системности модели объекта познания как необходимое условие адекватности процесса его познания / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 163. – С. 100-134. – DOI 10.21515/1990-4665-163-009. – EDN SWKGWY.

13. Луценко, Е. В. Эффективность объекта управления как его эмерджентное свойство и повышение уровня системности как цель управления / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 165. – С. 77-98. – DOI 10.13140/RG.2.2.11887.25761. – EDN UMTAMT.

14. Луценко, Е. В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 1-60. – DOI 10.21515/1990-4665-127-001. – EDN YLZTMX.

15. Луценко, Е. В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2003. – № 1. – С. 76-88. – EDN JWXLKT.

16. Работы проф.Е.В.Луценко & С<sup>о</sup> по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_identification\\_presentation\\_and\\_use\\_of\\_knowledge.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_identification_presentation_and_use_of_knowledge.htm)

17. Пойа Дьердь. Математика и правдоподобные рассуждения. // под редакцией С.А.Яновской. Пер. с английского И.А.Вайнштейна., М., Наука, 1975 — 464 с., <http://ilib.mccme.ru/djvu/polya/rassuzhdenija.htm>

18. Монографии по АСК-анализу: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm#\\_Toc128746370](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746370)

19. Некоторые учебники и учебные пособия проф.Е.В.Луценко: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm#\\_Toc128746372](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746372).

20. Свидетельства Роспатента на систему «Эйдос» и ее подсистемы: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm#\\_Toc128746371](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746371).

21. Тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)

22. Работы по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_emergence.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm) .

23. Работы по АСК-анализу изображений: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_ASK-analysis\\_of\\_images.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_images.htm)

24. Работы по АСК-анализу текстов: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_ASK-analysis\\_of\\_texts.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_texts.htm)

25. Работы по когнитивным функциям: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_cognitive\\_functions.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm)

26. Работы по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_identification\\_presentation\\_and\\_use\\_of\\_knowledge.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_identification_presentation_and_use_of_knowledge.htm)
27. Работы по экологии, климатологии и изучению влияния космической среды на различные глобальные процессы на Земле: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_the\\_study\\_of\\_the\\_influence\\_of\\_the\\_space\\_environment\\_on\\_various\\_processes\\_on\\_Earth.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_study_of_the_influence_of_the_space_environment_on_various_processes_on_Earth.htm)
28. Работы по современным информационно-коммуникационным технологиям в научно-исследовательской деятельности и образовании: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Information\\_and\\_communication\\_technologies\\_in\\_research\\_activities\\_and\\_education.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Information_and_communication_technologies_in_research_activities_and_education.htm)
29. Работы по виртуальной реальности: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual\\_reality\\_publications.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual_reality_publications.htm)
30. Работы по когнитивной ветеринарии: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Publications\\_on\\_cognitive\\_veterinary\\_medicine.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Publications_on_cognitive_veterinary_medicine.htm)
31. Работы по когнитивной агрономии и когнитивной ампелографии: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_cognitive\\_agronomy.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_agronomy.htm)
32. Работы по тематике, связанной с АПК: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_with\\_agricultural.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm)
33. Работы по наукометрии: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_scientometrics.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_scientometrics.htm)
34. Работы о высших формах сознания, перспективах человека, технологии и общества: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_higher\\_forms\\_of\\_consciousness.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_higher_forms_of_consciousness.htm)
35. Работы по разработке и применению профиограмм и тестов (психологических, профориентационных, медицинских и ветеринарных): [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_the\\_development\\_and\\_application\\_tests.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_development_and_application_tests.htm)
36. Работы по сценарному автоматизированному системно-когнитивному анализу (сценарный АСК-анализ): [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_Scenario\\_ASC-analysis.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_Scenario_ASC-analysis.htm)
37. MVP-проект «Внедрение технологий АСК-анализа и системы «Эйдос» для решения задач АПК»: <http://lc.kubagro.ru/aidos/MVP-projects.htm>
38. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf)
39. Ссылки на видео-занятия и проф.Е.В.Луценко в Пермском национальном университете: <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/w3y-2ir-ukd-bqn> (2021), <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/3kc-n8a-gon-tjz> (2022), в Кубанском государственном университете и Кубанском государственном аграрном университете: <https://disk.yandex.ru/d/knISAD5qzV83Ng?w=1>
40. Луценко, Е. В. Революция начала XXI века в искусственном интеллекте: глубинные механизмы и перспективы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – 394 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.17056.56321. – EDN OMIPII.
41. Луценко Е.В. Системы искусственного интеллекта как системы автоматизации процесса научного познания и удвоение номенклатуры научных специальностей путем применения этих систем для исследований в различных направлениях науки / Е.В. Луценко, Н.С. Головин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2024. – №01(195). С. 74 – 111. – IDA [article ID]: 1952401009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2024/01/pdf/09.pdf>, 2,375 у.п.л.