

**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: «АСК-анализ спроса на товары в маркетплейсах по времени  
суток»

Выполнил студент группы: ИТ2341 Горбунов Ярослав Юрьевич

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 Горбунова Ярослава Юрьевича  
курса 2 очной формы обучения группы ИТ2341  
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»  
Наименование темы «АСК-анализ спроса на товары в маркетплейсах по  
времени суток»

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)

«17» февраля 2025 г.

## РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 92 страниц, 41 рисунок, 18 таблиц, 42 литературных источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, AIDOS-X, КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИ, ШКАЛЫ, КЛАССЫ, МАРКЕТПЛЕЙС, СПРОС, ВРЕМЯ СУТОК.

Целью работы является проведение автоматизированного системно-когнитивного анализа факторов, влияющих на спрос на товары в маркетплейсах в зависимости от времени суток.

Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ методов формирования обобщенных моделей зависимости спроса от различных факторов (категория товара, день недели, время суток) и решения задач идентификации, прогнозирования спроса, а также исследования моделируемой предметной области рынка электронной коммерции путем анализа полученной модели.

<b>АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК</b>	<b>AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF DEMAND FOR GOODS IN MARKETPLACES ACCORDING TO THE TIME OF DAY</b>
Горбунов Ярослав Юрьевич студент факультета ПИ, группы ИТ2341 gorbunov-yaroslav@bk.ru	Gorbunov Yaroslav Yuryevich student of the Faculty of PI, groups IT2341 gorbunov-yaroslav@bk.ru
<i>Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия</i>	<i>Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia</i>
<p>В условиях высокой конкуренции на маркетплейсах, эффективное управление товарными запасами и ценообразованием приобретает критическую важность. Знание о колебаниях спроса в течение суток может существенно повысить прибыльность бизнеса. Однако анализ огромного массива данных о продажах в различное время представляет собой сложную задачу. Традиционные методы анализа часто оказываются недостаточно оперативными и гибкими. В данной статье для анализа эмпирических данных о спросе на товары в маркетплейсах по времени суток предлагается использовать Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос». Этот подход позволяет выявить скрытые закономерности и зависимости, которые недоступны при использовании традиционных методов, и учесть специфику различных товарных категорий. Приводится подробный численный пример с использованием данных о продажах различных товаров на маркетплейсах. Этот пример содержит много разнообразных наглядных табличных и графических выходных форм и может использоваться для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос» для исследований в области электронной коммерции, для выработки практических рекомендаций по управлению продажами и ценообразованием, а также для обоснования научных положений о механизмах влияния времени суток на потребительский спрос.</p>	<p>In conditions of high competition on marketplaces, effective management of inventories and pricing is of critical importance. Knowledge of demand fluctuations during the day can significantly increase business profitability. However, the analysis of a huge array of sales data at different times is a difficult task. Traditional analysis methods are often not quickly and flexible. In this article, for the analysis of empirical data on demand for goods in marketplace on the time of day, it is proposed to use automated system-cognitive analysis (ASK analysis) and its software tools-the Aidos intelligent system. This approach allows you to identify hidden patterns and dependencies that are not available when using traditional methods, and take into account the specifics of various product categories. A detailed numerical example is given using data on sales of various goods on marketplaces. This example contains many diverse visual tabular and graphic output forms and can be used to teach the use of ASK-analysis and Aidos system for research in the field of e-commerce, for the development of practical recommendations for sales management and pricing, as well as to substantiate scientific provisions on the mechanisms of the influence of the time of day on consumer demand.</p>
Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», МАРКЕТПЛЕЙС, СПРОС, ВРЕМЯ СУТОК	Keywords: ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, INTELLIGENT SYSTEM "EIDOS", MARKETPLACE, DEMAND, TIME OF DAY

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)</b> .....	<b>6</b>
<b>1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	6
<b>1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ</b> .....	6
<b>1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ</b> .....	7
<b>1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ</b> .....	7
<b>2. METHODS (МЕТОДЫ)</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ</b> .....	7
<b>2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И     ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ</b> .....	8
<b>2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК     МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ</b> .....	8
<b>2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА</b> .....	10
<b>2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ</b> .....	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> .....	20
<b>3.2. ЗАДАЧА-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ</b> .....	21
<b>3.3. ЗАДАЧА-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.     МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ</b> .....	29
<b>3.4. ЗАДАЧА-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ</b> .....	39
<b>3.5. ЗАДАЧА-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ</b> .....	42
<b>3.6. ЗАДАЧА-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ</b> .....	43
3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний» .....	44
3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» .....	44
3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев .....	46
3.6.4. Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос» .....	46
<b>3.7. ЗАДАЧА-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ</b> .....	49
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ .....	49
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» .....	52
<b>3.8. ЗАДАЧА-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО     МОДЕЛИ</b> .....	56
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы) .....	56
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов .....	57
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал .....	59
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны .....	62
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть .....	65
3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты .....	67
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения) .....	68
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения) .....	71
3.8.9. Когнитивные функции .....	76
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций .....	81
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал .....	84
<b>4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)</b> .....	<b>87</b>
<b>5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)</b> .....	<b>88</b>
<b>REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)</b> .....	<b>88</b>

## **1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)**

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

Современный рынок электронной коммерции характеризуется высокой конкуренцией и динамично меняющимся спросом. Глобализация, цифровизация и распространение мобильных технологий привели к тому, что потребители имеют доступ к широкому ассортименту товаров и услуг из любой точки мира. В этих условиях маркетплейсы, предоставляя платформу для взаимодействия множества продавцов и покупателей, играют ключевую роль в формировании и развитии рынка e-commerce. Они предлагают удобный интерфейс для поиска и сравнения товаров, безопасные способы оплаты, доставки и другие дополнительные сервисы.

Успешная деятельность на маркетплейсах требует от продавцов глубокого понимания факторов, влияющих на потребительский спрос. К таким факторам относятся ценообразование, ассортимент, маркетинговые акции, репутация продавца, качество обслуживания и, что немаловажно, временные колебания спроса. Именно анализ временных паттернов позволяет выявить "пиковые" часы продаж, периоды снижения активности покупателей и другие важные тенденции. Знание о том, как меняется спрос на различные товары в течение суток, позволяет оптимизировать множество бизнес-процессов.

В частности, эта информация может быть использована для:

- Управления товарными запасами: Оптимизация уровня запасов с учетом прогнозируемого спроса позволяет минимизировать издержки на хранение и снизить риск дефицита или избытка товаров.

- Персонализации предложений для покупателей: Предложение релевантных товаров в нужное время повышает вероятность покупки и улучшает пользовательский опыт.

- Динамического ценообразования: Изменение цен в зависимости от уровня спроса позволяет максимизировать прибыль и конкурировать более эффективно.

- Планирования маркетинговых кампаний: Запуск акций и специальных предложений в периоды повышенного спроса позволяет увеличить их эффективность.

Таким образом, решение данной проблемы поможет компаниям и организациям разработать более точные подходы к установлению уровня оплаты труда, что повысит эффективность управления персоналом и конкурентоспособность на рынке труда.

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

Объектом исследования являются маркетплейсы как платформы электронной коммерции и данные о продажах различных товарных категорий.

Предметом исследования являются закономерности изменения спроса на товары в маркетплейсах в зависимости от времени суток. В частности, будут анализироваться почасовые колебания спроса на различные товарные категории с учетом таких факторов, как день недели, сезонность и проводимые маркетинговые акции.

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

Традиционные методы анализа данных о продажах часто оказываются недостаточно эффективными для выявления сложных временных зависимостей и скрытых закономерностей в поведении покупателей. Они могут быть трудоемкими, не учитывать множество факторов и не позволять строить точные прогнозы. Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки более эффективных методов анализа спроса на товары в маркетплейсах по времени суток. Применение АСК-анализа, способного обрабатывать большие объемы данных и выявить сложные нелинейные зависимости, позволяет решить эту проблему.

### **1.4. Цель работы**

Целью данной работы является разработка и применение методики на основе Автоматизированного Системно-Когнитивного анализа (АСК-анализа) для выявления закономерностей изменения спроса на товары в маркетплейсах в зависимости от времени суток. Это позволит сформировать практические рекомендации по оптимизации продаж, управлению товарными запасами и динамическому ценообразованию, а также обосновать научные положения о механизмах влияния времени суток на потребительский спрос.

## **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 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»).

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

<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)



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 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].

<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>

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

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/>, <https://dzen.ru/a/ZCKZRKvrlEMBWOк8>, <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-Х++» 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 392, 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](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)), причем с актуальными исходными текстами ([http://lc.kubagro.ru/\\_AidosALL.txt](http://lc.kubagro.ru/_AidosALL.txt)): открытая лицензия: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/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 систему, 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

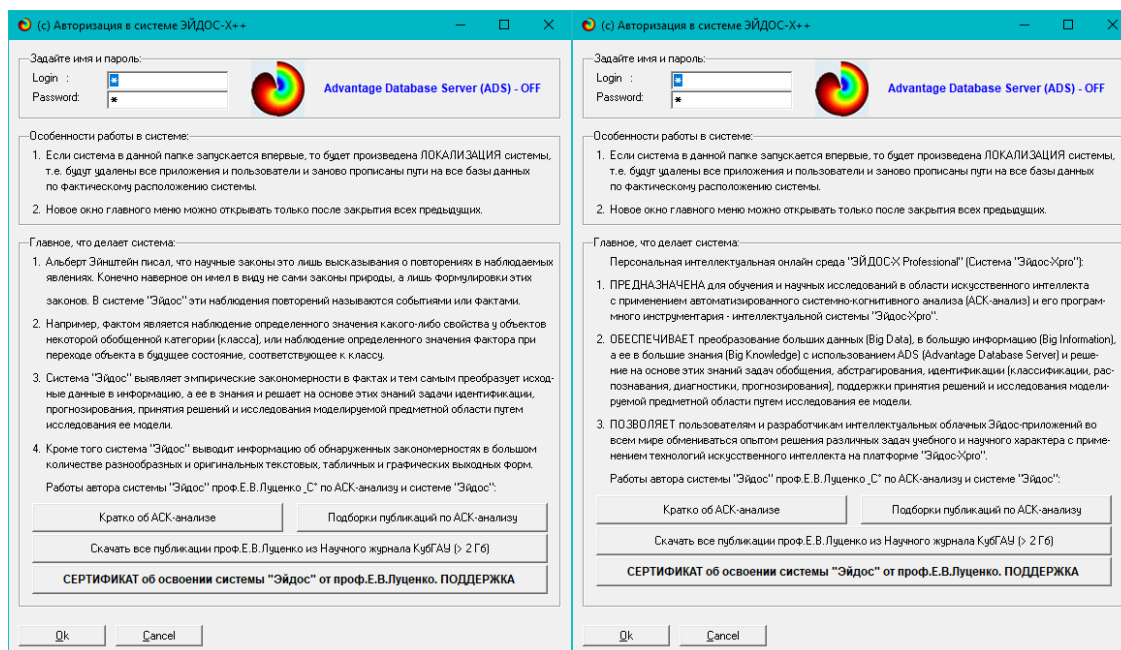
объем около 10 Мб. [Кредо](#). Лаборатория в [ResearchGate](#) по АСК-анализу и системе «Эйдос».

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

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



Рисунок 1. Титульная видеограмма 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>

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

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 получить высококвалифицированную 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 экономической деятельности); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем. модел. в естественных и технологиях); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Технологии программ. и разр. инф.-коммун. 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

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:\Aidos\X\AID\_DATA\Fonts\ it is found that they are missing!!!

To fix the situation, you need to download the font update file <http://lc.kubagro.ru/Fonts.exe> from the developer's website and deploy updates in the system folder: c:\Aidos\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

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://lc.kubagro.ru/map3.php!](http://lc.kubagro.ru/map3.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://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)

Прошу вас отнестись ОТВЕТСТВЕННО к качеству разработки приложения и его описанию и размещать 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/362211631>.

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

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 встречаются пробелы 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\_AIDOS-X.exe", а в исполнении модуля самой системы "\_\_\_AIDOS-X.exe" она включается/отключается в зависимости от содержания текстового файла: "Checking\_the\_correctness\_of\_the\_module\_launch\_AIDOS-X.txt": "ON"/"OFF". Отметим, что модуль запуска системы: "\_\_\_START\_AIDOS-X.exe" кроме проверки корректности запуска системы еще проверяет целостность исполняемого модуля системы "\_\_\_AIDOS-X.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



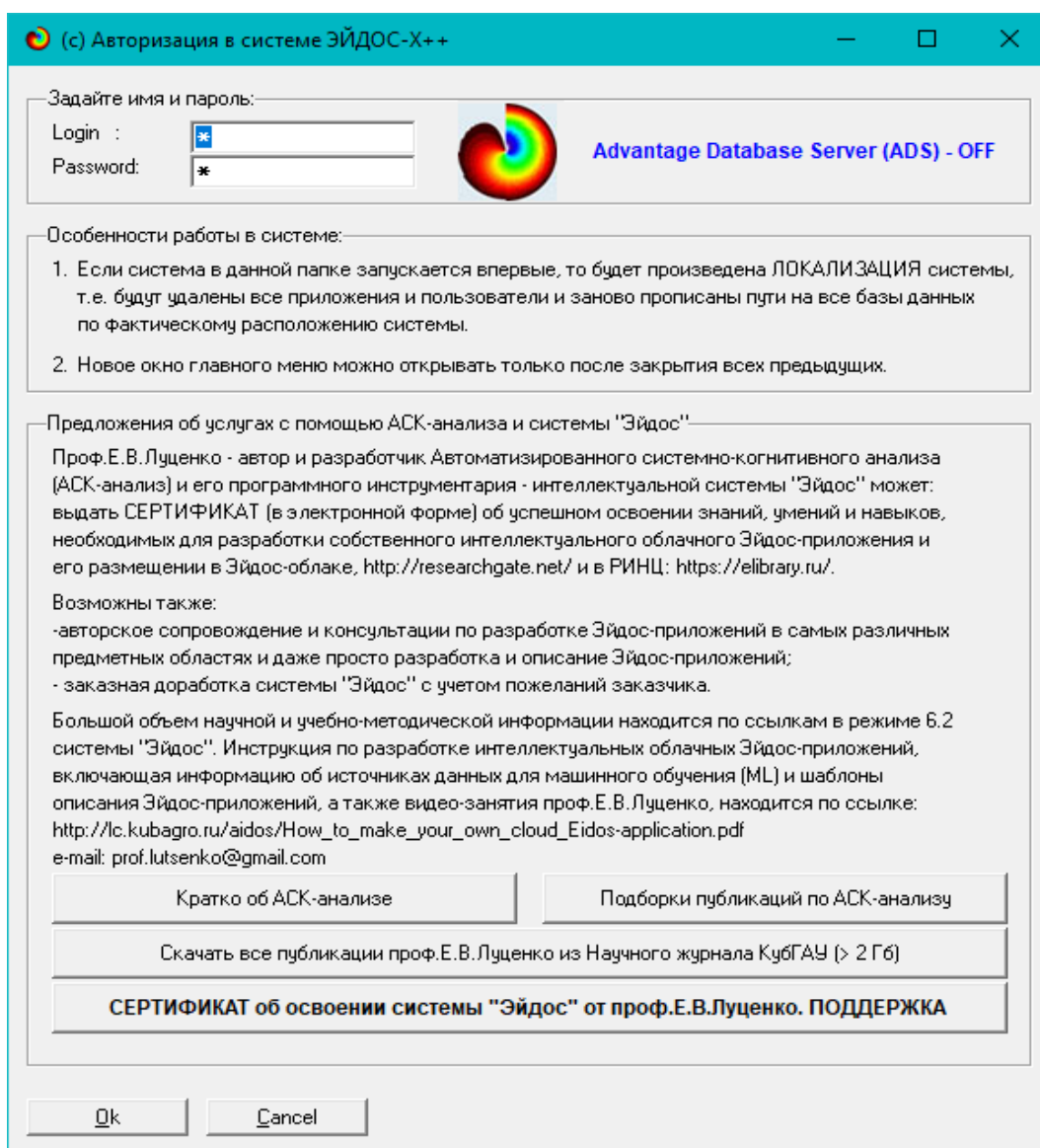


Рисунок 2. Титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос»

## 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).

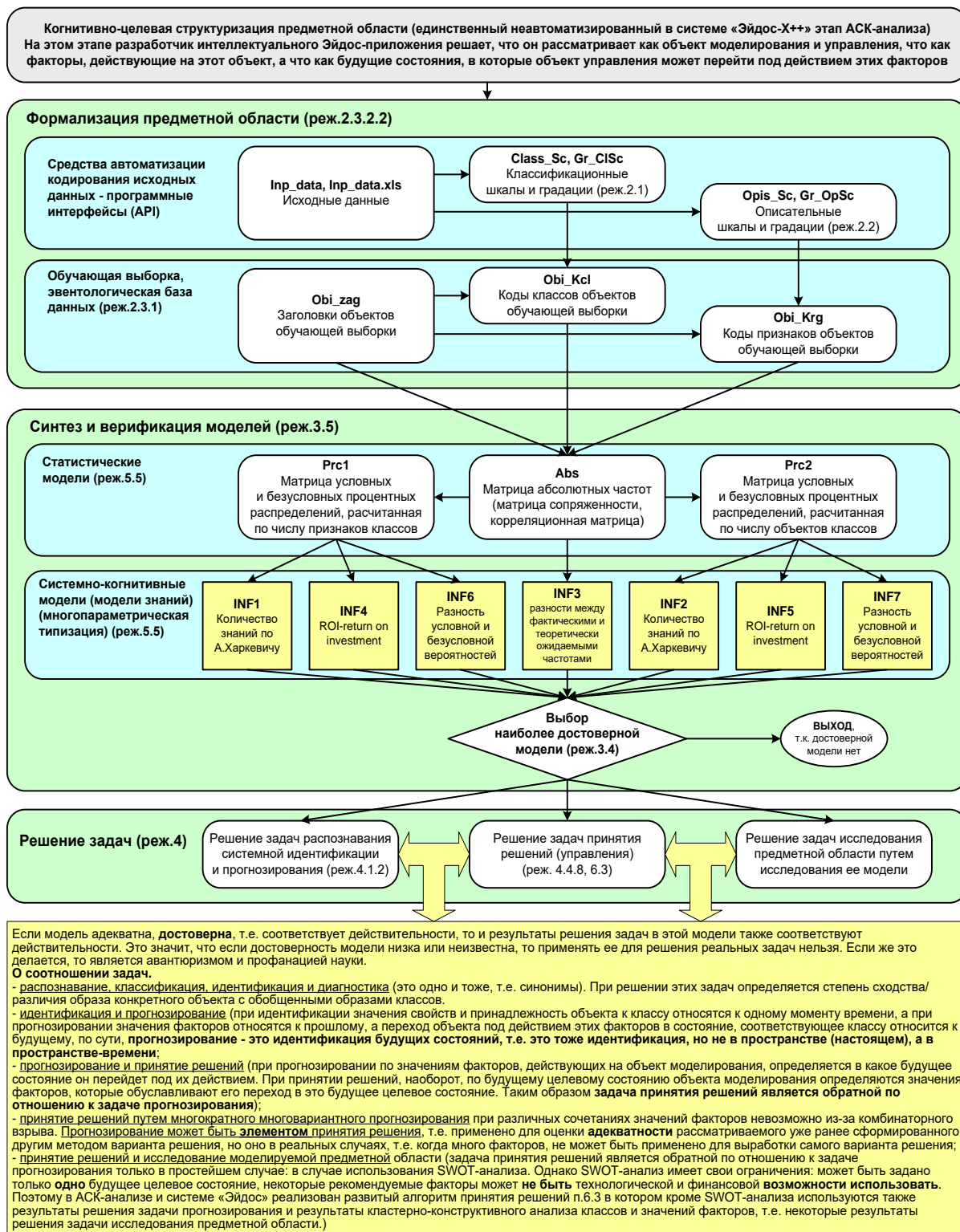
Задача-8 исследование объекта моделирования путем исследования его модели, включает ряд подзадач:

- 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).

Для данной работы особое значение имеет решение подзадачи 8.1, связанной с анализом временных рядов данных о продажах, так как это позволяет детально исследовать влияние времени суток на спрос для каждой товарной категории, учитывая день недели, сезонность и другие факторы. Это позволит выявить "пиковые" часы продаж и периоды спада активности, что критически важно для оптимизации бизнес-процессов на маркетплейсе.

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.

В данной работе объектом моделирования является уровень продаж товаров на маркетплейсах. В качестве факторов, влияющих на продажи, рассматриваются: название продукта, категория продукта, час суток, время суток (ночь, утро, день, вечер) и день недели (Таблица 1). Результатом действия этих факторов является уровень продаж (Таблица 2).

**Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)**

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	Product Category
2	Hour
3	Time of Day
4	Day of Week

**Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)**

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	Sales

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**

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 [48, 49].

В качестве источника исходных данных в данной работе используем таблицу 4.

**Таблица 3 – Исходные данные по влиянию различных факторов на уровень продаж товаров на маркетплейсах**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	,Order ID,Product Category,Product,Quantity Ordered,Price Each,Order Date,Purchase Address,Month,Sales,City,Hour,Time of Day														
2	0,295665	Laptops and Computers	Macbook Pro Laptop	1,1700	30-12-2019 00:01	"136 Church St, New York City, NY 10001"	12,1700	New York City	0	Night					
3	1,295666	Home Appliances	LG Washing Machine	1,600	29-12-2019 07:03	"562 2nd St, New York City, NY 10001"	12,600	New York City	7	Morning					
4	2,295667	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	12-12-2019 18:21	"277 Main St, New York City, NY 10001"	12,11,95	New York City	18	Evening					
5	3,295668	Monitors	27in FHD Monitor	1,149,99	22-12-2019 15:13	"410 6th St, San Francisco, CA 94016"	12,149,99	San Francisco	15	Afternoon					
6	4,295669	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	18-12-2019 12:38	"43 Hill St, Atlanta, GA 30301"	12,11,95	Atlanta	12	Afternoon					
7	5,295670	Batterie	AA Batteries (4-pack)	1,3,84	31-12-2019 22:58	"200 Jefferson St, New York City, NY 10001"	12,3,84	New York City	22	Evening					
8	6,295671	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	16-12-2019 15:10	"928 12th St, Portland, OR 97035"	12,11,95	Portland	15	Afternoon					
9	7,295672	Charging Cables	USB-C Charging Cable	2,11,95	13-12-2019 09:29	"813 Hickory St, Dallas, TX 75001"	12,23,9	Dallas	9	Morning					
10	8,295673	Audio Devices	Bose SoundSport Headphones	1,99,99	15-12-2019 23:26	"718 Wilson St, Dallas, TX 75001"	12,99,99	Dallas	23	Evening					
11	9,295674	Batterie	AAA Batteries (4-pack)	4,2,99	28-12-2019 11:51	"77 7th St, Dallas, TX 75001"	12,11,96	Dallas	11	Morning					
12	10,295675	Charging Cables	USB-C Charging Cable	2,11,95	13-12-2019 13:52	"594 1st St, San Francisco, CA 94016"	12,23,9	San Francisco	13	Afternoon					
13	11,295676	Laptops and Computers	ThinkPad Laptop	1,999,99	28-12-2019 17:19	"410 Lincoln St, Los Angeles, CA 90001"	12,999,99	Los Angeles	17	Afternoon					
14	12,295677	Batterie	AA Batteries (4-pack)	2,3,84	20-12-2019 19:19	"866 Pine St, Boston, MA 02215"	12,7,68	Boston	19	Evening					
15	13,295678	Batterie	AAA Batteries (4-pack)	2,2,99	06-12-2019 09:38	"187 Lincoln St, Dallas, TX 75001"	12,5,98	Dallas	9	Morning					
16	14,295679	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	25-12-2019 09:39	"902 2nd St, Dallas, TX 75001"	12,11,95	Dallas	9	Morning					
17	15,295680	Charging Cables	Lightning Charging Cable	1,14,95	01-12-2019 14:30	"338 Main St, Austin, TX 73301"	12,14,95	Austin	14	Afternoon					
18	16,295681	Phones and Accessories	Google Phone	1,600	25-12-2019 12:37	"79 Elm St, Boston, MA 02215"	12,600	Boston	12	Afternoon					
19	17,295682	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	25-12-2019 12:37	"79 Elm St, Boston, MA 02215"	12,11,95	Boston	12	Afternoon					
20	18,295681	Audio Devices	Bose SoundSport Headphones	1,99,99	25-12-2019 12:37	"79 Elm St, Boston, MA 02215"	12,99,99	Boston	12	Afternoon					
21	19,295681	Audio Devices	Wired Headphones	1,11,99	25-12-2019 12:37	"79 Elm St, Boston, MA 02215"	12,11,99	Boston	12	Afternoon					
22	20,295682	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	23-12-2019 19:25	"780 Elm St, Portland, OR 97035"	12,11,95	Portland	19	Evening					
23	21,295683	Audio Devices	Wired Headphones	1,11,99	23-12-2019 22:46	"341 Lake St, San Francisco, CA 94016"	12,11,99	San Francisco	22	Evening					
24	22,295684	Batterie	AAA Batteries (4-pack)	4,2,99	04-12-2019 12:29	"936 Church St, San Francisco, CA 94016"	12,11,96	San Francisco	12	Afternoon					
25	23,295685	Audio Devices	Wired Headphones	1,11,99	11-12-2019 22:54	"662 Ridge St, San Francisco, CA 94016"	12,11,99	San Francisco	22	Evening					
26	24,295686	Charging Cables	USB-C Charging Cable	1,11,95	17-12-2019 16:10	"573 Maple St, Portland, ME 04101"	12,11,95	Portland	16	Afternoon					
27	25,295687	Audio Devices	Apple AirPods Headphones	1,150	10-12-2019 00:38	"531 Ridge St, Boston, MA 02215"	12,150	Boston	0	Night					
28	26,295688	Audio Devices	Apple AirPods Headphones	1,150	08-12-2019 11:21	"546 Park St, Los Angeles, CA 90001"	12,150	Los Angeles	11	Morning					
29	27,295689	Home Appliances	LG Washing Machine	1,600	24-12-2019 11:21	"173 Lake St, San Francisco, CA 94016"	12,600	San Francisco	11	Morning					

Источник: <https://www.kaggle.com/datasets/naofilahmad/sales-datset-product-sample/data>

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»**

	A	B	C	D	E	F
1	<b>Product</b>	<b>Sales</b>	<b>Product Category</b>	<b>Hour</b>	<b>Time of Day</b>	<b>Day of Week</b>
2	Macbook Pro Laptop	1700	Laptops and Computers	0	Night	Monday
3	LG Washing Machine	600	Home Appliances	7	Morning	Sunday
4	USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	18	Evening	Thursday
5	27in FHD Monitor	149,99	Monitors	15	Afternoon	Sunday
6	USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	12	Afternoon	Wednesday
7	AA Batteries (4-pack)	3,84	Batterie	22	Evening	Tuesday
8	USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	15	Afternoon	Monday
9	USB-C Charging Cable	23,9	Charging Cables	9	Morning	Friday
10	Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	23	Evening	Sunday
11	AAA Batteries (4-pack)	11,96	Batterie	11	Morning	Saturday
12	USB-C Charging Cable	23,9	Charging Cables	13	Afternoon	Friday
13	ThinkPad Laptop	999,99	Laptops and Computers	17	Afternoon	Saturday
14	AA Batteries (4-pack)	7,68	Batterie	19	Evening	Friday
15	AAA Batteries (4-pack)	5,98	Batterie	9	Morning	Friday
16	USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	9	Morning	Wednesday

Примечание: Разработка автора

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждая строка описывает одно наблюдение с определенным сочетанием значений факторов и уровнем продаж определенного товара в определенный час;

– 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, т.е. уровнем продаж в конкретный час, 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 название продукта, наблюдения или другую идентифицирующую информацию о том, откуда взято описание этого наблюдения;

– колонки со 2-й по 2-ю – это классификационные шкалы – это шкалы *текстового* и *числового* типа описывающие *результаты* действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4), в данном случае суммы. 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 6-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).

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 АСК-анализ символьных и числовых рядов	
	<hr/>	
	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"	
	<hr/>	
	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		
<hr/>		
2.3.2.15. Вставка промежуточных строк в файл исходных данных Inp_data		

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

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).

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



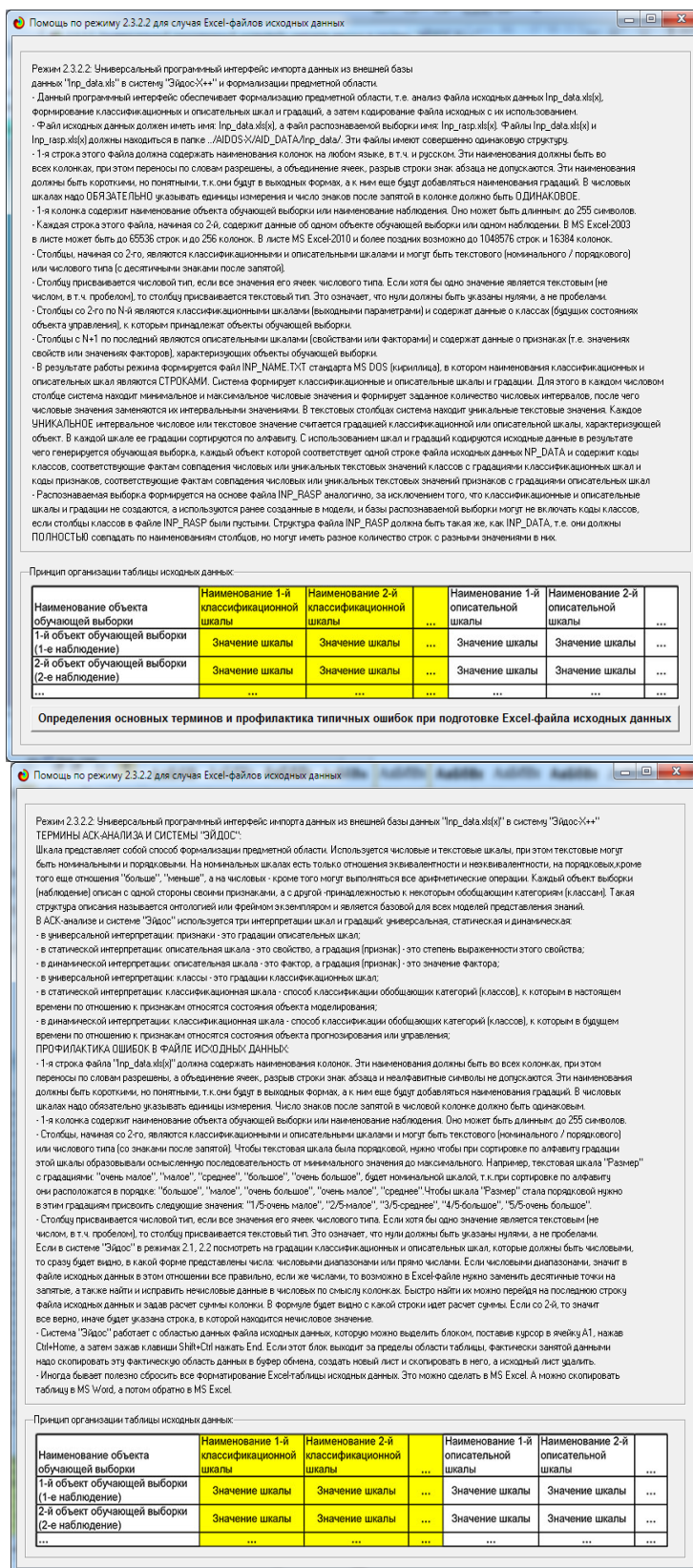


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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

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

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

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

Ok Cancel

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

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [2 классов x 23 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	1	2	2,00	1	4	4,00
Текстовые	0	0	0,00	3	19	6,33
ВСЕГО:	1	2	2,00	4	23	5,75

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

В классификационных шкалах:  В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

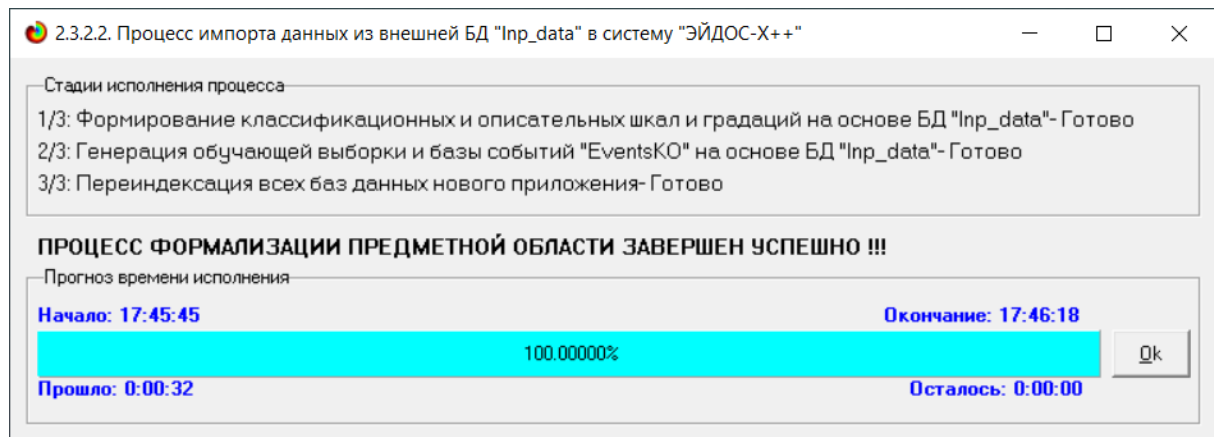


Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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.

Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (полностью)

Код шкалы	Наименование классификационной шкалы	Код градации	Наименование градации классификационной шкалы
1	SALES	1	Малое: 1/2-(2.9900000, 851.4950000)
		2	Большое: 2/2-(851.4950000, 1700.0000000)

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (полностью)

Код шкалы	Наименование описательной шкалы	Код градации	Наименование градации описательной шкалы
1	PRODUCT CATEGORY	1	Audio Devices
2	HOUR	2	Batterie
3	TIME OF DAY	3	Charging Cables
4	DAY OF WEEK	4	Entertainment Devices
		5	Home Appliances
		6	Laptops and Computers
		7	Monitors
		8	Phones and Accessories

Таблица 7 – Обучающая выборка (полностью)

Product	Sales	Product Category	Hour	Time of Day	Day of Week
Macbook Pro Laptop	1700	Laptops and Computers	0	Night	Monday
LG Washing Machine	600	Home Appliances	7	Morning	Sunday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	18	Evening	Thursday
27in FHD Monitor	149,99	Monitors	15	Afternoon	Sunday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	12	Afternoon	Wednesday
AA Batteries (4-pack)	3,84	Batterie	22	Evening	Tuesday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	15	Afternoon	Monday
USB-C Charging Cable	23,9	Charging Cables	9	Morning	Friday
Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	23	Evening	Sunday
AAA Batteries (4-pack)	11,96	Batterie	11	Morning	Saturday
USB-C Charging Cable	23,9	Charging Cables	13	Afternoon	Friday
ThinkPad Laptop	999,99	Laptops and Computers	17	Afternoon	Saturday
AA Batteries (4-pack)	7,68	Batterie	19	Evening	Friday

AAA Batteries (4-pack)	5,98	Batterie	9	Morning	Friday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	9	Morning	Wednesday
Lightning Charging Cable	14,95	Charging Cables	14	Afternoon	Sunday
Google Phone	600	Phones and Accessories	12	Afternoon	Wednesday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	12	Afternoon	Wednesday
Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	12	Afternoon	Wednesday
Wired Headphones	11,99	Audio Devices	12	Afternoon	Wednesday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	19	Evening	Monday
Wired Headphones	11,99	Audio Devices	22	Evening	Monday
AAA Batteries (4-pack)	11,96	Batterie	12	Afternoon	Wednesday
Wired Headphones	11,99	Audio Devices	22	Evening	Wednesday
USB-C Charging Cable	11,95	Charging Cables	16	Afternoon	Tuesday
Apple Airpods Headphones	150	Audio Devices	0	Night	Tuesday
Apple Airpods Headphones	150	Audio Devices	11	Morning	Sunday
LG Washing Machine	600	Home Appliances	11	Morning	Tuesday
Apple Airpods Headphones	150	Audio Devices	0	Night	Wednesday
Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	18	Evening	Sunday
AA Batteries (4-pack)	7,68	Batterie	1	Night	Saturday
Wired Headphones	11,99	Audio Devices	16	Afternoon	Monday
Lightning Charging Cable	14,95	Charging Cables	18	Evening	Thursday
Lightning Charging Cable	14,95	Charging Cables	6	Morning	Saturday
Lightning Charging Cable	14,95	Charging Cables	13	Afternoon	Monday
ThinkPad Laptop	999,99	Laptops and Computers	7	Morning	Sunday
Vareebadd Phone	400	Phones and Accessories	14	Afternoon	Friday
USB-C Charging Cable	23,9	Charging Cables	14	Afternoon	Friday
AA Batteries (4-pack)	3,84	Batterie	18	Evening	Tuesday
Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	19	Evening	Wednesday
Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	15	Afternoon	Saturday
Wired Headphones	23,98	Audio Devices	18	Evening	Saturday
AA Batteries (4-pack)	3,84	Batterie	12	Afternoon	Tuesday
Bose SoundSport Headphones	99,99	Audio Devices	12	Afternoon	Tuesday
Wired Headphones	11,99	Audio Devices	0	Night	Thursday
Wired Headphones	11,99	Audio Devices	10	Morning	Wednesday
AAA Batteries (4-pack)	8,97	Batterie	20	Evening	Thursday
Lightning Charging Cable	14,95	Charging Cables	11	Morning	Saturday
27in FHD Monitor	149,99	Monitors	14	Afternoon	Friday

Отметим, что в системе «Эйдос» обычно используются базы данных с расширением «dbf». Они открываются в MS Excel или могут быть

конвертированы в файлы *xlsx* 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**

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. 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 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).

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

Отметим, что в АСК-анализе и его программном инструментарии интеллектуальной системы «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 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				$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$

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*.

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 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	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
<b>INF5</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
<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		$\sigma_{\Sigma 1}$		$\sigma_{\Sigma j}$		$\sigma_{\Sigma W}$	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

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 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

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)

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

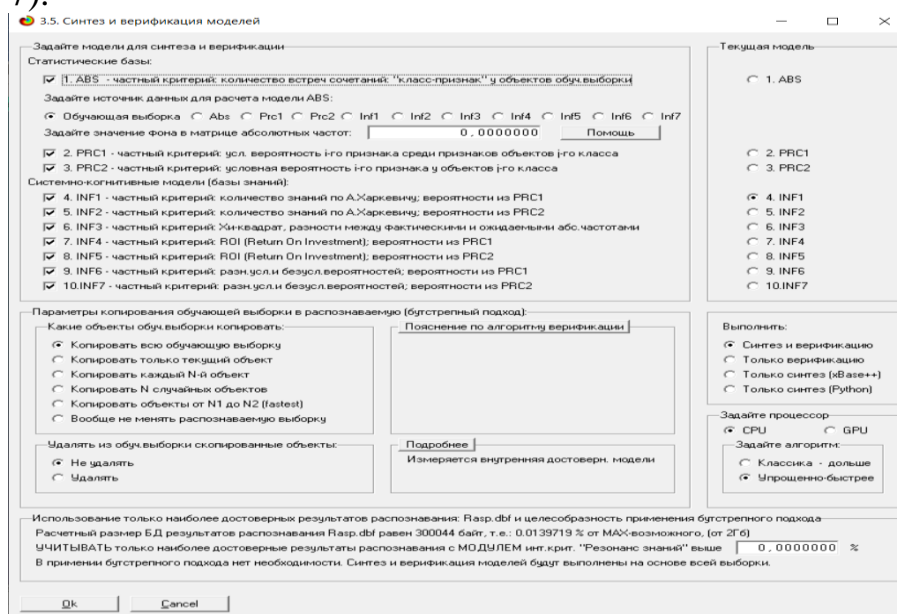
Численно эта вариабельность может измеряться разными способами, например средним отклонением модулей частных критериев от среднего, дисперсией или среднеквадратичным отклонением или его квадратом. В системе «Эйдос» принят последний вариант, т.к. эта величина совпадает с мощностью сигнала, в частности 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):

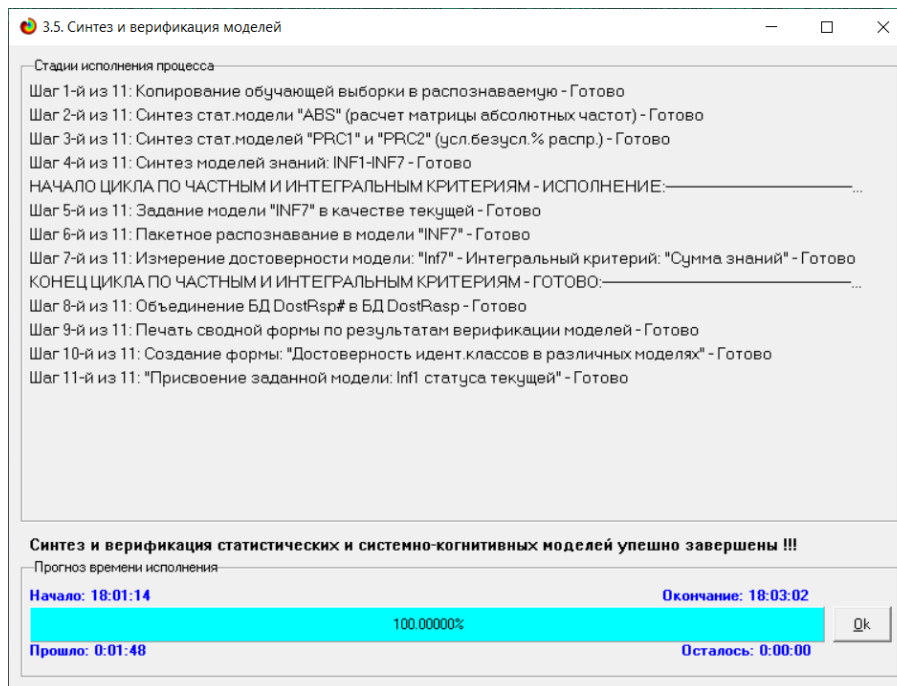
Итак, в разделе раскрывается простая Математическая взаимосвязь меры  $\chi$ -квадрат Карла Пирсона с коэффициентом возврата инвестиций (ROI) и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича. Эта взаимосвязь обнаруживается, если на основе матрицы

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.

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





**Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей**

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

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

		{3,0, 851.5}	{851.5, 1700.0}			
1.0	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	528.0		528.0	264.00	373.35
2.0	PRODUCT CATEGORY-Batterie	414.0		414.0	207.00	292.74
3.0	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	496.0		496.0	248.00	350.72
4.0	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	54.0		54.0	27.00	38.18
5.0	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances	11.0		11.0	5.50	7.78
6.0	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers		81.0	81.0	40.50	57.28
7.0	PRODUCT CATEGORY-Monitors	257.0		257.0	128.50	181.73
8.0	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	158.0		158.0	79.00	111.72
9.0	HOUR-Очень малое: 1/4-(0.0000000, 5.7500000)	93.0	4.0	97.0	48.50	62.93
10.0	HOUR-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	482.0	26.0	508.0	254.00	322.44
11.0	HOUR-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	683.0	22.0	705.0	352.50	467.40
12.0	HOUR-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	660.0	29.0	689.0	344.50	446.18
13.0	TIME OF DAY-Afternoon	683.0	22.0	705.0	352.50	467.40
14.0	TIME OF DAY-Evening	660.0	29.0	689.0	344.50	446.18
15.0	TIME OF DAY-Morning	482.0	26.0	508.0	254.00	322.44
16.0	TIME OF DAY-Night	93.0	4.0	97.0	48.50	62.93
17.0	DAY OF WEEK-Friday	259.0	12.0	271.0	135.50	174.66
18.0	DAY OF WEEK-Monday	323.0	11.0	334.0	167.00	220.62
19.0	DAY OF WEEK-Saturday	253.0	14.0	267.0	133.50	169.00
20.0	DAY OF WEEK-Sunday	314.0	14.0	328.0	164.00	212.13
21.0	DAY OF WEEK-Thursday	215.0	7.0	222.0	111.00	147.08
22.0	DAY OF WEEK-Tuesday	293.0	14.0	307.0	153.50	197.28
23.0	DAY OF WEEK-Wednesday	261.0	9.0	270.0	135.00	178.19
	Сумма числа признаков	7672.0	324.0	7996.0		
	Среднее	333.6	14.1		173.83	
	Среднеквадратичное отклонение	218.6	17.9			222.72
	Сумма числа объектов обуч.выборки	1918.0	81.0	1999.0		

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

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

	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	
1.0	PRODUCT CATEGORY:Audio Devices	27.529		26.413	13.764	19.590
2.0	PRODUCT CATEGORY:Batteie	21.585		20.710	10.792	15.387
3.0	PRODUCT CATEGORY:Charging Cables	25.860		24.812	12.930	18.411
4.0	PRODUCT CATEGORY:Entertainment Devices	2.815		2.701	1.408	2.112
5.0	PRODUCT CATEGORY:Home Appliances	0.574		0.550	0.287	0.516
6.0	PRODUCT CATEGORY:Laptops and Computers		100.000	4.052	50.000	70.836
7.0	PRODUCT CATEGORY:Monitors	13.399		12.856	6.700	9.599
8.0	PRODUCT CATEGORY:Phones and Accessories	8.238		7.904	4.119	5.949
9.0	HOURL-Очень малое: 1/4-(0.000000, 5.7500000)	4.849	4.938	4.852	4.894	0.141
10.0	HOURL-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	25.130	32.099	25.413	28.615	5.051
11.0	HOURL-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	35.610	27.160	35.268	31.385	6.098
12.0	HOURL-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	34.411	35.802	34.467	35.107	1.102
13.0	TIME OF DAY:Afternoon	35.610	27.160	35.268	31.385	6.098
14.0	TIME OF DAY:Evening	34.411	35.802	34.467	35.107	1.102
15.0	TIME OF DAY:Morning	25.130	32.099	25.413	28.615	5.051
16.0	TIME OF DAY:Night	4.849	4.938	4.852	4.894	0.141
17.0	DAY OF WEEK:Friday	13.504	14.815	13.557	14.159	1.045
18.0	DAY OF WEEK:Monday	16.840	13.580	16.708	15.210	2.427
19.0	DAY OF WEEK:Saturday	13.191	17.284	13.357	15.237	3.017
20.0	DAY OF WEEK:Sunday	16.371	17.284	16.408	16.828	0.760
21.0	DAY OF WEEK:Thursday	11.210	8.642	11.106	9.926	1.937
22.0	DAY OF WEEK:Tuesday	15.276	17.284	15.358	16.280	1.540
23.0	DAY OF WEEK:Wednesday	13.608	11.111	13.507	12.360	1.886
	Сумма	400.000	400.000	800.000		
	Среднее	17.391	17.391		17.391	
	Среднеквадратичное отклонение	11.404	22.049			17.352
	Сумма числа объектов обуч.выборки	1918.000	81.000	1999.000		

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"

	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	
1.0	PRODUCT CATEGORY:Audio Devices	0.005		0.005	0.002	0.003
2.0	PRODUCT CATEGORY:Batteie	0.005		0.005	0.002	0.003
3.0	PRODUCT CATEGORY:Charging Cables	0.005		0.005	0.002	0.003
4.0	PRODUCT CATEGORY:Entertainment Devices	0.005		0.005	0.002	0.003
5.0	PRODUCT CATEGORY:Home Appliances	0.005		0.005	0.002	0.003
6.0	PRODUCT CATEGORY:Laptops and Computers		0.357	0.357	0.178	0.252
7.0	PRODUCT CATEGORY:Monitors	0.005		0.005	0.002	0.003
8.0	PRODUCT CATEGORY:Phones and Accessories	0.005		0.005	0.002	0.003
9.0	HOURL-Очень малое: 1/4-(0.000000, 5.7500000)	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001
10.0	HOURL-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	-0.001	0.026	0.025	0.012	0.019
11.0	HOURL-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	0.001	-0.029	-0.028	-0.014	0.021
12.0	HOURL-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	0.000	0.004	0.004	0.002	0.003
13.0	TIME OF DAY:Afternoon	0.001	-0.029	-0.028	-0.014	0.021
14.0	TIME OF DAY:Evening	0.000	0.004	0.004	0.002	0.003
15.0	TIME OF DAY:Morning	-0.001	0.026	0.025	0.012	0.019
16.0	TIME OF DAY:Night	0.000	0.002	0.002	0.001	0.001
17.0	DAY OF WEEK:Friday	0.000	0.010	0.009	0.005	0.007
18.0	DAY OF WEEK:Monday	0.001	-0.023	-0.022	-0.011	0.017
19.0	DAY OF WEEK:Saturday	-0.001	0.029	0.027	0.014	0.021
20.0	DAY OF WEEK:Sunday	0.000	0.006	0.006	0.003	0.004
21.0	DAY OF WEEK:Thursday	0.001	-0.028	-0.027	-0.013	0.020
22.0	DAY OF WEEK:Tuesday	-0.001	0.013	0.013	0.006	0.010
23.0	DAY OF WEEK:Wednesday	0.001	-0.022	-0.021	-0.010	0.016
	Сумма	0.031	0.348	0.379		
	Среднее	0.001	0.015		0.008	
	Среднеквадратичное отклонение	0.002	0.076			0.054
	Сумма числа объектов обуч.выборки	1918.000	81.000	1999.000		

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

5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абсцотатами"

	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)	(SU, 851.5)
1.0	PRODUCT CATEGORY:Audio Devices	21.395	-21.395		30.257
2.0	PRODUCT CATEGORY:Batteie	16.775	-16.775		23.724
3.0	PRODUCT CATEGORY:Charging Cables	20.098	-20.098		28.423
4.0	PRODUCT CATEGORY:Entertainment Devices	2.188	-2.188		3.094
5.0	PRODUCT CATEGORY:Home Appliances	0.446	-0.446		0.630
6.0	PRODUCT CATEGORY:Laptops and Computers	-77.718	77.718		109.910
7.0	PRODUCT CATEGORY:Monitors	10.414	-10.414		14.727
8.0	PRODUCT CATEGORY:Phones and Accessories	6.402	-6.402		9.054
9.0	HOURL-Очень малое: 1/4-(0.000000, 5.7500000)	-0.070	0.070		0.098
10.0	HOURL-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	-5.416	5.416		7.659
11.0	HOURL-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	6.567	-6.567		9.287
12.0	HOURL-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	-1.082	1.082		1.530
13.0	TIME OF DAY:Afternoon	6.567	-6.567		9.287
14.0	TIME OF DAY:Evening	-1.082	1.082		1.530
15.0	TIME OF DAY:Morning	-5.416	5.416		7.659
16.0	TIME OF DAY:Night	-0.070	0.070		0.098
17.0	DAY OF WEEK:Friday	-1.019	1.019		1.441
18.0	DAY OF WEEK:Monday	2.534	-2.534		3.583
19.0	DAY OF WEEK:Saturday	-3.181	3.181		4.499
20.0	DAY OF WEEK:Sunday	-0.709	0.709		1.003
21.0	DAY OF WEEK:Thursday	1.995	-1.995		2.822
22.0	DAY OF WEEK:Tuesday	-1.560	1.560		2.207
23.0	DAY OF WEEK:Wednesday	1.940	-1.940		2.744
	Сумма				
	Среднее				
	Среднеквадратичное отклонение	18.480	18.480		18.273
	Сумма числа объектов обуч.выборки	1918.000	81.000	1999.000	

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.

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.

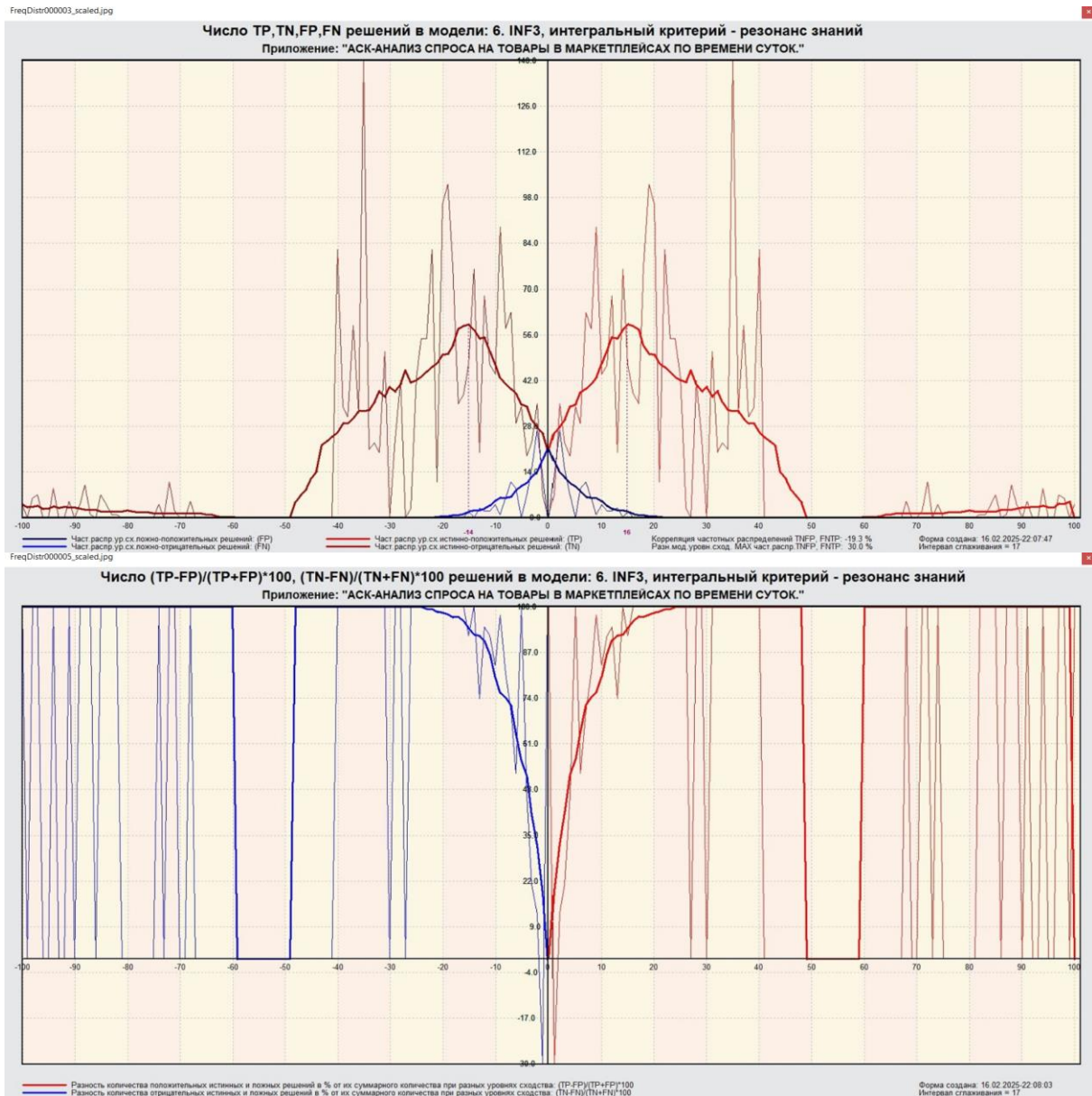
В режиме 3.4 системы «Эйдос» и ряде других изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности.

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф. Е.В. Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF3 (хи-квадрат К. Пирсона) с интегральным критерием: «Сумма знаний»: **L1=0.989** при максимуме 1 (рисунок 12). *Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	ложно-оптимальный (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергера	Сумма модел. уровней сход. истинно-поло. решений (STP)	Сумма модел. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модел. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)	Сумма модел. уровней сход. ложно-отрицат. решений (SFN)	5-Точность модели	5-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко
1.AB5 - частный критерий: количество встреч совпадений / число...	Корреляция абс частот с обр...	109	0.558	0.945	0.701	998.779	49.046	145.515	37.698	0.873	0.964	0.916
1.AB5 - частный критерий: количество встреч совпадений / число...	Сумма абс. частот по призна...	0.500	1.000	0.667	1623.811		105.273		0.839	1.000	0.969	
2.FRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред.	Корреляция усл.отн частот с о...	109	0.558	0.945	0.701	998.779	49.046	145.515	37.698	0.873	0.964	0.916
2.FRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред.	Сумма усл.отн частот по при...	0.500	1.000	0.667	1072.276		794.923		0.874	1.000	0.930	
3.FRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака.	Корреляция усл.отн частот с о...	109	0.558	0.945	0.701	998.557	49.045	145.512	37.689	0.873	0.964	0.916
3.FRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака.	Сумма усл.отн частот по при...	0.500	1.000	0.667	1072.276		794.923		0.874	1.000	0.930	
4.INF1 - частный критерий: количество знаний по A/Характеризу: в.	Семантический резонанс зна...	1311	0.773	0.344	0.476	142.549	387.779	4.681	221.769	0.968	0.391	0.557
4.INF1 - частный критерий: количество знаний по A/Характеризу: в.	Сумма знаний	0.676	1.000	0.806	87.375	104.651	76.344		0.534	1.000	0.696	
5.INF2 - частный критерий: количество знаний по A/Характеризу: в.	Семантический резонанс зна...	1311	0.773	0.344	0.476	142.560	387.777	4.681	221.746	0.968	0.391	0.557
5.INF2 - частный критерий: количество знаний по A/Характеризу: в.	Сумма знаний	0.676	1.000	0.806	87.375	104.651	76.345		0.534	1.000	0.696	
6.INF3 - частный критерий: Лямбда-варг: разности между фактн.	Семантический резонанс зна...	102	0.945	0.949	0.945	448.622	448.622	4.762	4.762	0.989	0.989	0.989
6.INF3 - частный критерий: Лямбда-варг: разности между фактн.	Сумма знаний	0.945	0.949	0.945	448.622	448.622	4.762	4.762	0.989	0.989	0.989	
7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment): вероит...	Семантический резонанс зна...	1320	1.000	0.340	0.507	168.517	442.228		263.830	1.000	0.390	0.561
7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment): вероит...	Сумма знаний	0.676	1.000	0.806	81.955	14.329	13.968		0.854	1.000	0.921	
8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment): вероит...	Семантический резонанс зна...	1320	1.000	0.340	0.507	168.518	442.228		263.829	1.000	0.390	0.561
8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment): вероит...	Сумма знаний	0.676	1.000	0.806	81.955	14.329	13.968		0.854	1.000	0.921	
9.INF6 - частный критерий: разн усл.и безуслов.вероятностей: вер...	Семантический резонанс зна...	718	0.947	0.641	0.764	452.275	395.177	0.683	146.205	0.998	0.756	0.860
9.INF6 - частный критерий: разн усл.и безуслов.вероятностей: вер...	Сумма знаний	102	0.629	0.949	0.757	85.564	99.062	73.794	0.201	0.537	0.998	0.698
10.INF7 - частный критерий: разн усл.и безуслов.вероятностей: ве...	Семантический резонанс зна...	718	0.947	0.641	0.764	452.275	395.177	0.683	146.205	0.998	0.756	0.860
10.INF7 - частный критерий: разн усл.и безуслов.вероятностей: ве...	Сумма знаний	102	0.629	0.949	0.757	85.564	99.062	73.794	0.201	0.537	0.998	0.698

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 INF3.



**Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф. Е.В. Луценко СК-модели INF3 [9]**

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.



Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.#: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++"

Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10. Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".

**ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.**  
Предположим, модель дает такой прогноз, что выпадет все: 1, и 2, и 3, и 4, и 5, и 6. Понятно, что из всего этого выпадет лишь что-то одно. В этом случае модель не предскажет, что не выпадет, но зато она обязательно предскажет, что выпадет. Однако при этом очень много объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся. Тогда вероятность истинно-положительных решений у модели будет 1/6, а вероятность ложно-положительных решений - 5/6. Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.

**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.**  
Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что ничего не выпадет, т.е. не выпадет ни 1, ни 2, ни 3, ни 4, ни 5, ни 6, но что-то из этого, естественно, обязательно выпадет. Конечно, модель не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо предсказала, что не выпадет. Вероятность истинно-отрицательных решений у модели будет 5/6, а вероятность ложно-отрицательных решений - 1/6. Такой прогноз гораздо достовернее, чем положительный псевдопрогноз, но тоже бесполезен.

**ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.**  
Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.

**РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.**  
На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики все эти виды прогнозов.

Таким образом, если просуммировать число верно идентифицированных и не идентифицированных объектов и вычесть число ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов, а затем разделить на число всех объектов то это и будет критерий качества модели (классификатора), учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Этот критерий предложен и реализован в системе "Эйдос" проф. Е.В.Луценко в 1994 году. Эта мера достоверности модели предполагает два варианта нормировки:  $\{-1, +1\}$  и  $\{0, 1\}$ :  
 $L_a = (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)$  (нормировка:  $\{-1, +1\}$ )  
 $L_b = (1 + (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)) / 2$  (нормировка:  $\{0, 1\}$ )

где количество: TP - истинно-положительных решений; TN - истинно-отрицательных решений; FP - ложно-положительных решений; FN - ложно-отрицательных решений;

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Ризбергена (колонка выделена ярко-голубым фоном):  
 $F\text{-мера} = 2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)$  - достоверность модели  
 $Precision = TP / (TP + FP)$  - точность модели;  
 $Recall = TP / (TP + FN)$  - полнота модели;

L1-мера проф. Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СУММ уровней сходства (колонка выделена ярко-зеленым фоном):  
 $L1\text{-мера} = 2 * (SPrecision * SRecall) / (SPrecision + SRecall)$   
 $SPrecision = STP / (STP + SFP)$  - точность с учетом сумм уровней сходства;  
 $SRecall = STP / (STP + SFN)$  - полнота с учетом сумм уровней сходства;  
 STP - Сумма модулей сходства истинно-положительных решений; SFN - Сумма модулей сходства истинно-отрицательных решений;  
 SFP - Сумма модулей сходства ложно-положительных решений; SFN - Сумма модулей сходства ложно-отрицательных решений.

L2-мера проф. Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):  
 $L2\text{-мера} = 2 * (APrecision * ARecall) / (APrecision + ARecall)$   
 $APrecision = ATP / (ATP + AFP)$  - точность с учетом средних уровней сходства;  
 $ARecall = ATP / (ATP + AFN)$  - полнота с учетом средних уровней сходства;  
 $ATP = STP / TP$  - Среднее модулей сходства истинно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее модулей сходства истинно-отрицательных решений;  
 $AFP = SFP / FP$  - Среднее модулей сходства ложно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее модулей сходства ложно-отрицательных решений.

Строки с максимальными значениями F-меры, L1-меры и L2-меры выделены фоном цвета, соответствующего колонке.

Из графиков частотных распределений истинно-положительных, истинно-отрицательных, ложно-положительных и ложно-отрицательных решений видно, что чем выше модуль уровня сходства, тем больше доля истинных решений. Это значит, что модуль уровня сходства является адекватной мерой степени истинности решения и степени уверенности системы в этом решении. Поэтому система "Эйдос" имеет адекватный критерий достоверности собственных решений, с помощью которого она может отфильтровать заведомо ложные решения.

Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе "Эйдос" // Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №02(126). С. 1 - 32. - IDA [article ID]: 1261702001. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.

Помощь по режиму 3.4. (С) Система "ЭЙДОС-Х++"

Режим: 4.1.3.11. РАСЧЕТ И ГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ УРОВНЕЙ СХОДСТВА:

По нажатию кнопок: [TP, TN, FP, FN], [(TP-FP), (TN-FN)], [(T-F)/(T+F)\*100] отображаются графики частотных распределений для модели и интегрального критерия той строки, на которой в экранной форме 3.4 стоит курсор. По клику на кнопки: [(T-F)/(T+F)\*100] выводятся графики частотных распределений: (TP-FP)/(TP+FP)\*100 и (TN-FN)/(TN+FN)\*100, где:

TP-True-Positive; TN-True-Negative; FP-False Positive; FN-False-Negative, количество истинных и ложных положительных и отрицательных решений.

Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе "Эйдос" // Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №02(126). С. 1 - 32. - IDA [article ID]: 1261702001. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.

Примерные графики TP, TN, FP, FN, а также F-меры и критериев L1, L2 при увеличении объема выборки:

The left graph shows four linearly increasing lines representing the number of solutions for TP (red), TN (black), FP (blue), and FN (green) as the sample size increases. The right graph shows three curves representing the dynamics of F-MER (blue), L1-MER (magenta), and F-MER (yellow) metrics as the sample size increases, all showing a decreasing trend that levels off.

Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

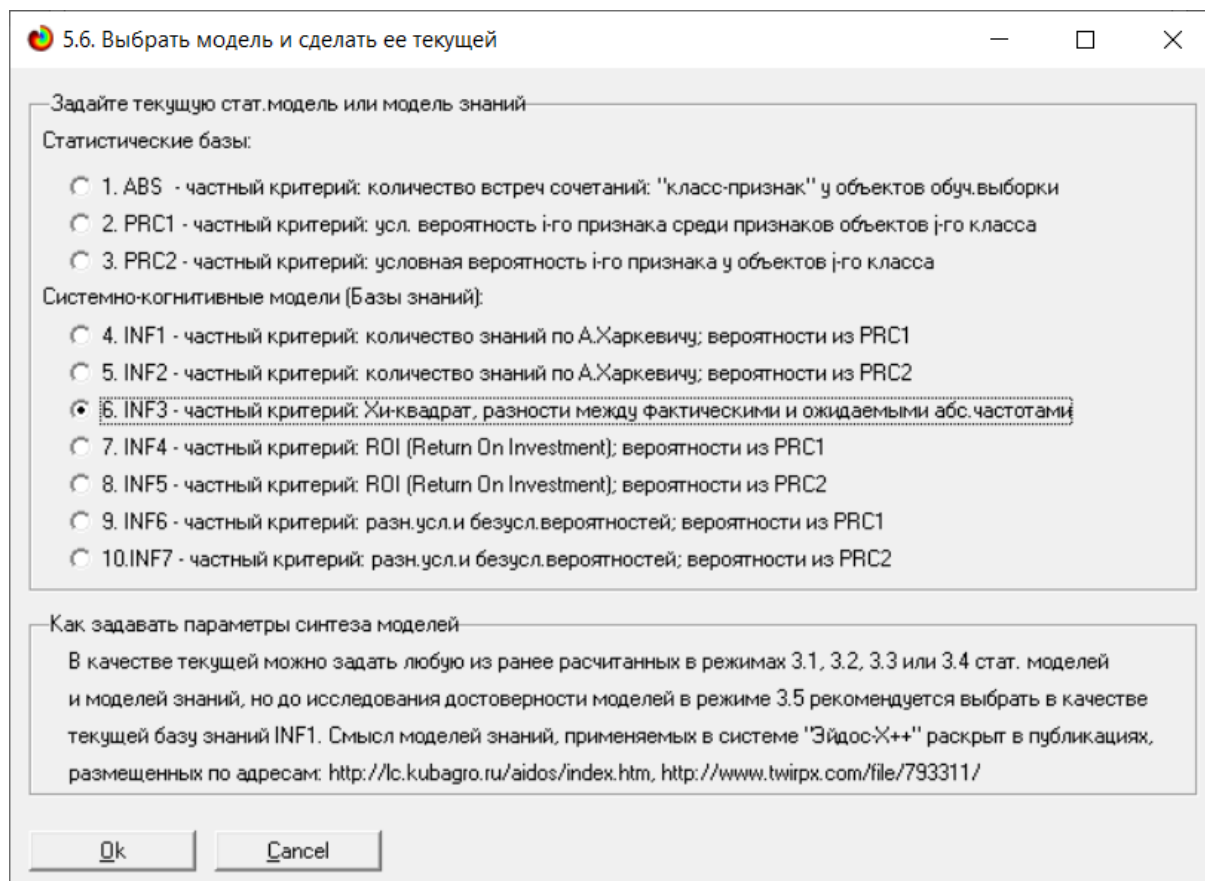
### 3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

*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.



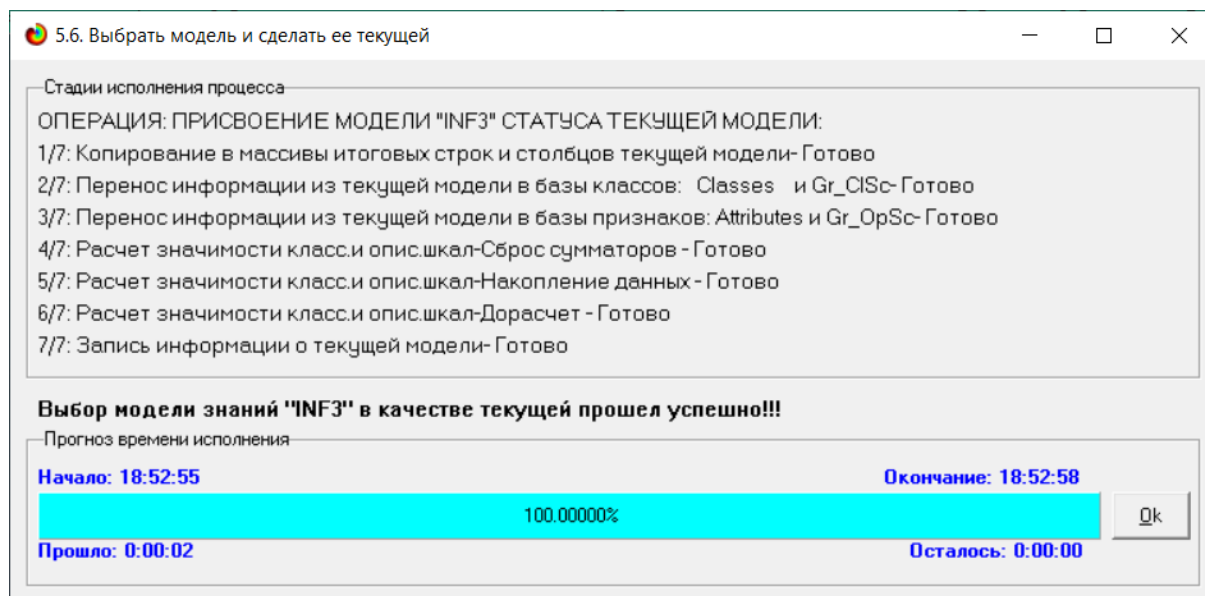


Рисунок 15. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

### 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.

$\bar{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;  $\bar{L}_i = \{L_i\}$  – 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].

На рисунках 17 приведены экранные формы режима идентификации и прогнозирования 4.1.2 системы «Эйдос»:

### 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).

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

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

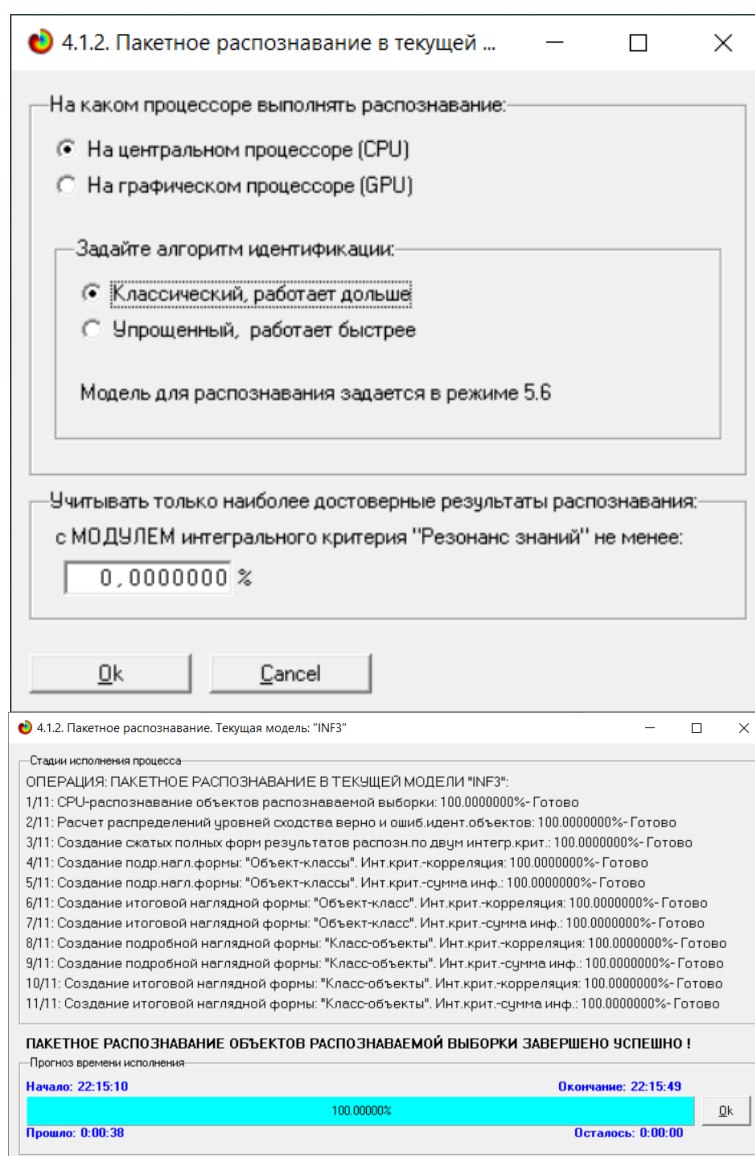


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

4.1.3. Вывод результатов распознавания	4.1.3.1. Подробно наглядно: "Объект - классы"	
	4.1.3.2. Подробно наглядно: "Класс - объекты"	
	4.1.3.3. Итоги наглядно: "Объект - класс"	
	4.1.3.4. Итоги наглядно: "Класс - объект"	
	4.1.3.5. Подробно сжато: "Объекты - классы"	
	<hr/>	
	4.1.3.6. Обобщ форма по достов.моделей при разных интегральных крит.	
	4.1.3.7. Обобщ стат.анализ результатов идент. по моделям и инт.крит.	
	4.1.3.8. Стат.анализ результ. идент. по классам, моделям и инт.крит.	
	4.1.3.9. Достоверность идент.объектов при разных моделях и инт.крит.	
	4.1.3.10. Достоверность идент.классов при разных моделях и инт.крит.	
	4.1.3.11. Объединение в одной БД строк по самым достоверным моделям	
	4.1.3.12. Вывод результатов распознавания в стиле: "inp_data.xlsx"	
	4.1.3.13. Частотное распределение наблюдений по самым похожим классам	
4.1.3.14. Распределение уровней сходства наблюдений по всем классам		

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

4.1.3.1. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Объект-классы". Текущая модель: "INF3"

Расознаваемые объекты		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"				
Код	Наим. объекта	Код	Наименование класса	Сходство	Ф...	Сходство
1	Macbook Pro Laptop	2	SALES-Большое: 2/2-{851.5, 1700.0}	82,11...	v	
2	LG Washing Machine	1	SALES-Малое: 1/2-{3.0, 851.5}	-82,11...		
3	USB-C Charging Cable					
4	27in FHD Monitor					
5	USB-C Charging Cable					
6	AA Batteries (4-pack)					
7	USB-C Charging Cable					
8	USB-C Charging Cable					
9	Bose SoundSport Headphones					
10	AAA Batteries (4-pack)					
11	USB-C Charging Cable					
12	ThinkPad Laptop					
13	AA Batteries (4-pack)					
14	AAA Batteries (4-pack)					
15	USB-C Charging Cable					
16	Lightning Charging Cable					
17	Google Phone					
18	USB-C Charging Cable					
19	Bose SoundSport Headphones					
20	Wired Headphones					
21	USB-C Charging Cable					
22	Wired Headphones					
23	AAA Batteries (4-pack)					

		Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"			
Код	Наименование класса	Сходство	Ф...	Сходство	
2	SALES-Большое: 2/2-{851.5, 1700.0}	82,11...	v		
1	SALES-Малое: 1/2-{3.0, 851.5}	-82,11...			

Помощь   9 классов   Классы с MaxMin УрСх   9 классов с MaxMin УрСх   ВСЕ классы   ВКЛ. фильтр по класс. шкале   ВЫКЛ. фильтр по класс. шкале   Графдиаграммы



4.1.3.2. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Класс-объекты". Текущая модель: "INF3"

Классы		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"				
Код	Наим. класса	Код	Наименование объекта	Сходство	Ф...	Сходство
1	SALES-Малое: 1/2-(3.0, 851.5)	18...	Flatscreen TV	1,460...	v	
2	SALES-Большое: 2/2-(851.5, 1700.0)	502	Google Phone	1,153...	v	
		592	Google Phone	1,153...	v	
		961	Google Phone	1,153...	v	
		17...	iPhone	1,153...	v	
		17...	Flatscreen TV	1,122...	v	
		16...	LG Washing Machine	0,243...	v	
		19...	Flatscreen TV	-0,746...	v	
		199	Flatscreen TV	-1,083...	v	
		398	Flatscreen TV	-1,083...	v	

		Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"				
Код	Наименование объекта	Сходство	Ф...	Сходство		
502	Google Phone	1,153...	v			
592	Google Phone	1,153...	v			
961	Google Phone	1,153...	v			
17...	iPhone	1,153...	v			
17...	Flatscreen TV	1,122...	v			
16...	LG Washing Machine	0,243...	v			
19...	Flatscreen TV	-0,746...	v			
199	Flatscreen TV	-1,083...	v			
398	Flatscreen TV	-1,083...	v			
654	Flatscreen TV	-1,083...	v			

Помощь Поиск объекта В начало БД В конец БД Предыдущая Следующая 9 записей Все записи Печать XLS Печать TXT Печать ALL

**Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»**

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.

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.

Стоит подчеркнуть, что в системе «Эйдос» SWOT-диаграммы формируются автоматически на основе статистических и системно-когнитивных моделей, созданных непосредственно на основе эмпирических данных, а не как обычно не формализуемым экспертным путем на основе интуиции, опыта и профессиональной компетенции, т.е. практически «на глазок», а в некоторых случаях и вообще «от фонаря».

## Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	SALES-Малое: 1/2-{3.0, 851.5}	18,4798179	7672	95,9479740
2	SALES-Большое: 2/2-{851.5, 1700.0}	18,4798179	324	4,0520260

## SWOT-анализ класса:1 "SALES-Малое: 1/2-{3.0, 851.5}" в модели:6 "INF3"

## Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	21.395
3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	20.098
2	PRODUCT CATEGORY-Batterie	16.775
7	PRODUCT CATEGORY-Monitors	10.414
11	HOUR-Большое: 3/4-{11.5000000, 17.2500000}	6.567
13	TIME OF DAY-Afternoon	6.567
8	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	6.402
18	DAY OF WEEK-Monday	2.534
4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	2.188
21	DAY OF WEEK-Thursday	1.995
23	DAY OF WEEK-Wednesday	1.940
5	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances	0.446

## Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	-77.718
15	TIME OF DAY-Morning	-5.416
10	HOUR-Малое: 2/4-{5.7500000, 11.5000000}	-5.416
19	DAY OF WEEK-Saturday	-3.181
22	DAY OF WEEK-Tuesday	-1.560
14	TIME OF DAY-Evening	-1.082
12	HOUR-Очень большое: 4/4-{17.2500000, 23.0000000}	-1.082
17	DAY OF WEEK-Friday	-1.019
20	DAY OF WEEK-Sunday	-0.709
16	TIME OF DAY-Night	-0.070
9	HOUR-Очень малое: 1/4-{0.0000000, 5.7500000}	-0.070

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь

Abs

Prс1

Prс2

Inf1

Inf2

Inf3

Inf4

Inf5

Inf6

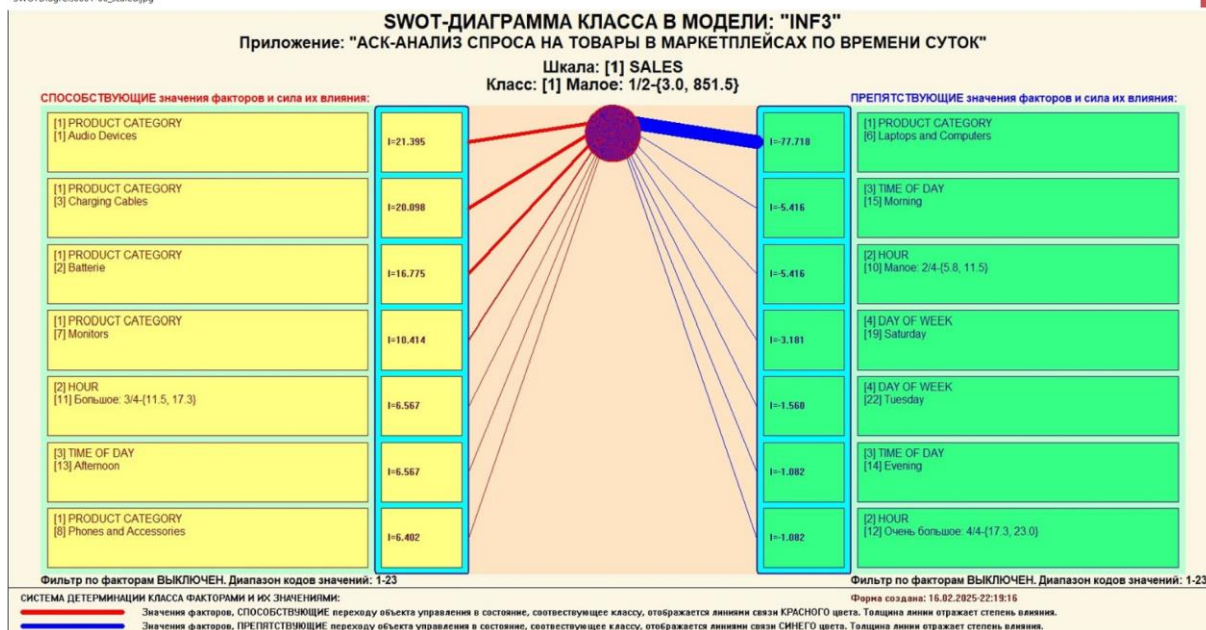
Inf7

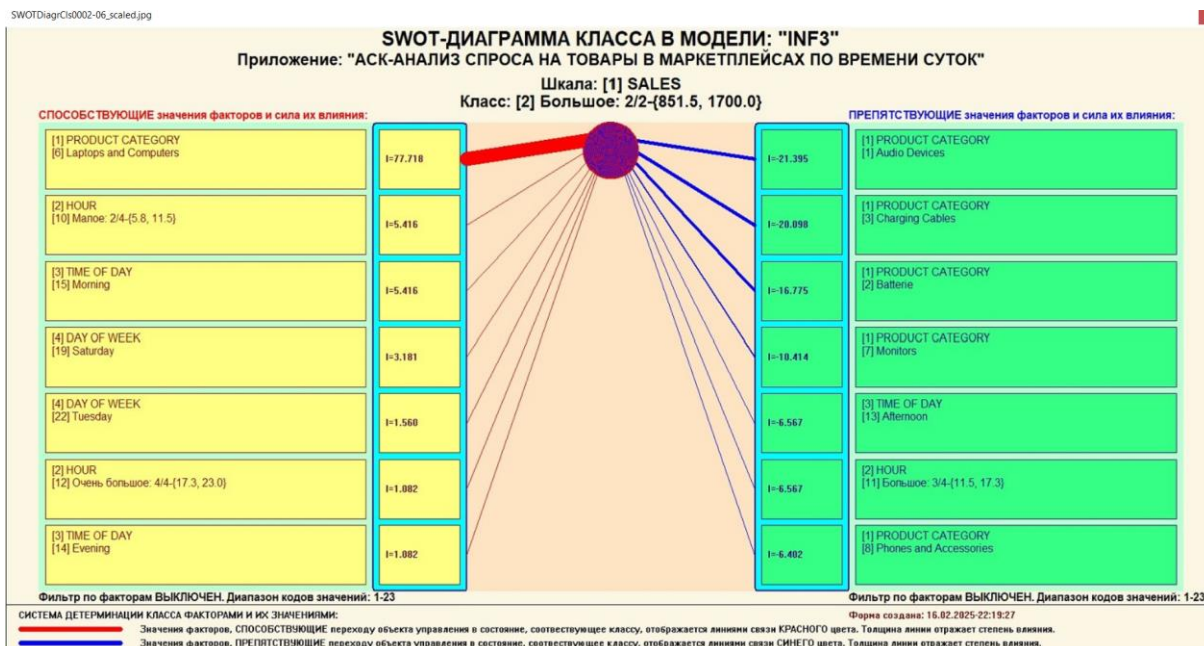
ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

SWOT-диаграмма

SWOTDiag/Cis0001-06\_scaled.jpg





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

### 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 также результаты решения задачи прогнозирования и результаты кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов, т.е. некоторые результаты решения задачи исследования предметной области.

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

**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).

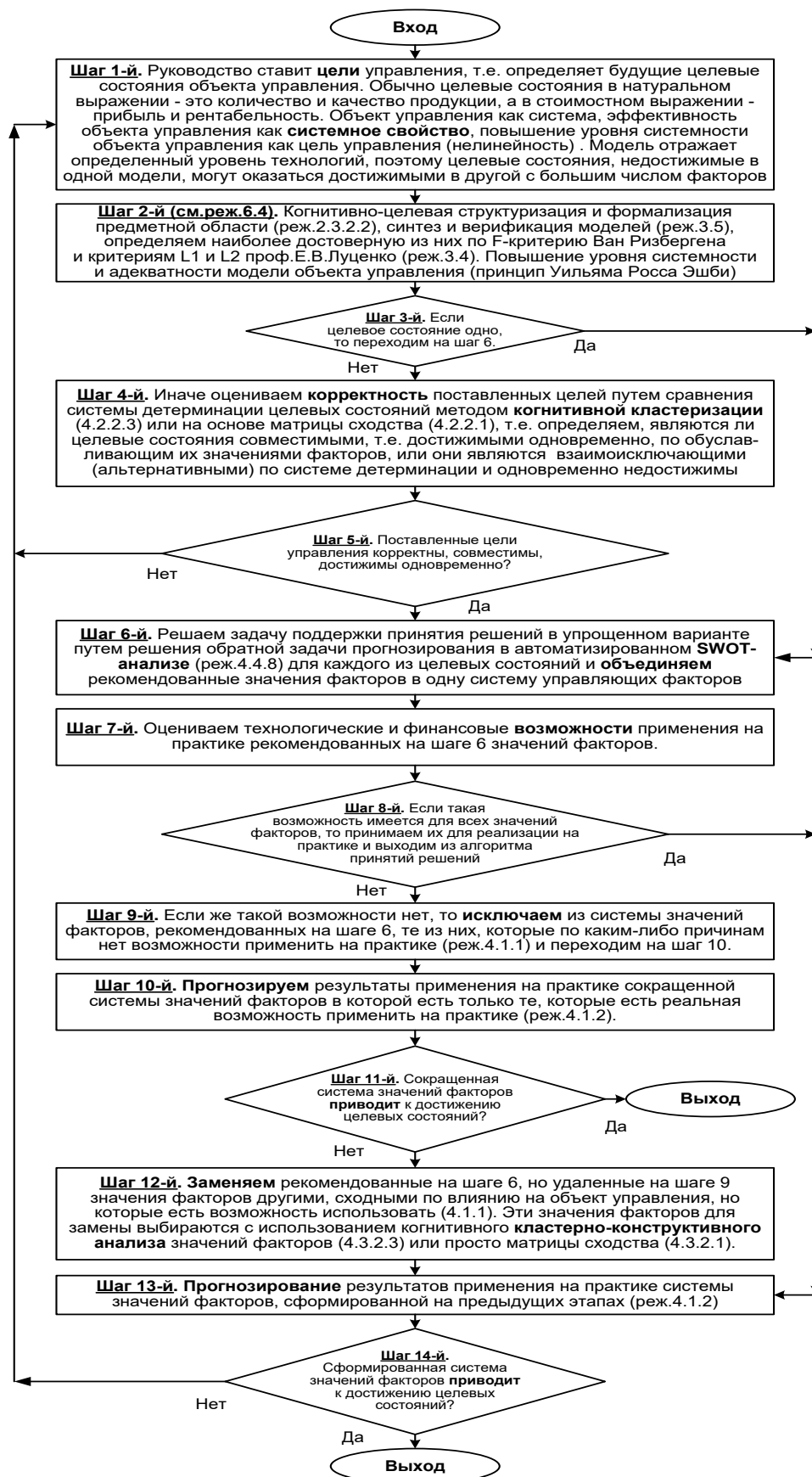


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

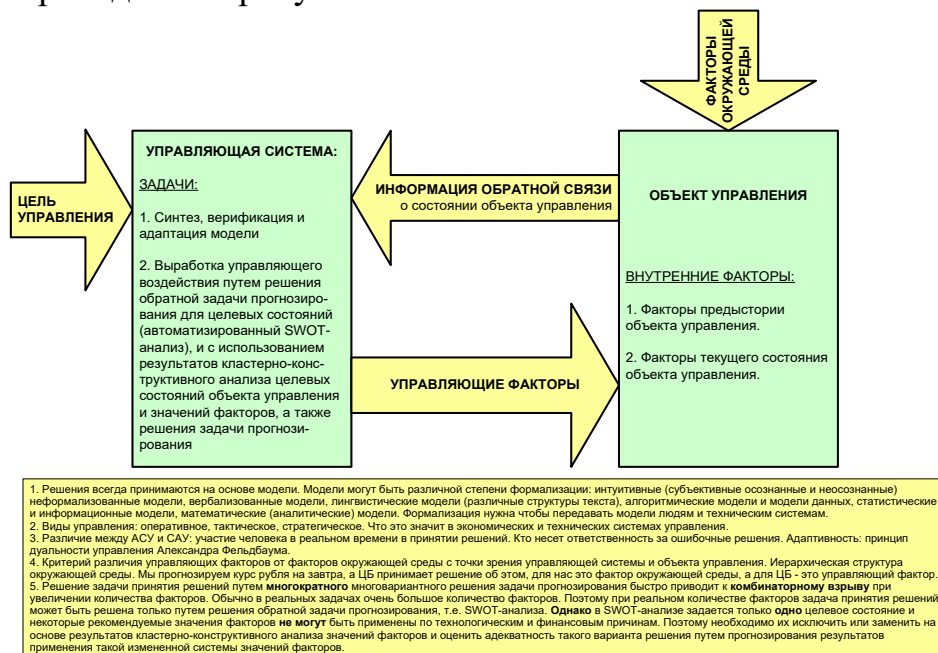
**Шаг 11-й.** Сокращенная система значений факторов приводит к достижению целевых состояний? Если да, то выход из алгоритма принятия решений, а иначе переход на шаг 12.

**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.

### 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 будущее состояние

Код	Наименование значения фактора
1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices
2	PRODUCT CATEGORY-Batterie
3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables
4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices
5	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances
6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers

SWOT-анализ значения фактора:1 "PRODUCT CATEGORY-Audio Devices" в модели:6 "INF3"

**СПОСОБСТВУЕТ:**

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора СПОСОБСТВУЕТ	Сила влияния
1	SALES-Малое: 1/2-(3.0, 851.5)	21.395

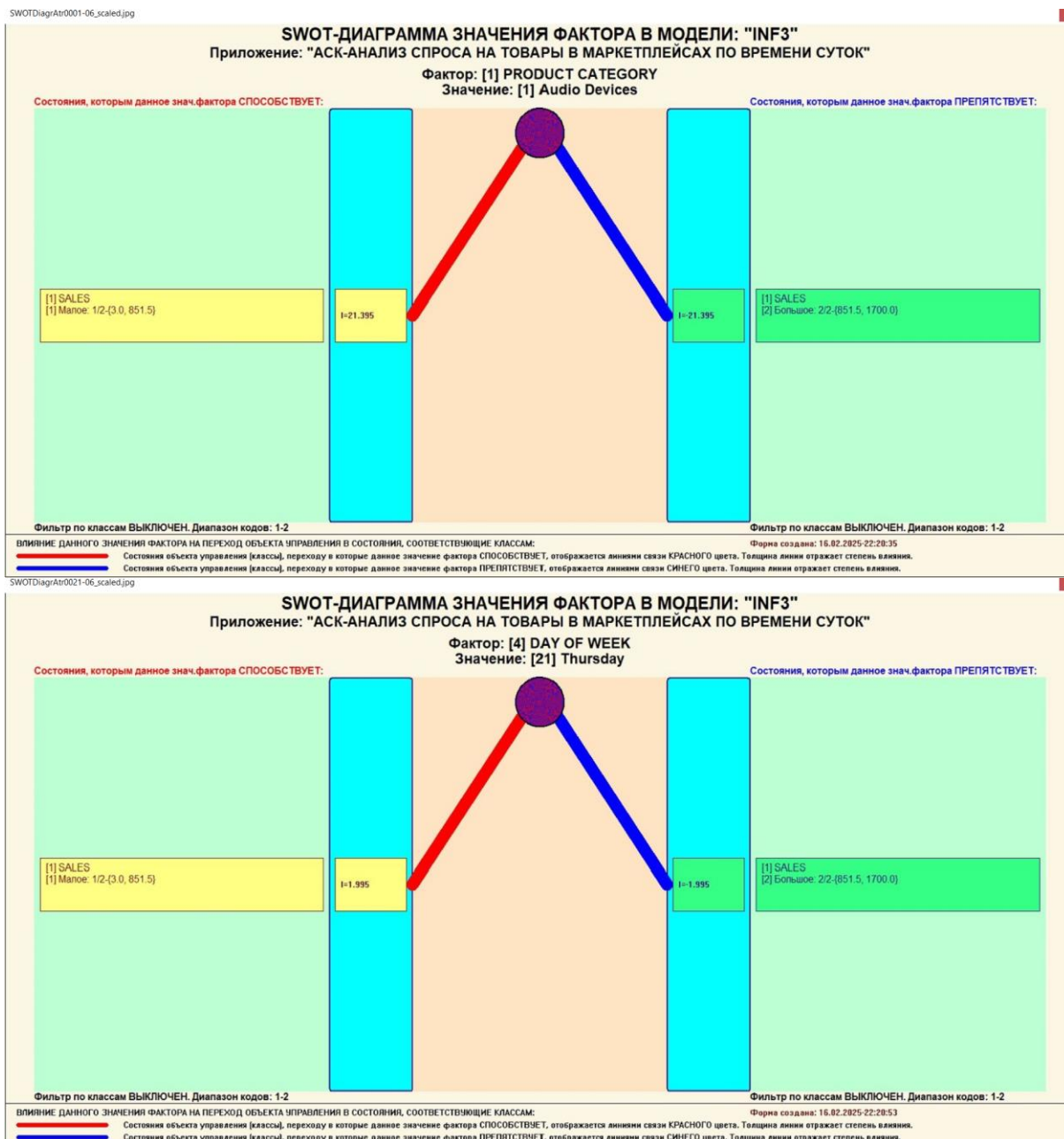
**ПРЕПЯТСТВУЕТ:**

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора ПРЕПЯТСТВУЕТ	Сила влияния
2	SALES-Большое: 2/2-(851.5, 1700.0)	-21.395

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

Помощь    Abs    Prt1    Prt2    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.

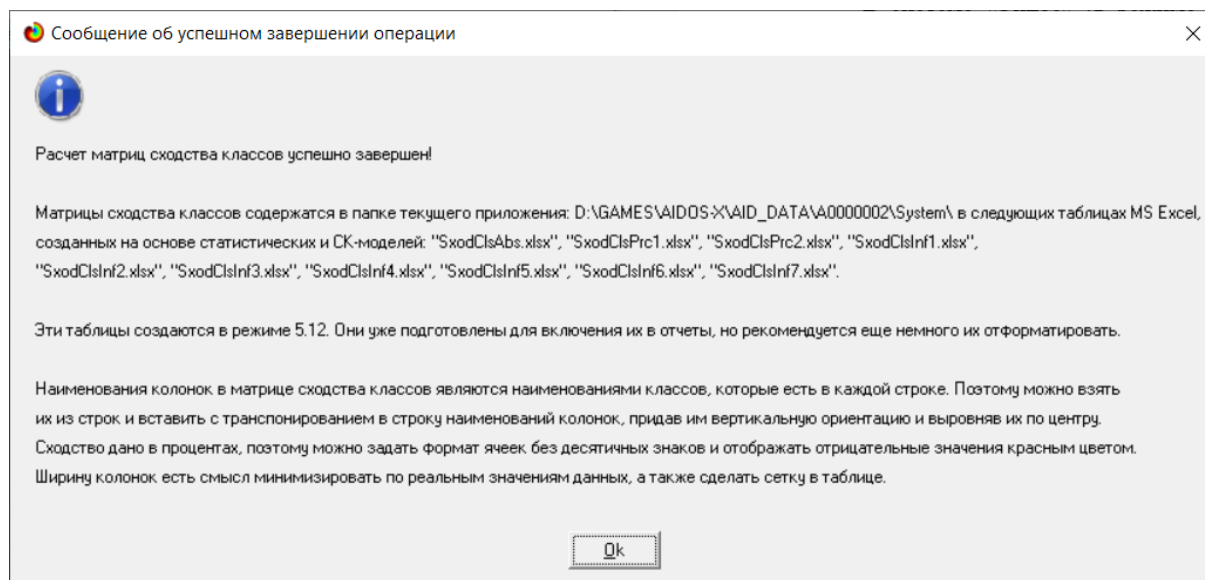
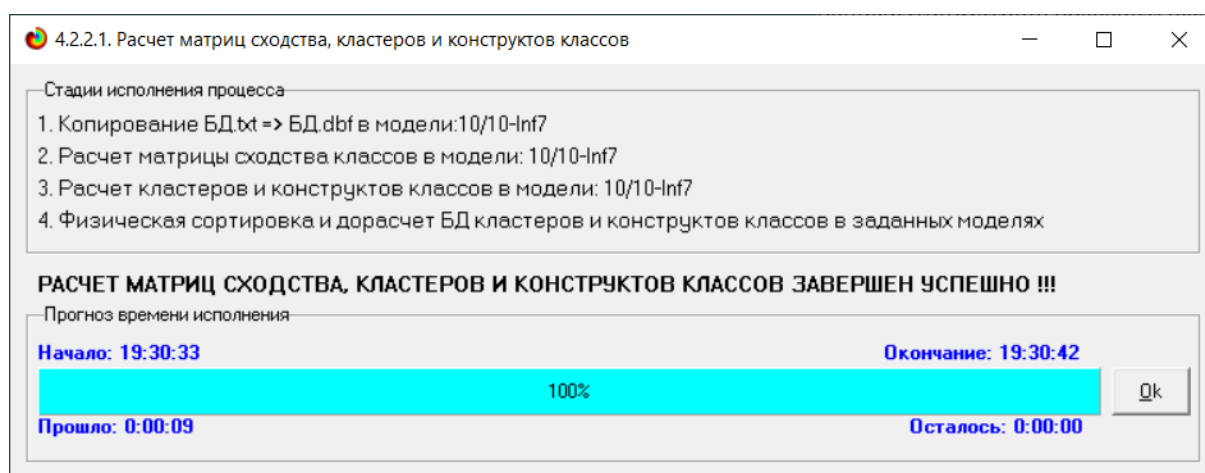
### 3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

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:



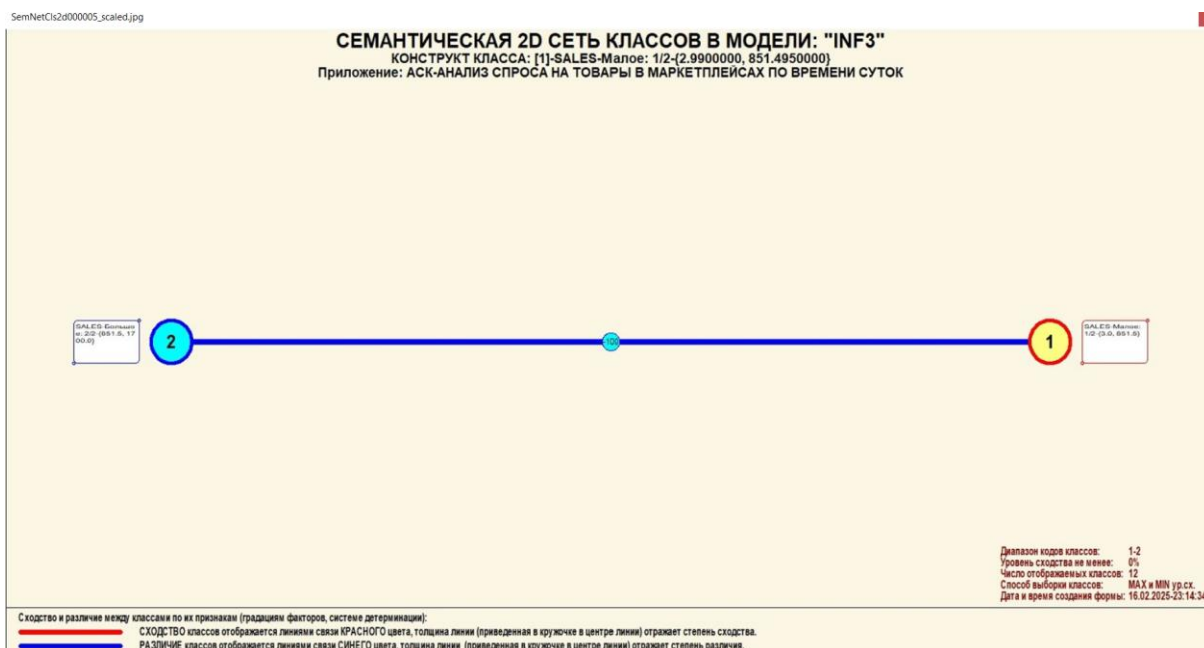
**Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства классов**

**Таблица 14 – Матрица сходства классов в СК-модели INF3 (полностью)**

4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	SALES-Малое: 1/2-(3.0, 851.5)	1	1	SALES-Малое: 1/2-(3.0, 851.5)	100.000
2	SALES-Большое: 2/2-(851.5, 1700.0)	2	2	SALES-Большое: 2/2-(851.5, 1700.0)	-100.000

Помощь | Abs | Prc1 | Prc2 | Inf1 | Inf2 | Inf3 | Inf4 | Inf5 | Inf6 | Inf7 | График | ВКЛ. фильтр по кл.шкале | ВЫКЛ. фильтр по кл.шкале | Параметры | Показать ВСЕ



**Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)**

### 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* (предложена автором в 2011 году в работе [16]) (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:

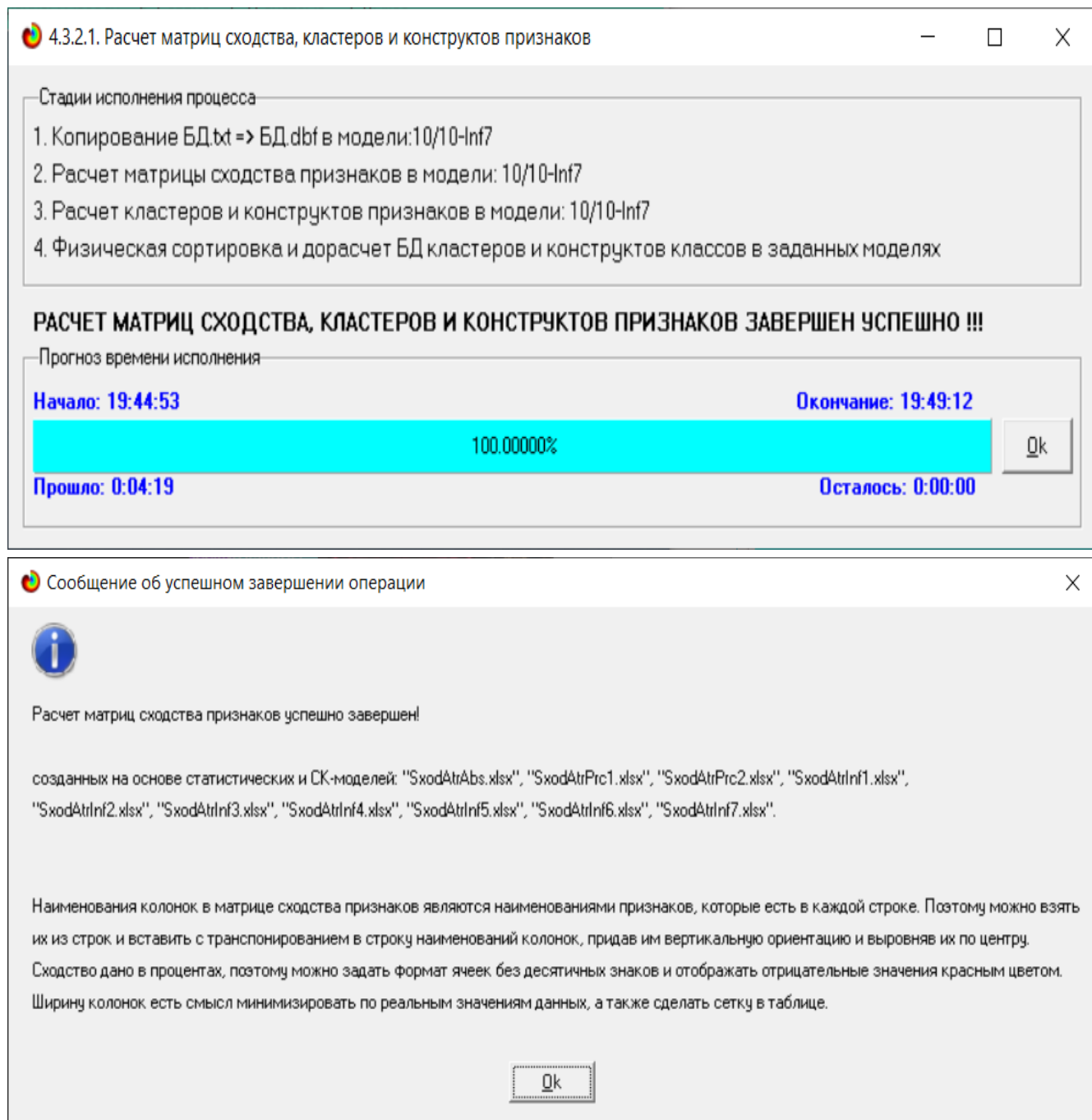


Рисунок 25. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 15 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF3 (фрагмент)

4.3.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа признаков

Конструкт признака:1 "PRODUCT CATEGORY-Audio Devices" в модели:6 "INF3"

Код	Наименование признака	Nº	Код призна...	Наименование признака	Сходство
1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	1	1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	100.000
2	PRODUCT CATEGORY-Batterie	2	2	PRODUCT CATEGORY-Batterie	100.000
3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	3	3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	100.000
4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	4	4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	100.000
5	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances	5	5	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances	100.000
6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	6	7	PRODUCT CATEGORY-Monitors	100.000
7	PRODUCT CATEGORY-Monitors	7	8	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	100.000
8	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	8	11	HOUR-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	100.000
9	HOUR-Очень малое: 1/4-(0.0000000, 5.7500000)	9	13	TIME OF DAY-Afternoon	100.000
10	HOUR-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	10	18	DAY OF WEEK-Monday	100.000
11	HOUR-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	11	21	DAY OF WEEK-Thursday	100.000
12	HOUR-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	12	23	DAY OF WEEK-Wednesday	100.000
13	TIME OF DAY-Afternoon	13	6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	-100.000
14	TIME OF DAY-Evening	14	9	HOUR-Очень малое: 1/4-(0.0000000, 5.7500000)	-100.000
15	TIME OF DAY-Morning	15	10	HOUR-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	-100.000
16	TIME OF DAY-Night	16	12	HOUR-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	-100.000
17	DAY OF WEEK-Friday	17	14	TIME OF DAY-Evening	-100.000
18	DAY OF WEEK-Monday	18	15	TIME OF DAY-Morning	-100.000
19	DAY OF WEEK-Saturday	19	16	TIME OF DAY-Night	-100.000
20	DAY OF WEEK-Sunday	20	17	DAY OF WEEK-Friday	-100.000
21	DAY OF WEEK-Thursday	21	19	DAY OF WEEK-Saturday	-100.000
22	DAY OF WEEK-Tuesday	22	20	DAY OF WEEK-Sunday	-100.000
23	DAY OF WEEK-Wednesday	23	22	DAY OF WEEK-Tuesday	-100.000

Помощь | Abs | Prc1 | Prc2 | Inf1 | Inf2 | **Inf3** | Inf4 | Inf5 | Inf6 | Inf7 | График | Вкл. фильтр по кл.шкале | Выкл. фильтр по кл.шкале | Параметры | Показать ВСЕ

SemNetAtr24000003\_scaled.jpg

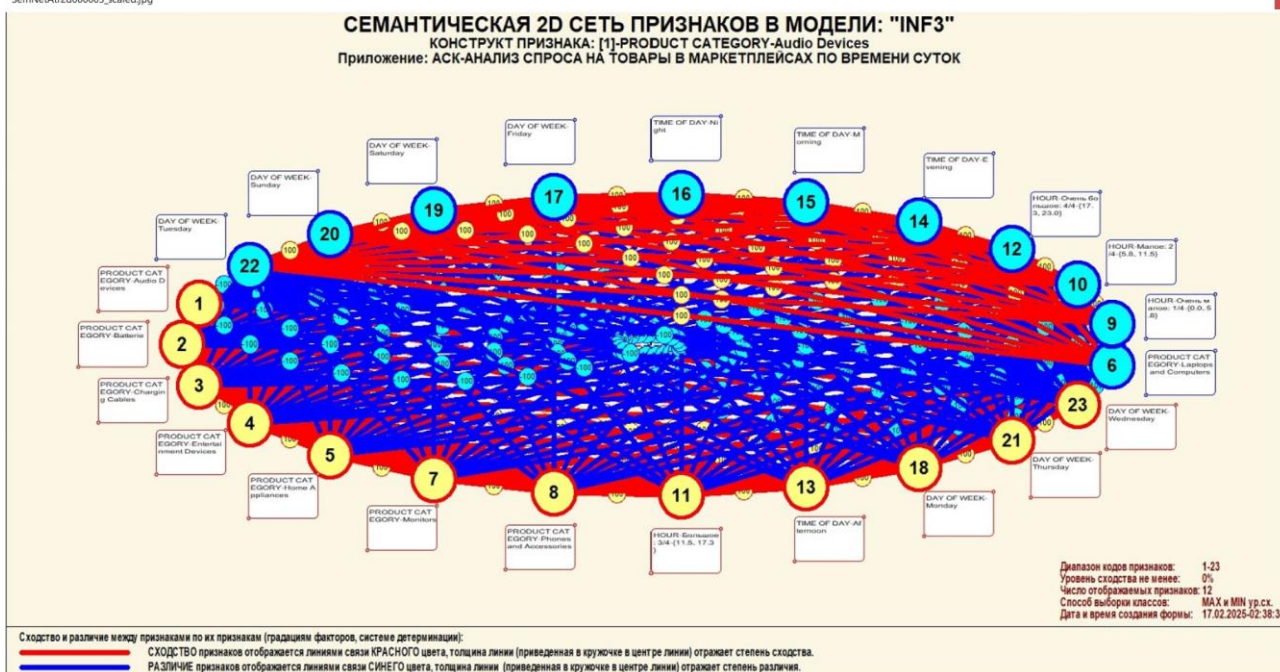
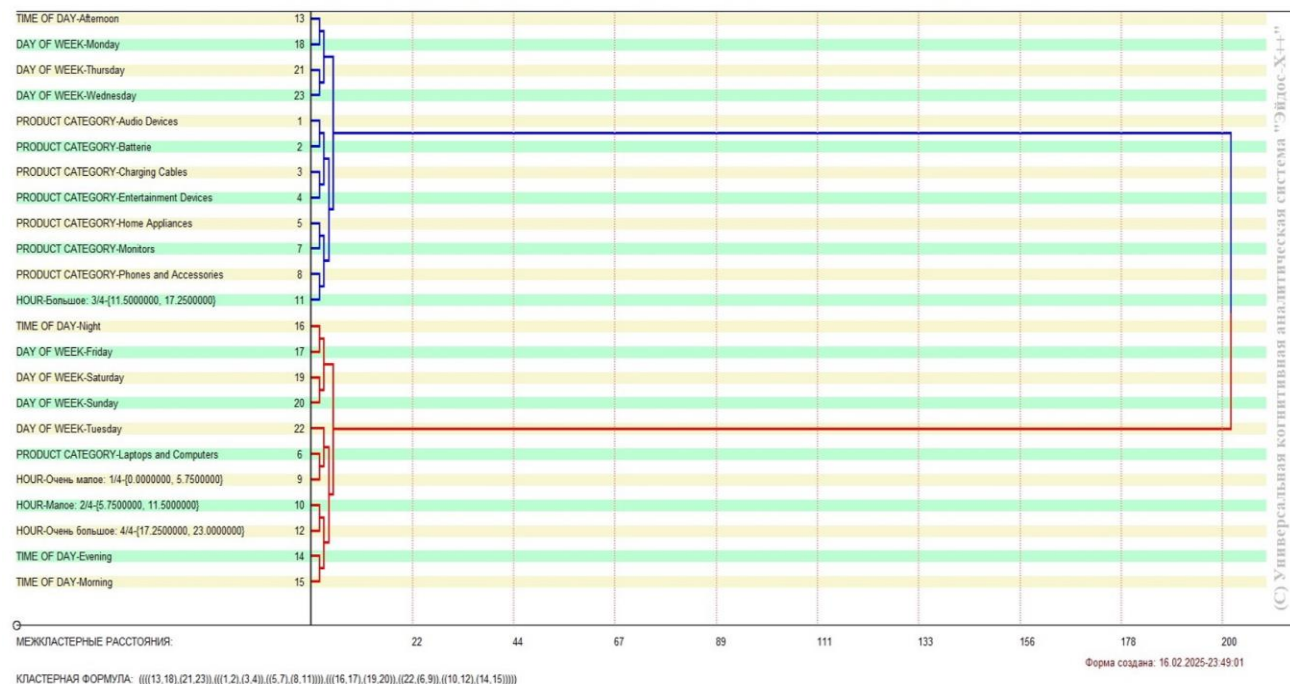


Рисунок 26. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF3 (режим 4.3.2.2)

CustAtr-06\_scaled.jpg

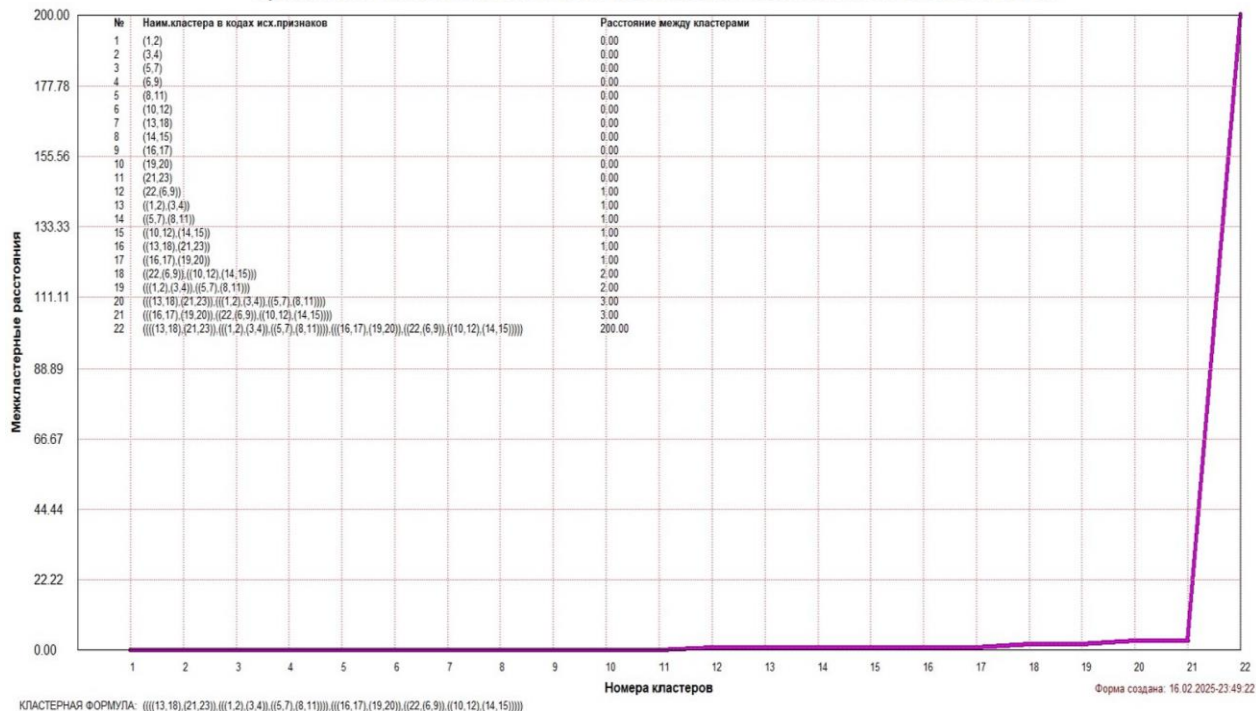
### ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3" Приложение: "АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК"



**Рисунок 27. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)**

CustAtrDist-06\_scaled.jpg

### ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3" Приложение: "АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК"



**Рисунок 28. 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 быстрое действие системы.

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что [18]:

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.

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	SALES-Малое: 1/2-{2.9900000, 851.4950000}
2	SALES-Большое: 2/2-{851.4950000, 1700.0000000}

Подготовка визуализации нейрона:1 "SALES-Малое: 1/2-{2.9900000, 851.4950000}" в модели:6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	21.395
3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	20.098
2	PRODUCT CATEGORY-Batterie	16.775
7	PRODUCT CATEGORY-Monitors	10.414
11	HOUR-Большое: 3/4-{11.5000000, 17.2500000}	6.567
13	TIME OF DAY-Afternoon	6.567
8	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	6.402
18	DAY OF WEEK-Monday	2.534
4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	2.188
21	DAY OF WEEK-Thursday	1.005

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	-77.718
15	TIME OF DAY-Morning	-5.416
10	HOUR-Малое: 2/4-{5.7500000, 11.5000000}	-5.416
19	DAY OF WEEK-Saturday	-3.181
22	DAY OF WEEK-Tuesday	-1.560
14	TIME OF DAY-Evening	-1.082
12	HOUR-Очень большое: 4/4-{17.2500000, 23.0000000}	-1.082
17	DAY OF WEEK-Friday	-1.019
20	DAY OF WEEK-Sunday	-0.709
16	TIME OF DAY-Night	0.070

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

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

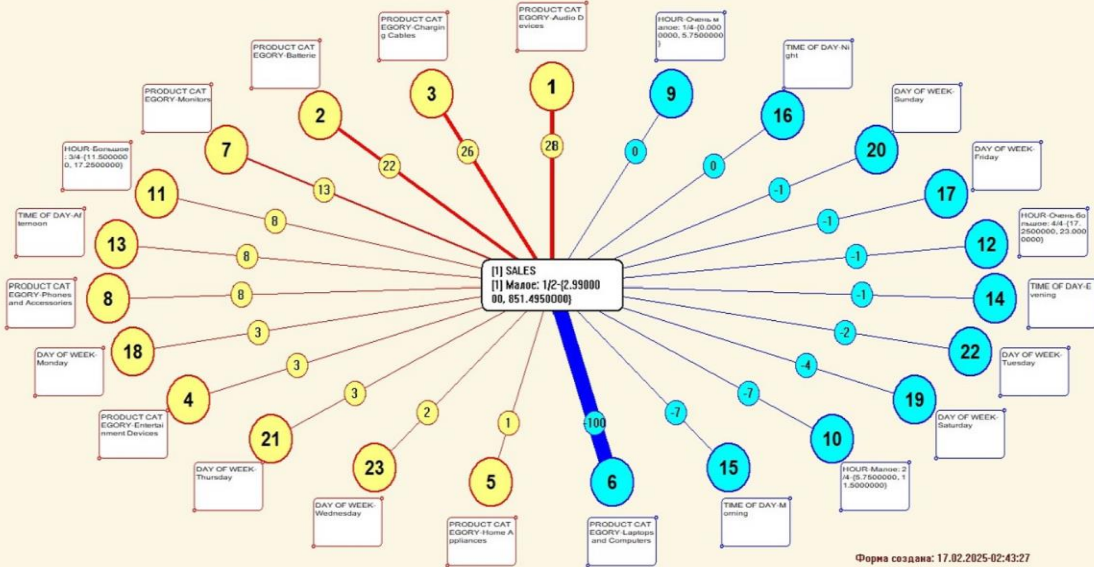
Сортировать рецепторы:   
 по информативности     по модулю информативности    Отображать рецепторы:   
 с наименованиями     только с кодами

Neuron001Inf1\_scaled.jpg

НЕЛОКАЛЬНЫЙ НЕЙРОН В МОДЕЛИ: "INF3"

Нейрон: [1]-SALES-Малое: 1/2-{2.9900000, 851.4950000}

Приложение: АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК



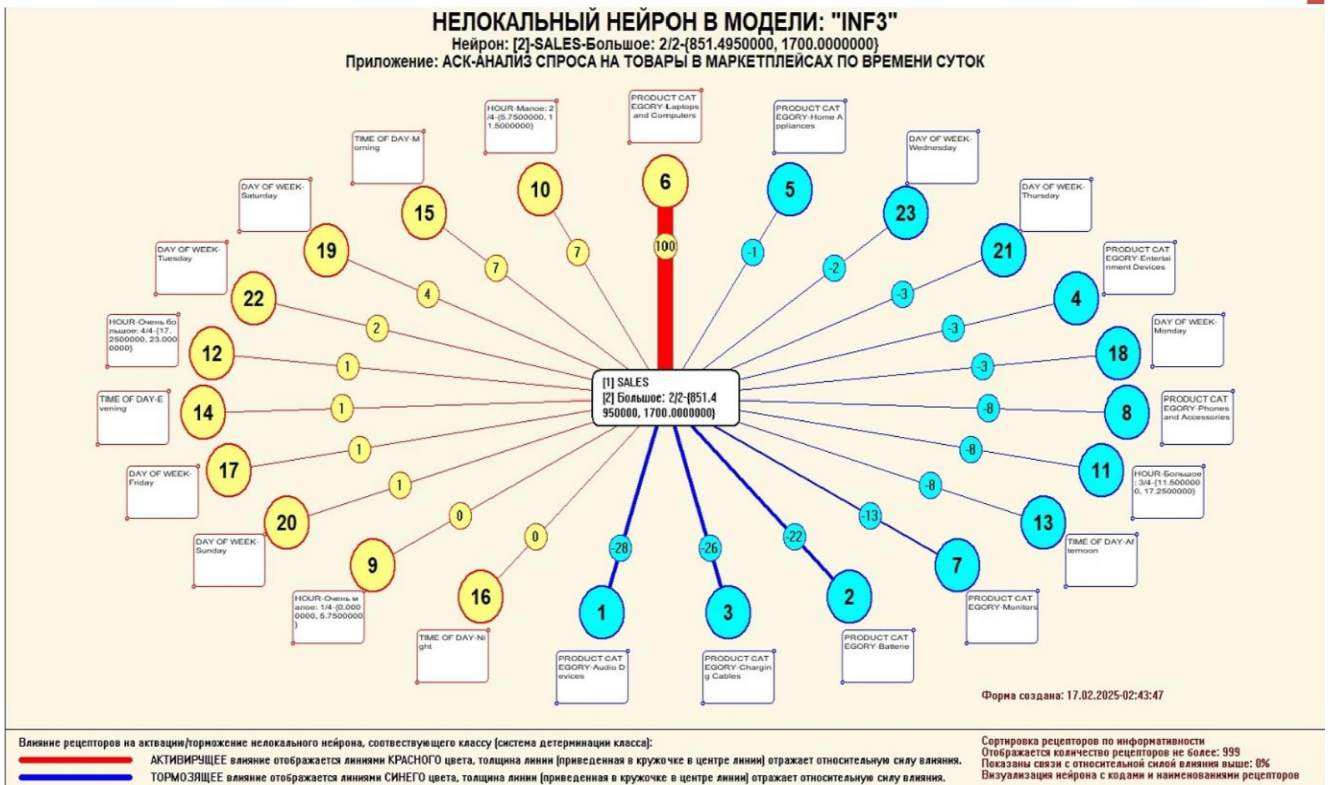
Влияние рецепторов на активацию/торможение нелокального нейрона, соответствующего классу (система детерминации класса):

— АКТИВИРУЮЩЕЕ влияние отображается линиями КРАСНОГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает относительную силу влияния. — ТОРМОЗЯЩЕЕ влияние отображается линиями СИНЕГО цвета, толщина линии [приведенная в кружочке в центре линии] отражает относительную силу влияния.

Сортировка рецепторов по информативности. Отображается количество рецепторов не более: 999. Показаны связи с относительной силой влияния выше: 0%. Визуализация нейрона с кодами и наименованиями рецепторов.



Neuron002Inf1\_scaled.jpg



**Рисунок 29. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам**

### 3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

В системе «Эйдос» есть возможность построения моделей, соответствующих многослойным нейронным сетям [18].

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**

№	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	1	SALES-Малое: 1/2-(2.9900000, 851.4950000)
2	2	SALES-Большое: 2/2-(851.4950000, 1700.0000000)

Помощь | Максимальное количество отображаемых нейронов: 16 | ClearSet | Диапазон кодов отображаемых нейронов: 1 - 2  
 Максимальное количество отображаемых связей: 1000 | Диапазон кодов отображаемых рецепторов: 1 - 23

**Подготовка визуализации нейрона: 1 "SALES-Малое: 1/2-{2.9900000, 851.4950000}" в модели: 6 "INF3"**

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	21.395
3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	20.098
2	PRODUCT CATEGORY-Batterie	16.775
7	PRODUCT CATEGORY-Monitors	10.414
11	HOURL-Большое: 3/4-(11.5000000, 17.2500000)	6.567
13	TIME OF DAY-Afternoon	6.567
8	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	6.402
18	DAY OF WEEK-Monday	2.534
4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	2.188

**ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	-77.718
15	TIME OF DAY-Morning	-5.416
10	HOURL-Малое: 2/4-(5.7500000, 11.5000000)	-5.416
19	DAY OF WEEK-Saturday	-3.181
22	DAY OF WEEK-Tuesday	-1.560
14	TIME OF DAY-Evening	-1.082
12	HOURL-Очень большое: 4/4-(17.2500000, 23.0000000)	-1.082
17	DAY OF WEEK-Friday	-1.019
20	DAY OF WEEK-Sunday	-0.709

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору | ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

НейроСеть | Максимальное количество отображаемых рецепторов: 16 | Отображать связи с интенсивностью >= % от макс.: 0,000

Сортировать связи:  по модулю информативности |  нейронов |  рецепторов  
 по информативности и знаку

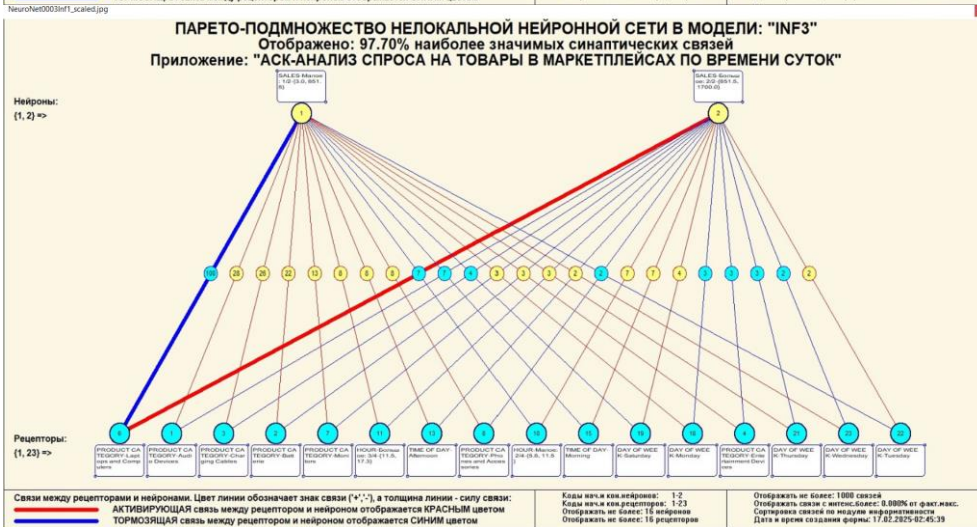
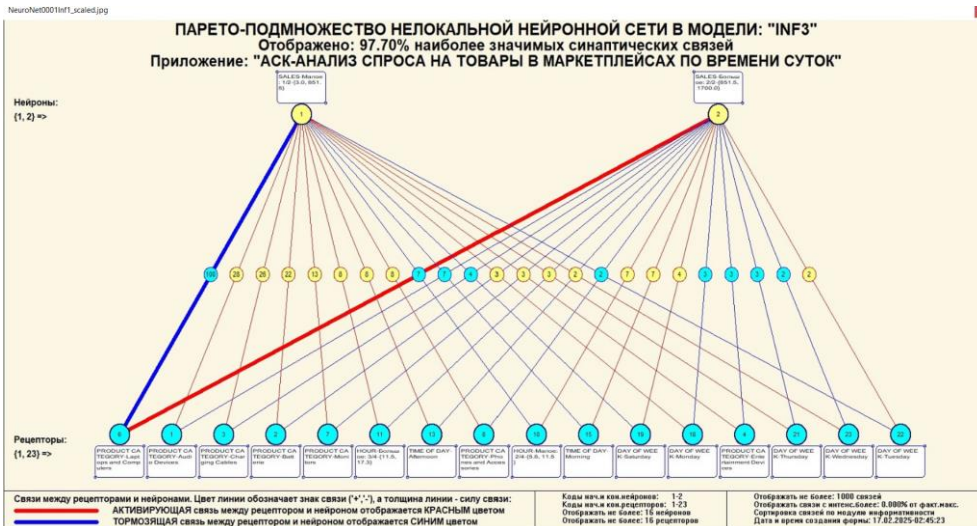


Рисунок 30. Нейронная сеть в СК-модели INF3

### 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).

4.4.12. Отображение Парето-подмножеств одного слоя интегральной когнитивной карты в системе "Эйдос"

**Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в когнитивной карте**

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	SALES-Малое: 1/2-{2.9900000, 851.4950000}
<input type="checkbox"/>	2	SALES-Большое: 2/2-{851.4950000, 1700.0000000}

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

**Подготовка визуализации нейрона:1 "SALES-Малое: 1/2-{2.9900000, 851.4950000}" в модели:6 "INF3"**

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**      **ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
<input checked="" type="checkbox"/>	1 PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	21.395
<input type="checkbox"/>	3 PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	20.098
<input type="checkbox"/>	2 PRODUCT CATEGORY-Batterie	16.775
<input type="checkbox"/>	7 PRODUCT CATEGORY-Monitors	10.414
<input type="checkbox"/>	11 HOUR-Большое: 3/4-{11.5000000, 17.2500000}	6.567
<input type="checkbox"/>	13 TIME OF DAY-Afternoon	6.567
<input type="checkbox"/>	8 PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	6.402
<input type="checkbox"/>	18 DAY OF WEEK-Monday	2.534
<input type="checkbox"/>	4 PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	2.188
<input type="checkbox"/>	21 DAY OF WEEK-Tuesday	1.005

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
<input checked="" type="checkbox"/>	6 PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	-77.718
<input type="checkbox"/>	15 TIME OF DAY-Morning	-5.416
<input type="checkbox"/>	10 HOUR-Малое: 2/4-{5.7500000, 11.5000000}	-5.416
<input type="checkbox"/>	19 DAY OF WEEK-Saturday	-3.181
<input type="checkbox"/>	22 DAY OF WEEK-Tuesday	-1.560
<input type="checkbox"/>	14 TIME OF DAY-Evening	-1.082
<input type="checkbox"/>	12 HOUR-Очень большое: 4/4-{17.2500000, 23.0000000}	-1.082
<input type="checkbox"/>	17 DAY OF WEEK-Friday	-1.019
<input type="checkbox"/>	20 DAY OF WEEK-Sunday	-0.709
<input type="checkbox"/>	16 TIME OF DAY-Night	0.070

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

**Когн. карта**    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7    Максимальное количество отображаемых рецепторов:     Отображать связи с интенсивностью >= % от макс.:

Сортировать связи:     по модулю информативности     по информативности и знаку    Отображать наименования:     нейронов     рецепторов

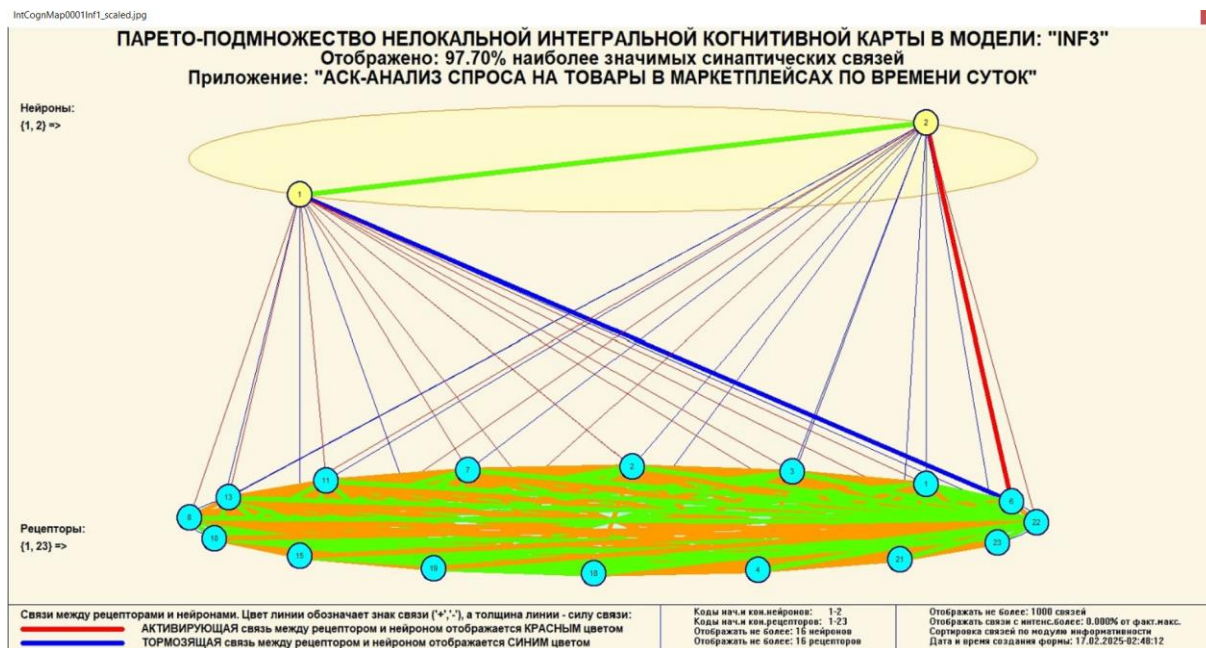


Рисунок 31. 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12)

### 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. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе на странице 521<sup>11</sup>. Позже об этом писалось в 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)

<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

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 8 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 3 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается  $2^2=8$  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-приложение №423 и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.

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	SALES-Малое: 1/2-(2.9900000, 851.4950000)
2	SALES-Большое: 2/2-(851.4950000, 1700.0000000)

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 ОПИСАТЕЛЬНЫЕ	1	23
1	PRODUCT CATEGORY	1	8
2	HOUR	9	12
3	TIME OF DAY	13	16
4	DAY OF WEEK	17	23

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:

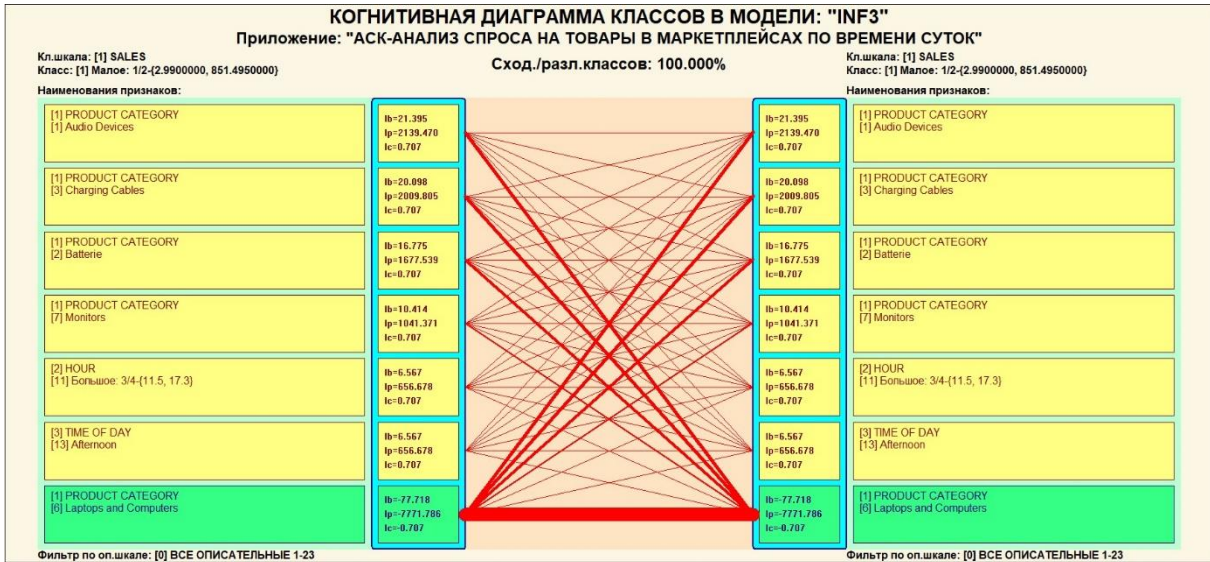
---

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

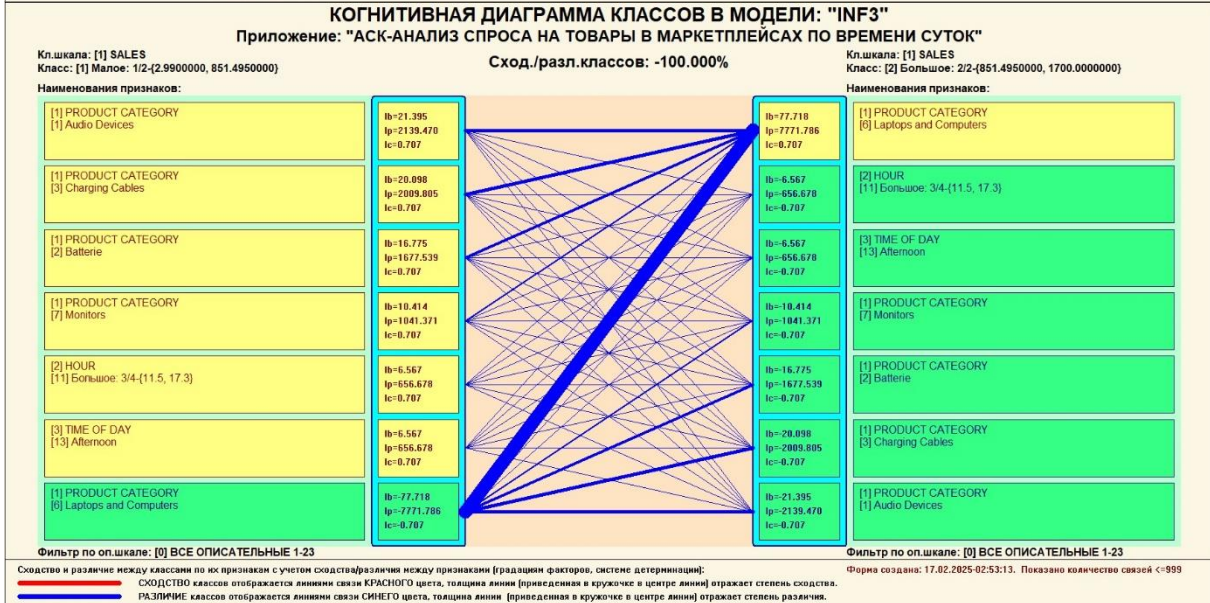
Класс для левого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ  
Класс для правого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ  
Описат. шкала для левого инф. портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ  
Описат. шкала для правого инф. портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ  
Модели, заданные для расчета: Abs, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

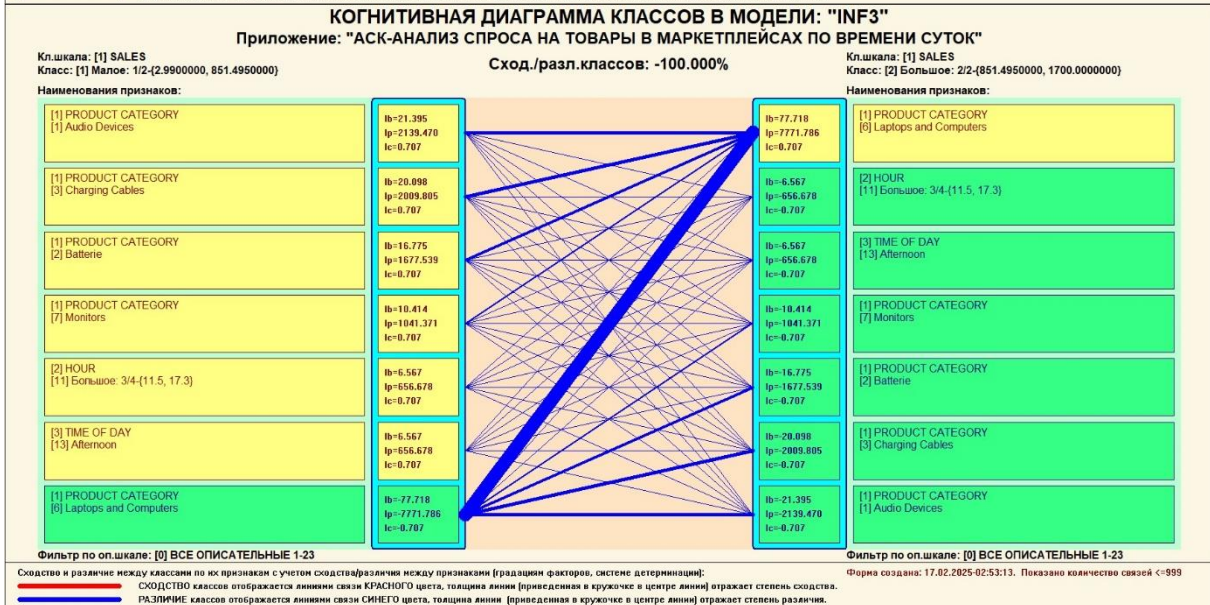
Показать все диаграммы с остановкой  
 Записать все диаграммы без показа



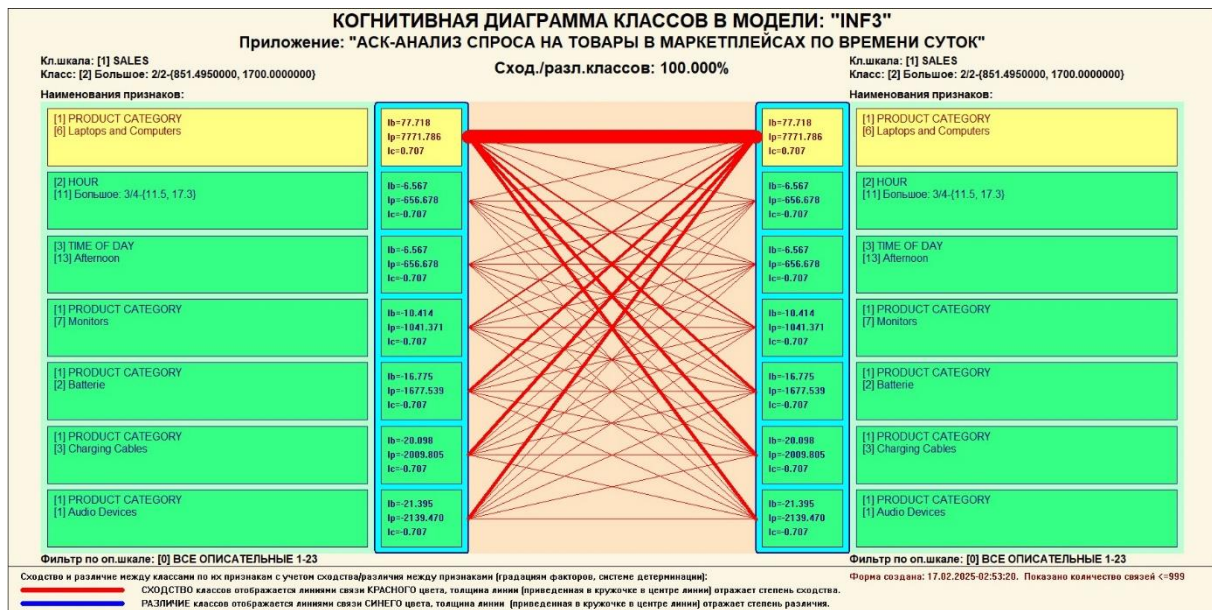
Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градация факторов, системы детерминации):  
 СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
 РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.



Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градация факторов, системы детерминации):  
 СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
 РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.



Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градация факторов, системы детерминации):  
 СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
 РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.



**Рисунок 32. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3**

### 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 [21].

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	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices
2	PRODUCT CATEGORY-Batterie
3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables
4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices
5	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances
6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers

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	2
1	SALES	1	2

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:  [Помощь](#)

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, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой  
 Записать все диаграммы без показа

**КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
 Приложение: "АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК"

Оп.шкала: [1] PRODUCT CATEGORY  
 Признак: [1] Audio Devices  
 Сход./разл. признаков: 100.000%

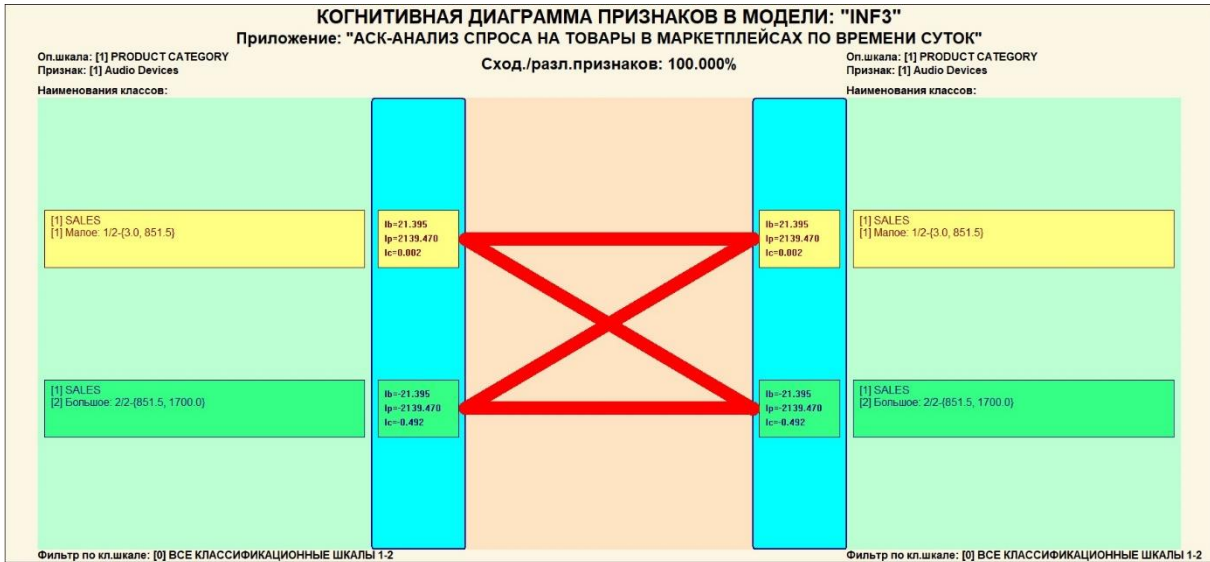
Наименования классов:

Фильтр по кл.шкале: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ 1-2

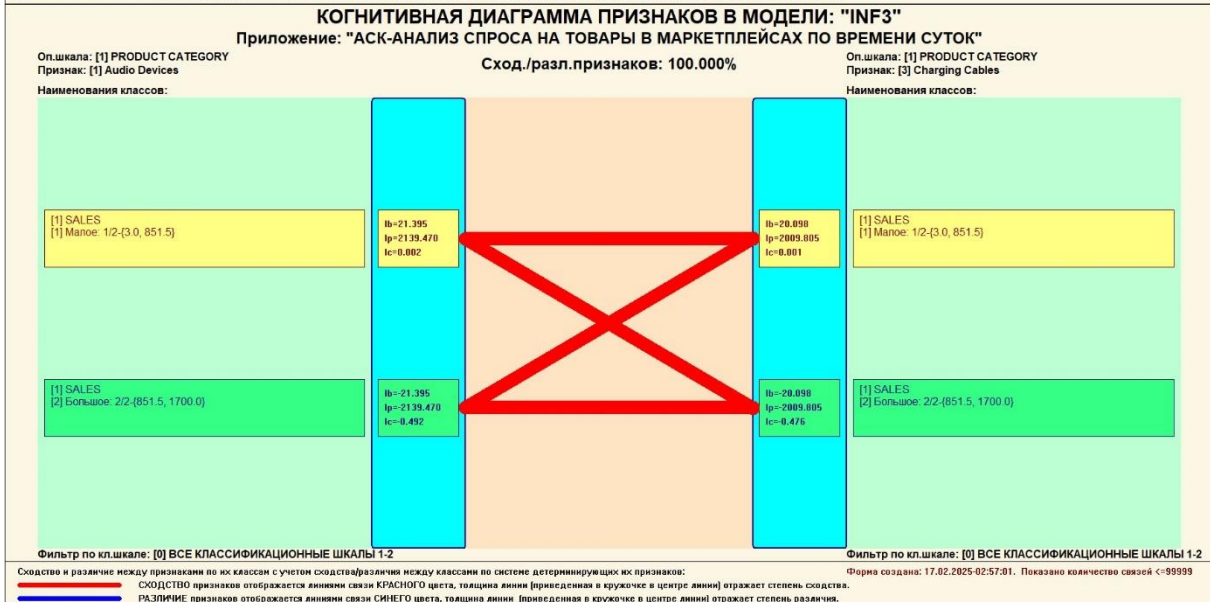
Сходство и различие между признаками по их классам с учетом сходства/различия между классами по системе детерминирующих их признаков:  
— СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
— РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.

Форма создана: 17.02.2025-02:56:55. Показано количество связей <=99999

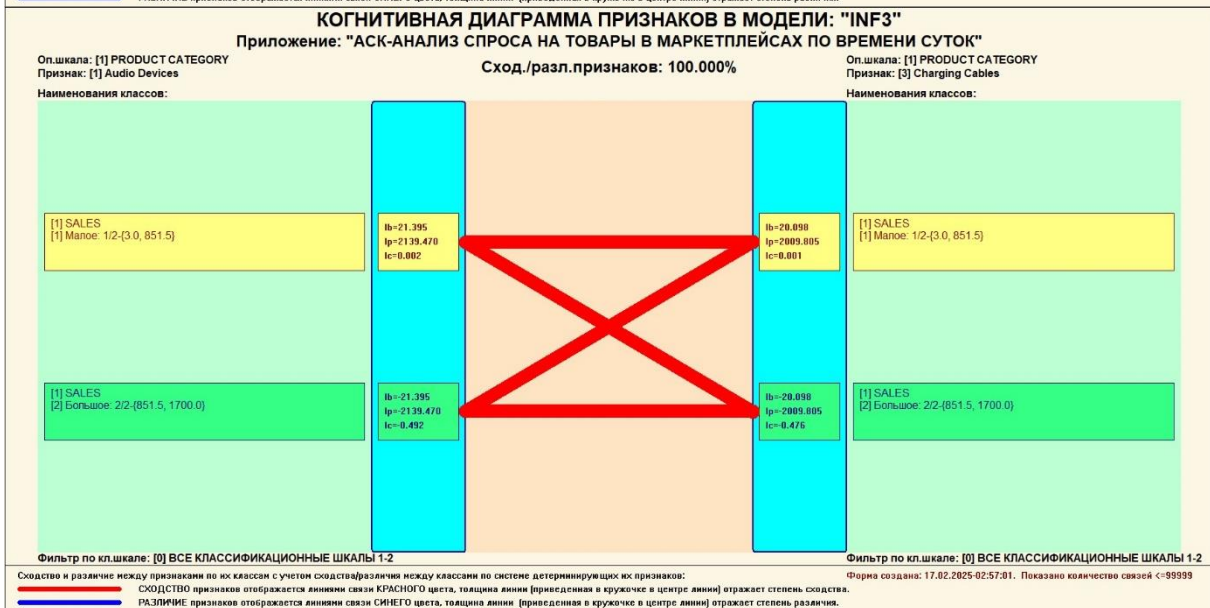




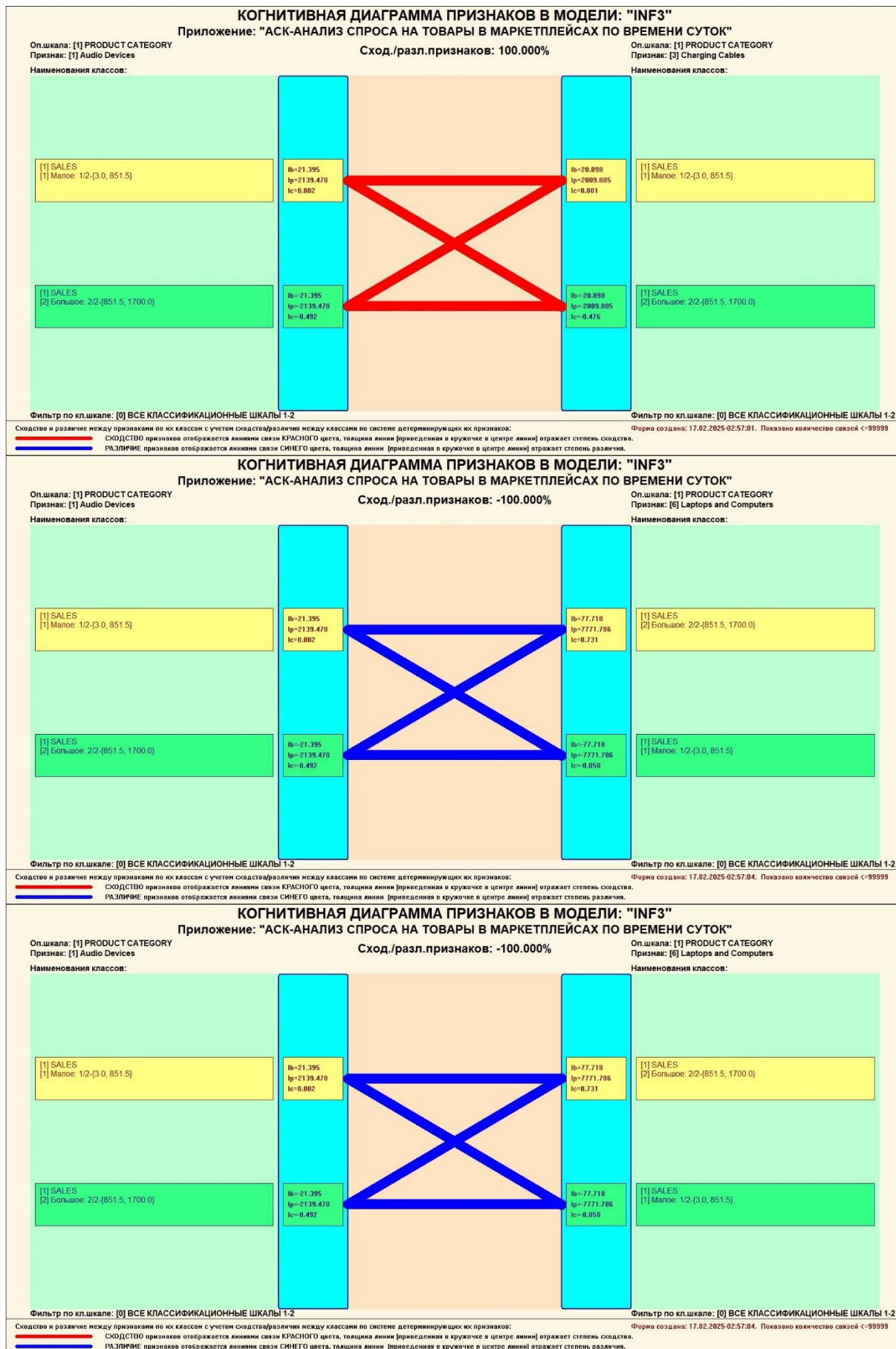
Сходство и различие между признаками по их классам с учетом сходства/различия между классами по системе детерминирующих их признаков:  
 СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
 РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.

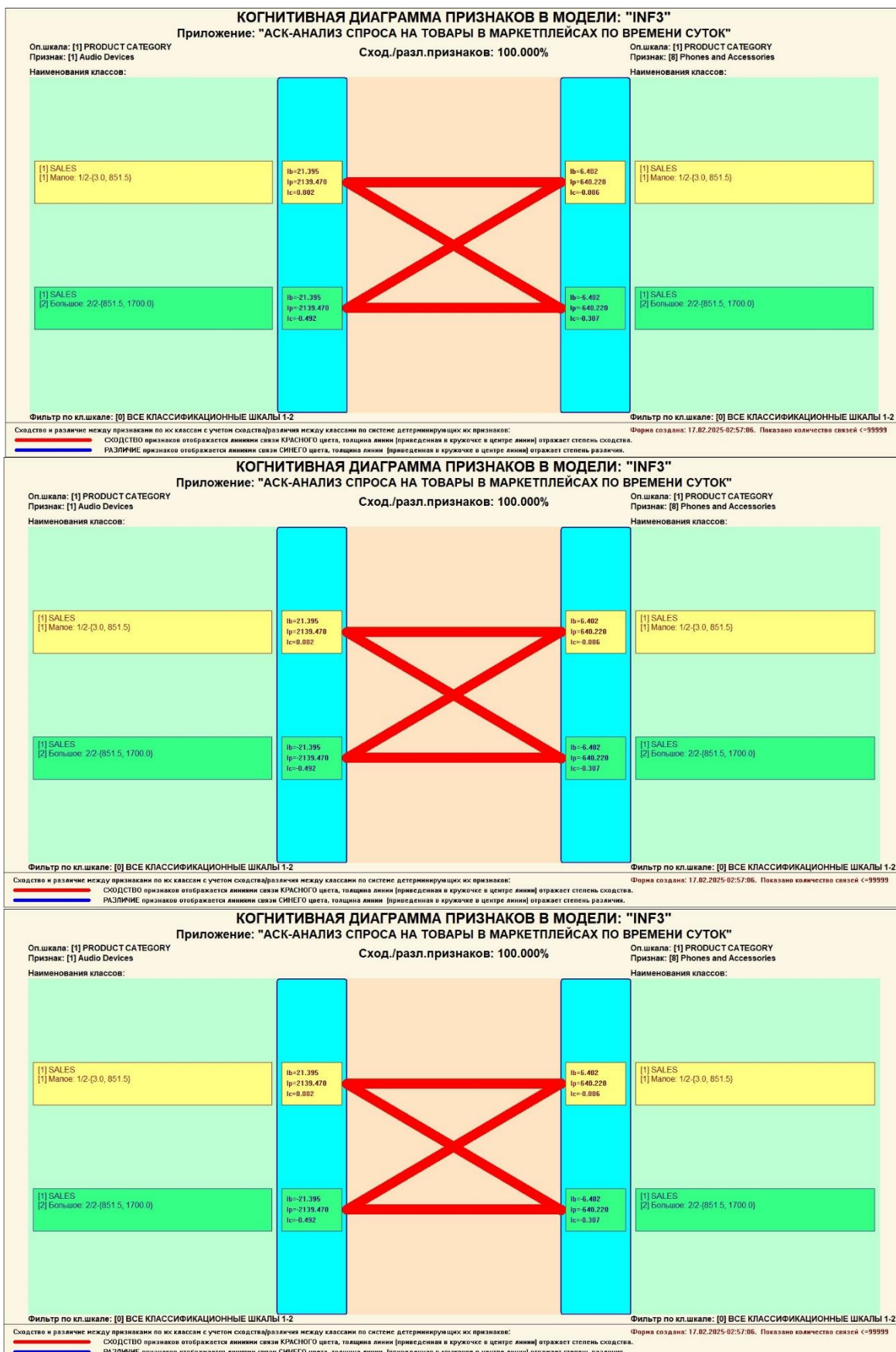


Сходство и различие между признаками по их классам с учетом сходства/различия между классами по системе детерминирующих их признаков:  
 СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
 РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.



Сходство и различие между признаками по их классам с учетом сходства/различия между классами по системе детерминирующих их признаков:  
 СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.  
 РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.





**Рисунок 33. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF3**

Всего системой в данной модели генерируется  $23^2=529$  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 №423 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, имеющих 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.

В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Количество когнитивных функций равно количеству сочетаний описательных и классификационных шкал. В модели, рассматриваемой в данной работе, есть 4 описательных шкалы и 1 классификационная, поэтому получается 4 когнитивных функции:

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

## 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>

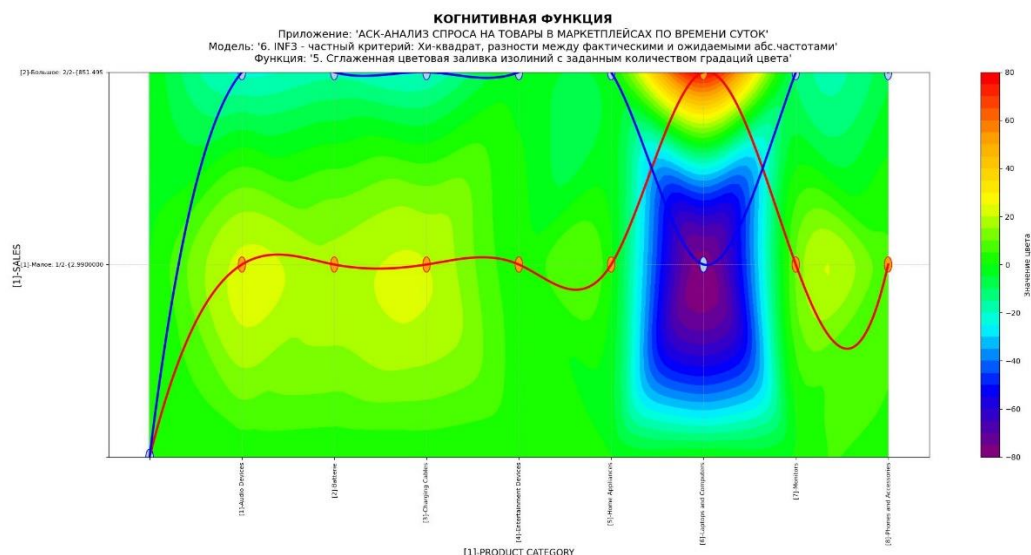
Задайте нужный режим:

**Визуализации когнитивных функций**

Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

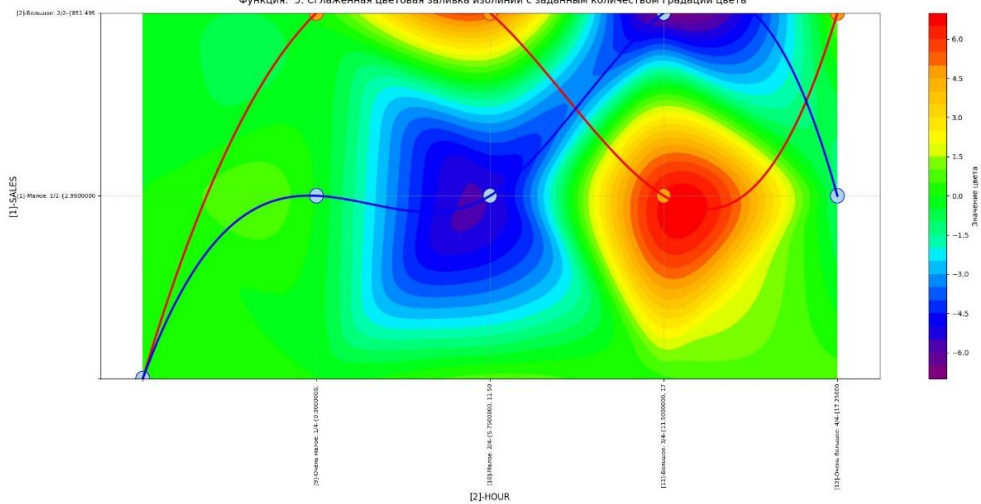
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями



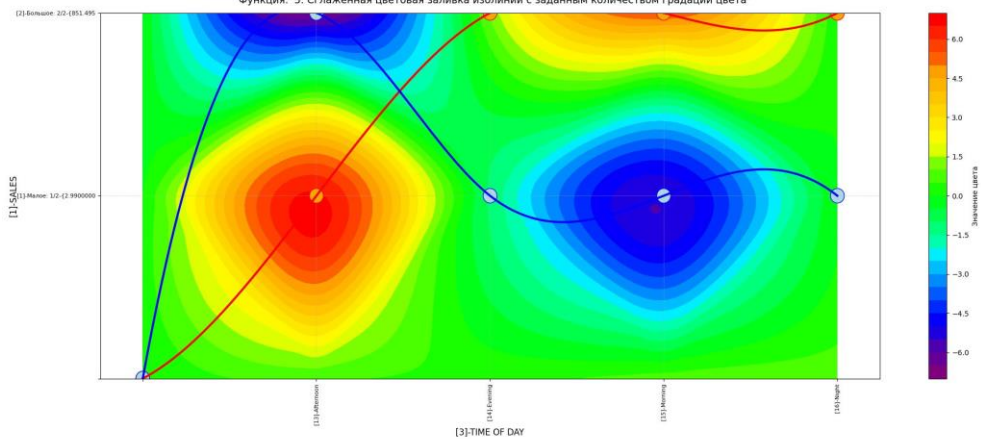
#### КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК'  
 Модель: '6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



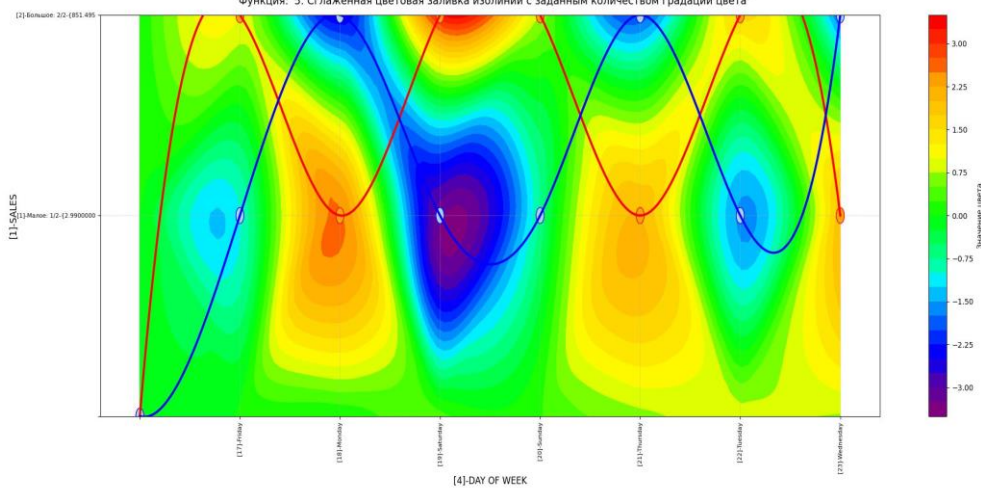
#### КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

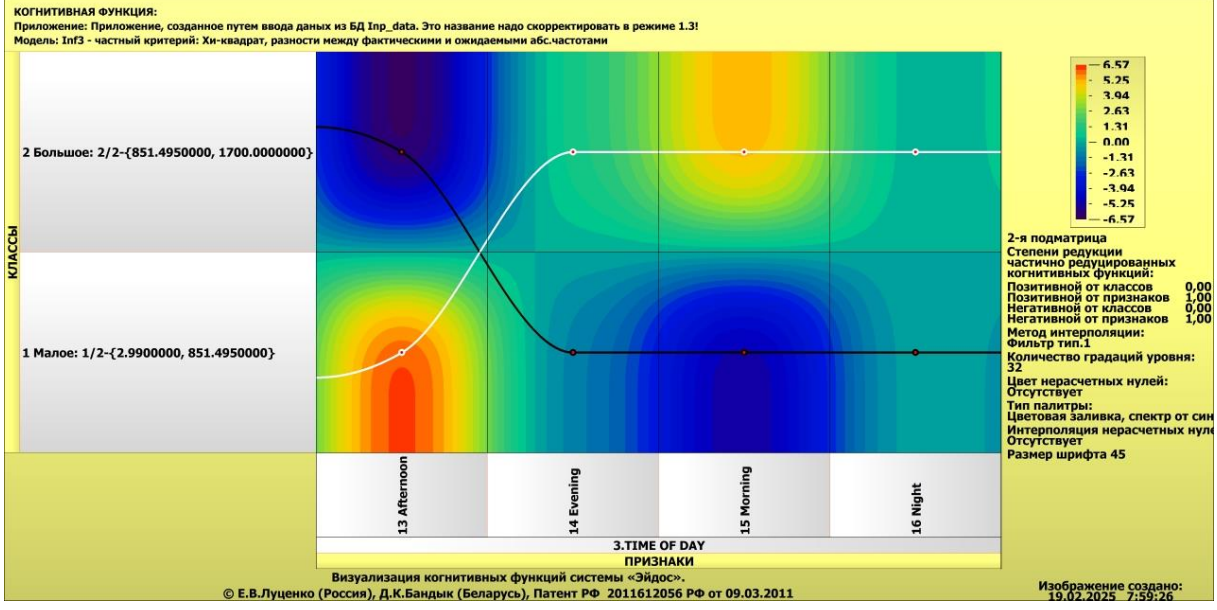
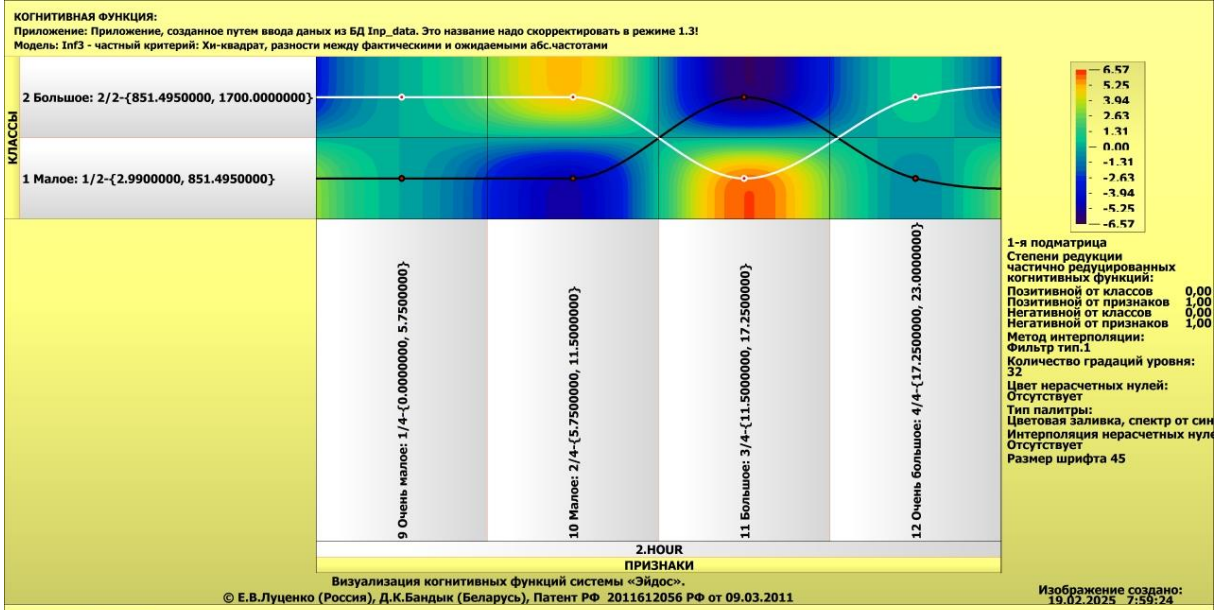
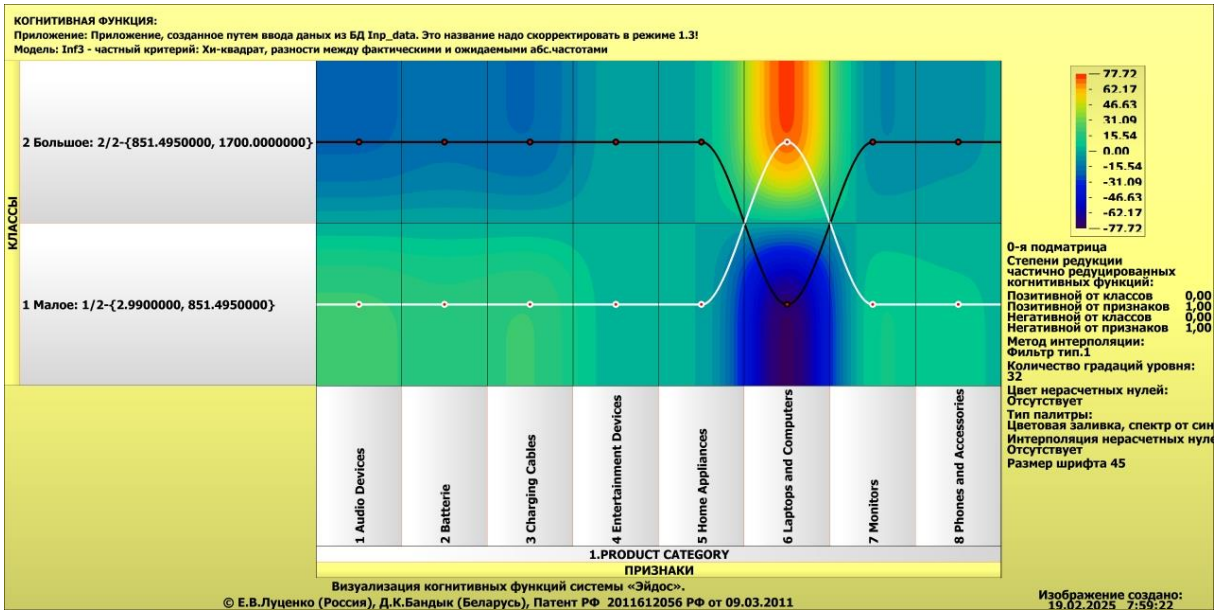
Приложение: 'АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК'  
 Модель: '6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



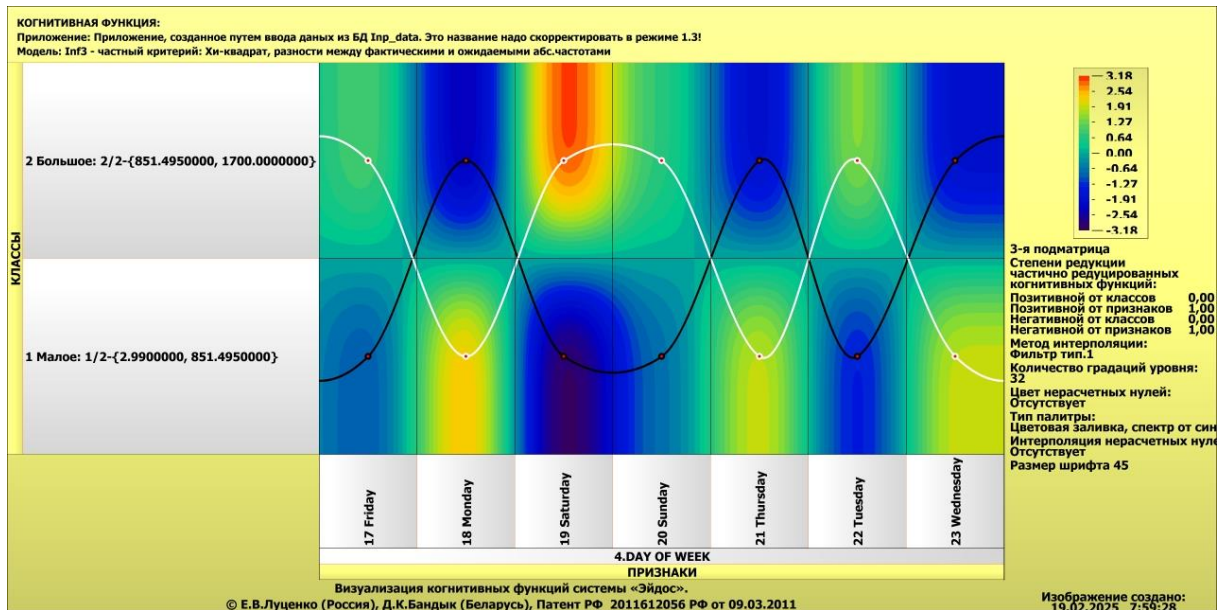
#### КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-АНАЛИЗ СПРОСА НА ТОВАРЫ В МАРКЕТПЛЕЙСАХ ПО ВРЕМЕНИ СУТОК'  
 Модель: '6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'  
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'









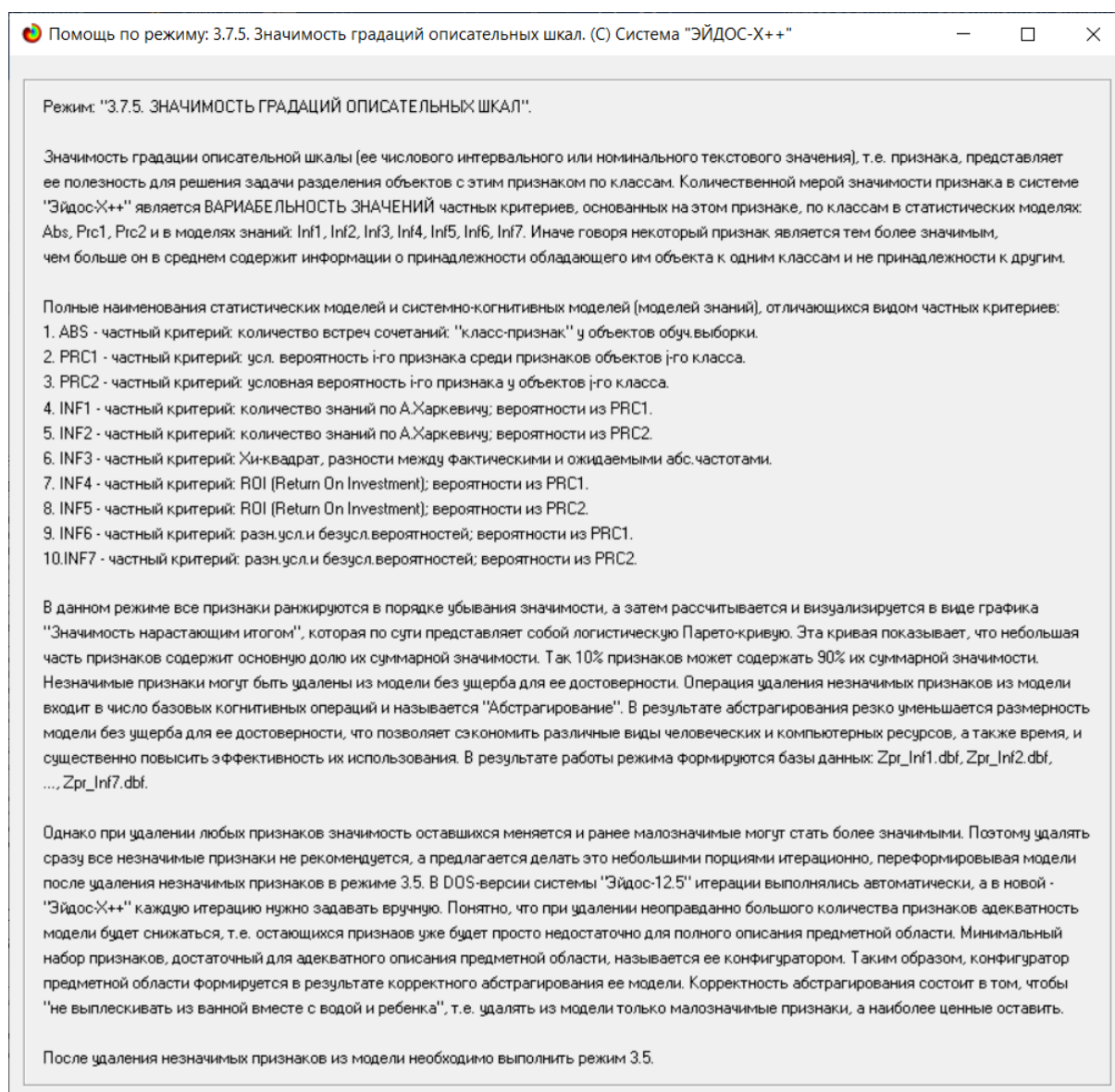
**Рисунок 34. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3**

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 [6].

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):



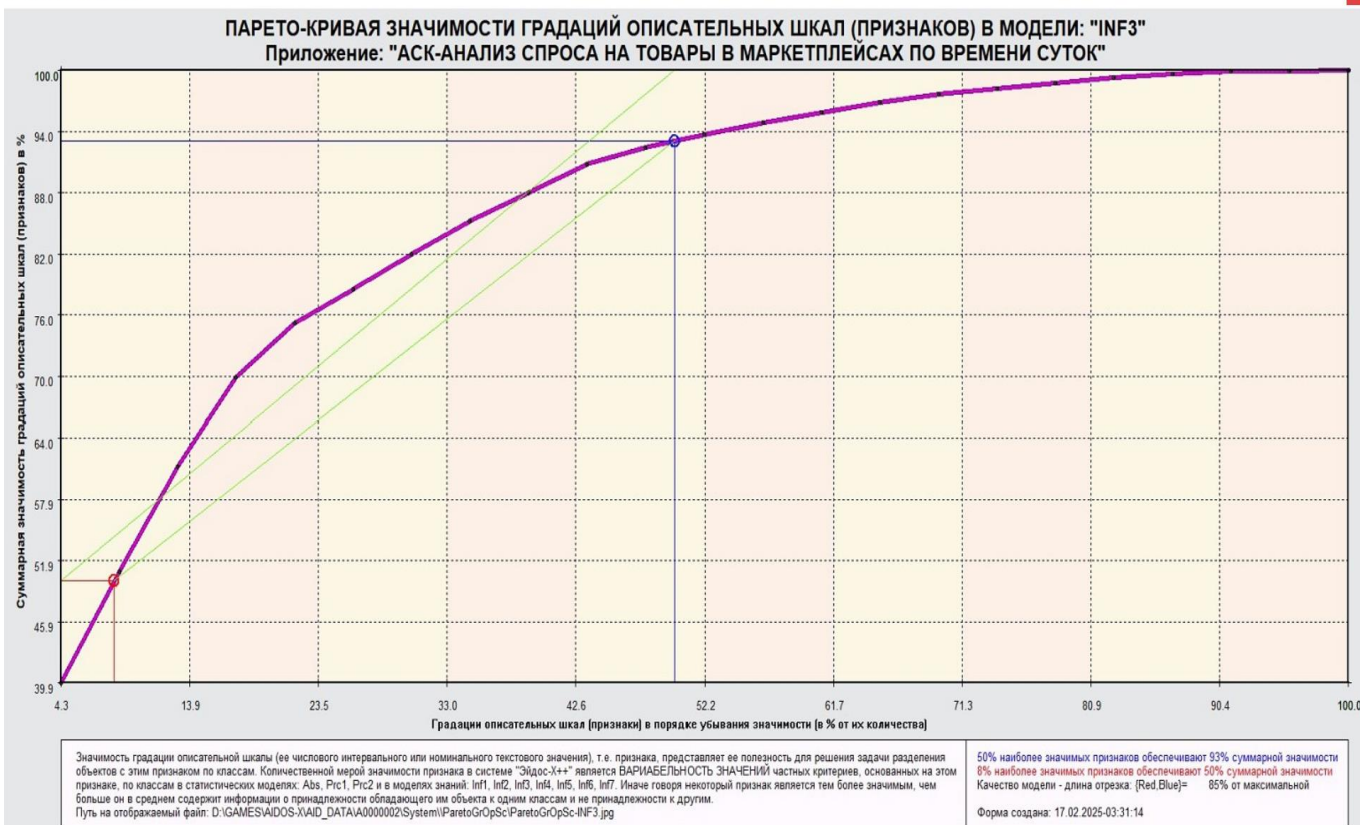
**Рисунок 35. Help режима 3.7.5, поясняющий смысл значимости градаций описательных шкал**

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

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 INF1:

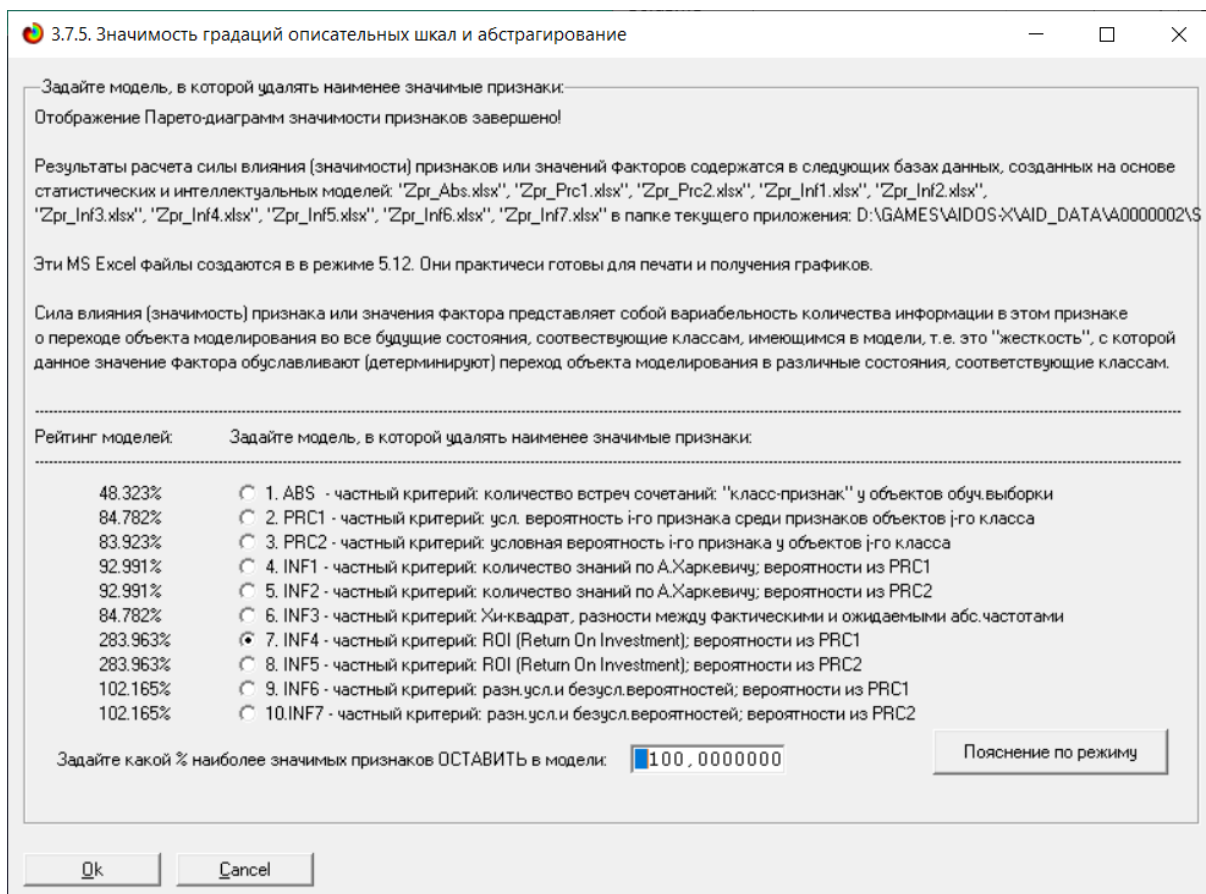
ParetoGrOpSc-06\_scaled.jpg



**Рисунок 36. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF1**

Из рисунка 38 видно, что 8% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 50% суммарного влияния. 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.

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.



**Рисунок 37. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей и имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в этих моделях**

**Таблица 16 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF1**

NUM	NUM_PRC	KOD_ATR	NAME_ATR	KOD_OPSC	ZNACH_ATR	ZN_ATRNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	4,3478261	6	PRODUCT CATEGORY-Laptops and Computers	1	0,2522563	0,2522563	54,6975750	54,6975750
2	8,6956522	11	HOUR-Большое: 3/4-{11.5000000, 17.2500000}	2	0,0213125	0,2735688	4,6212605	59,3188354
3	13,0434783	13	TIME OF DAY-Afternoon	3	0,0213125	0,2948813	4,6212605	63,9400959
4	17,3913043	19	DAY OF WEEK-Saturday	4	0,0212648	0,3161461	4,6109175	68,5510134
5	21,7391304	21	DAY OF WEEK-Thursday	4	0,0204687	0,3366148	4,4382965	72,9893099
6	26,0869565	10	HOUR-Малое: 2/4-{5.7500000, 11.5000000}	2	0,0192571	0,3558719	4,1755812	77,1648911
7	30,4347826	15	TIME OF DAY-Morning	3	0,0192571	0,3751290	4,1755812	81,3404724
8	34,7826087	18	DAY OF WEEK-Monday	4	0,0169302	0,3920592	3,6710317	85,0115041
9	39,1304348	23	DAY OF WEEK-Wednesday	4	0,0159497	0,4080089	3,4584267	88,4699307
10	43,4782609	22	DAY OF WEEK-Tuesday	4	0,0097154	0,4177243	2,1066226	90,5765533
11	47,8260870	17	DAY OF WEEK-Friday	4	0,0072914	0,4250157	1,5810186	92,1575719
12	52,1739130	20	DAY OF WEEK-Sunday	4	0,0042689	0,4292846	0,9256398	93,0832117
13	56,5217391	1	PRODUCT CATEGORY-Audio Devices	1	0,0032547	0,4325393	0,7057275	93,7889392
14	60,8695652	2	PRODUCT CATEGORY-Batterie	1	0,0032547	0,4357940	0,7057275	94,4946667
15	65,2173913	3	PRODUCT CATEGORY-Charging Cables	1	0,0032547	0,4390487	0,7057275	95,2003941
16	69,5652174	4	PRODUCT CATEGORY-Entertainment Devices	1	0,0032547	0,4423034	0,7057275	95,9061216
17	73,9130435	5	PRODUCT CATEGORY-Home Appliances	1	0,0032547	0,4455581	0,7057275	96,6118490
18	78,2608696	7	PRODUCT CATEGORY-Monitors	1	0,0032547	0,4488128	0,7057275	97,3175765
19	82,6086957	8	PRODUCT CATEGORY-Phones and Accessories	1	0,0032547	0,4520675	0,7057275	98,0233039
20	86,9565217	12	HOUR-Очень большое: 4/4-{17.2500000, 23.0000000}	2	0,0031194	0,4551869	0,6763899	98,6996939
21	91,3043478	14	TIME OF DAY-Evening	3	0,0031194	0,4583063	0,6763899	99,3760838
22	95,6521739	9	HOUR-Очень малое: 1/4-{0.0000000, 5.7500000}	2	0,0014387	0,4597450	0,3119581	99,6880419
23	100,0000000	16	TIME OF DAY-Night	3	0,0014387	0,4611837	0,3119581	100,0000000

### 3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

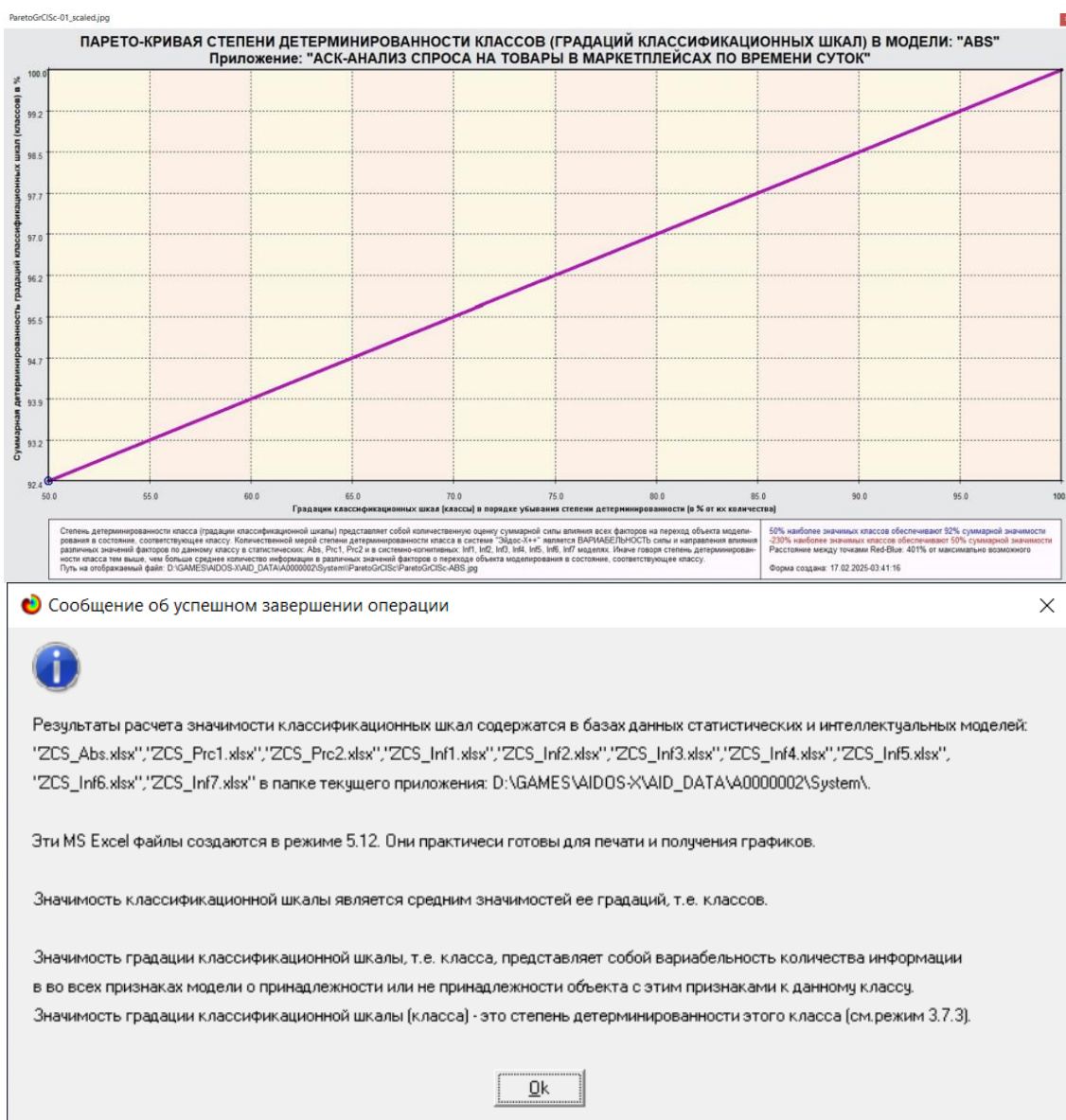
Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается *степенью варибельности значений*

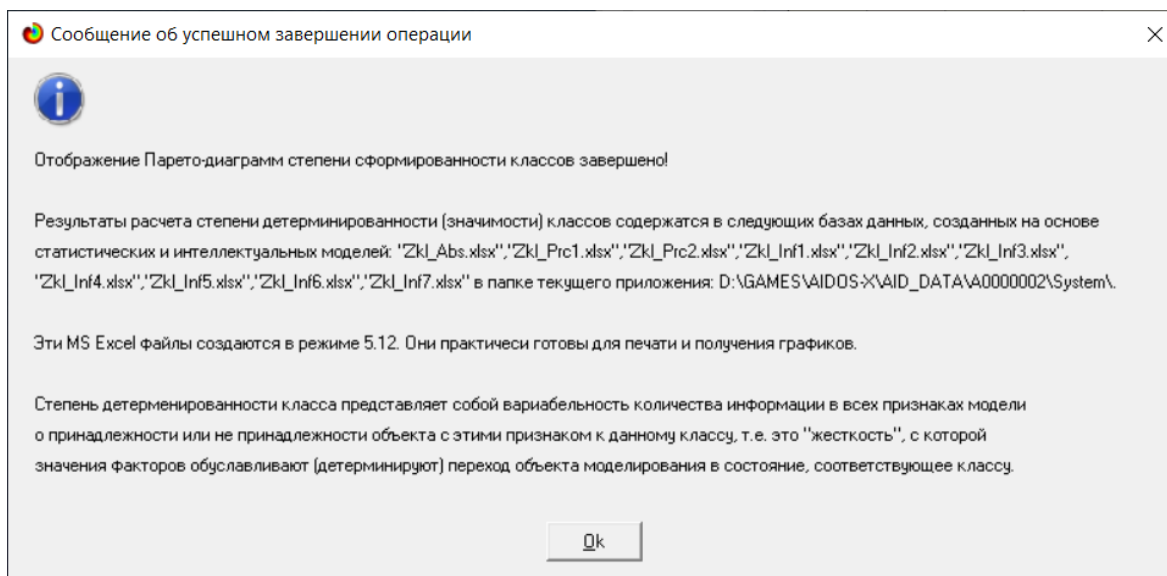
**факторов** (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

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:





**Рисунок 38. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»**

В таблице 18 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 42.

Из таблицы 18 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 66% степень детерминированности, а 50% суммарной детерминированности обеспечивают 37% наиболее жестко детерминированных классов.

**Таблица 17 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF1**

NUM	NUM_PRC	KOD_CLS	NAME_CLS	KOD_CLSC	ZNACH_CLS	ZN_CLSNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	50,00000000		1 SALES-Малое: 1/2-{2-9900000, 851.4950000}		1	218,6000000	218,6000000	92,4312896
2	100,00000000		2 SALES-Большое: 2/2-{851.4950000, 1700.0000000}		1	17,9000000	236,5000000	7,5687104

*Источник:* c:\Aidos-X\AID\_DATA\A0000001\System\Zkl\_Abs.xlsx

В таблице 18 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели ABS. Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций.

Степень детерминированности классификационных шкал представлена в таблицах, наименования которых приведены на третьем рисунке 42. Но поскольку в данном приложении одна классификационная шкала, то рейтинг шкал по силе детерминированности состоит из одной шкалы и поэтому эти таблицы здесь не приводятся.

#### 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.

Например, можно было бы исследовать в создаваемых системно-когнитивных моделях, и технологические, и природно-климатические факторы.

Рекомендуется ввести классификационные шкалы, отражающие влияние исследуемых факторов на объект моделирования не только в натуральном выражении (количество и качество различных видов продукции), но и в стоимостном выражении (прибыль и рентабельность, как общая по предприятию, так и в разрезе по видам продукции).

Перспективность и ценность результатов подобных исследований и разработок для теории и практики не вызывает особых сомнений, что подтверждается работами в этой области [1-49].

У желающих есть все возможности для изучения данной работы и для дальнейших исследований с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» на своем компьютере.

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 №423. 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 условиях растущей конкуренции на маркетплейсах понимание факторов, влияющих на спрос на товары, и, в особенности, динамики спроса в зависимости от времени суток, приобретает решающее значение для успешной коммерческой деятельности. Традиционные методы анализа часто оказываются недостаточно эффективными для выявления сложных взаимосвязей между различными параметрами товаров и колебаниями спроса в течение дня.

В данной статье предлагается использовать Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) с применением интеллектуальной системы «Эйдос» для исследования спроса на товары в маркетплейсах с учетом временного фактора. Представлен подробный численный пример, включающий разнообразные табличные и графические выходные формы, который демонстрирует возможности АСК-анализа для решения данной задачи. Пример может служить практическим руководством по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в исследованиях электронной коммерции, разработке рекомендаций для продавцов и обосновании научных заключений о механизмах, определяющих динамику спроса.

Особенностью данного исследования является необходимость совместного анализа категориальных данных (название продукта, категория продукта, день недели, время суток) и числовых данных (час, продажи). АСК-анализ преодолевает эту сложность путем метризации шкал, что позволяет строить гибридные модели и получать сопоставимые результаты для разнотипных данных. Результаты исследования могут быть использованы для оптимизации продаж, управления запасами, таргетирования рекламы и повышения общей эффективности работы на маркетплейсах.

## 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 OCZFHС.

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. Влияние сроков применения борной кислоты на генеративную деятельность косточковых культур / Т. Н. Дорошенко, Л. Г. Рязанова, Н. В. Захарчук, Д. В. Максимцов // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – № 41(5). – С. 121-130. – EDN WKBFHT, <https://journalkubansad.ru/pdf/16/05/12.pdf>

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

20. 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).

21. 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).

22. Тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>

23. 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) .

24. 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)

25. 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)

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

27. 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)

28. 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)

29. 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)

30. Работы по виртуальной реальности: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual\\_reality\\_publications.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual_reality_publications.htm)

31. 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)

32. 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)

33. Работы по тематике, связанной с АПК: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_with\\_agricultural.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm)

34. Работы по наукометрии: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_scientometrics.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_scientometrics.htm)

35. 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)

36. Работы по разработке и применению профессиограмм 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)

37. 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)

38. MVP-проект «Внедрение технологий АСК-анализа и системы «Эйдос» для решения задач АПК»: <http://lc.kubagro.ru/aidos/MVP-projects.htm>

39. 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)

40. 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>

41. 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.

42. 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.