

**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 влияния макроэкономических и рыночных факторов  
на динамику цен на золото»

Выполнил студент группы: ИТ2441 Кириллов Владимир Сергеевич

Допущен к защите \_\_\_\_\_

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

(подпись, расшифровка подписи)



Защищен \_\_\_\_\_

(дата)

Оценка отлично

Краснодар  
2026

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 Кириллова Владимира Сергеевича  
курса 2 очной формы обучения группы ИТ2441  
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»  
Наименование темы «АСК-анализ влияния макроэкономических и рыночных факторов на динамику цен на золото»

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

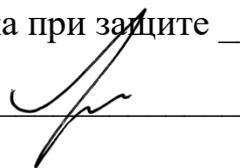
**Оценка качества выполнения курсовой работы**

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

Достоинства работы \_\_\_\_\_

Недостатки работы \_\_\_\_\_

Итоговая оценка при защите отлично

Рецензент  (Е. В. Луценко)

«» 2026 г.

## РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 99 страниц, 41 рисунок, 18 таблиц, 49 литературных источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, AIDOS, КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИ, ШКАЛЫ, КЛАССЫ.

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) влияния макроэкономических и рыночных факторов на динамику цен на золото.

Целью работы является построение и верификация системно-когнитивной модели, позволяющей выявлять и количественно оценивать причинно-следственные связи между макроэкономическими и рыночными факторами и ключевыми параметрами ценовой динамики золота.

Для достижения поставленной цели требуется проанализировать и применить методы создания обобщённых представлений классов ценовой динамики (например, по уровню цены или направлению изменения) и решения задач идентификации будущих движений цены по их предвестникам. Это достигается путём применения методов принятия решений и изучения моделируемой предметной области через анализ и когнитивную визуализацию построенной модели в интеллектуальной системе «Эйдос».

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ МАКРОЭКОНОМИЧЕСКИХ И РЫНОЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ЦЕН НА ЗОЛОТО**

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

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) динамики цен на золото направлен на выявление факторов, определяющих уровень цен и волатильность на рынке драгоценных металлов. Цель работы — построение и верификация системно-когнитивной модели причинно-следственных связей между макроэкономическими и рыночными факторами и параметрами ценовой динамики золота с использованием интеллектуальной системы «Эйдос». Рассматриваются методы формирования обобщённых представлений классов ценовой динамики (по уровню цены и направлению изменения) и задачи идентификации будущих движений цены по предвестникам. Рынок золота трактуется как система с высокой сложностью и нелинейными связями между процентными ставками, инфляцией, курсом доллара и котировками. В работе приводятся численный пример, табличные и графические выходные формы, а также практические рекомендации по оценке ценовых рисков и применению АСК-анализа в исследованиях рынка драгоценных металлов.

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

## **AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF MACROECONOMIC AND MARKET FACTORS ON GOLD PRICE DYNAMICS**

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

Automated system-cognitive analysis (ASK-analysis) of gold price dynamics is aimed at identifying factors that determine the level and volatility of prices in the precious metals market. The purpose of the work is to build and verify a system-cognitive model of cause-and-effect relationships between macroeconomic and market factors and parameters of gold price dynamics using the intelligent system "Eidos". The methods of forming generalized representations of price dynamics classes (by price level and direction of change) and the tasks of identifying future price movements from their precursors are considered. The gold market is treated as a system with high complexity and nonlinear relationships between interest rates, inflation, the dollar exchange rate and quotations. The work presents a numerical example, tabular and graphical outputs, and practical recommendations for assessing price risks and applying ASK-analysis in research on the precious metals market.

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

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ).....</b>	<b>7</b>
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....	7
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	8
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ.....	8
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	8
<b>2. METHODS (МЕТОДЫ).....</b>	<b>8</b>
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ .....	8
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	9
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	9
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА.....	11
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ .....	18
<b>3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ).....</b>	<b>21</b>
<b>3.1. Задача-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ     КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ .....</b>	<b>21</b>
3.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	21
3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	22
<b>3.2. Задача-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>22</b>
3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	22
3.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	23
<b>3.3. Задача-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.     МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ.....</b>	<b>30</b>
3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	30
3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	38
<b>3.4. Задача-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ .....</b>	<b>41</b>
3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	41
3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	42
<b>3.5. Задача-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ .....</b>	<b>45</b>
3.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	45
3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	45
<b>3.6. Задача-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ .....</b>	<b>47</b>
3.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	47
3.6.1.1. Интегральный критерий «Сумма знаний» .....	47
3.6.1.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний».....	48
3.6.1.3. Важные математические свойства интегральных критериев.....	49
3.6.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос» .....	50
<b>3.7. Задача-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....</b>	<b>53</b>
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ.....	53
3.7.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	53
3.7.1.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос».....	54
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» .....	55
3.7.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	55
3.7.2.2. Конкретное решение задачи управления в данной работе в системе «Эйдос» .....	58
<b>3.8. Задача-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ ....</b>	<b>59</b>
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы).....	59
3.8.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	59
3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	59
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов.....	62

3.8.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	62
3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	63
<b>3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал .....</b>	<b>66</b>
3.8.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	66
3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	66
<b>3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны.....</b>	<b>69</b>
3.8.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	69
3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	70
<b>3.8.5. Нелокальная нейронная сеть.....</b>	<b>72</b>
3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	72
3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	72
<b>3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты .....</b>	<b>74</b>
3.8.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	74
<b>3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....</b>	<b>74</b>
3.8.7.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	74
3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	75
<b>3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....</b>	<b>77</b>
3.8.8.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	77
3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	78
<b>3.8.9. Когнитивные функции .....</b>	<b>83</b>
3.8.9.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	83
3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	83
<b>3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций.....</b>	<b>86</b>
3.8.10.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	86
3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	87
<b>3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал .....</b>	<b>91</b>
3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области .....	91
3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе .....	91
<b>4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ) .....</b>	<b>92</b>
<b>5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ) .....</b>	<b>94</b>
<b>REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА) .....</b>	<b>95</b>

## **1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)**

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

Данная работа является продолжением серии работ автора по применению Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для исследования влияния различных факторов на эмерджентные свойства сложных систем в целом.

Рынок золота, представляющий собой динамическое взаимодействие спроса и предложения, макроэкономических индикаторов и настроений участников рынка, имеет высокий уровень сложности и системности. В качестве такой системы правильно рассматривать не отдельную сделку как изолированное событие, а всю совокупность ценовых процессов на рынке золота за длительный промежуток времени.

Золото выступает одним из ключевых активов-убежищ и индикатором экономической неопределённости. Прогнозирование уровня и динамики цен на золото является важной задачей для инвесторов и управления рисками. Однако этому препятствует сложность и нелинейность связей между макроэкономическими факторами и котировками.

Уровень цен и волатильность на рынке золота являются ярко выраженными эмерджентными (системными) свойствами и зависят от множества факторов: процентных ставок, инфляции, курса доллара, геополитической обстановки и предшествующих движений цены.

В ряде работ по финансам для анализа данных традиционно используются статистические методы и эконометрические модели. Эти подходы позволяют выявлять общие закономерности, но зачастую недостаточны для анализа сложных нелинейных взаимосвязей между большим количеством разнородных факторов.

В данной работе для анализа эмпирических данных о ценах на золото за выбранный период предлагается использовать Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос». Приводится подробный численный пример. Этот пример содержит разнообразные наглядные табличные и графические выходные формы и может использоваться для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос» для исследований на рынке драгоценных металлов, для выработки практических рекомендаций по оценке ценовых рисков и обоснования положений о механизмах действия причинно-следственных связей в данной предметной области.

## 1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования (моделирования) – цена на золото (котировка золота).

Предмет исследования – выявление причинно-следственных зависимостей динамики цен на золото от макроэкономических и рыночных факторов.

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

Спецификой данной задачи является то, что независимые переменные (факторы, влияющие на объект моделирования), такие как тип макроэкономического индикатора, регион или период наблюдения, имеют разную степень формализации и формализуются в виде лингвистических (категориальных) и числовых переменных. При этом зависимая переменная, например цена закрытия или доходность, измеряется в числовой шкале.

Таким образом, в работе решается проблема построения гибридной модели, включающей как номинальные (текстовые), так и числовые шкалы и обеспечивающей сопоставимость обработки данных разных типов, представленных (формализуемых) в разных типах шкал и разных единицах измерения.

Решение в данной работе проблемы сопоставимости при выявлении причинно-следственных зависимостей между категориальными факторами (например, типом индикатора) и числовыми характеристиками цен на золото (например, уровнем цены или волатильностью) делает данную работу актуальной для задач оценки ценовых рисков и разработки более точных прогностических моделей.

## 1.4. Цель работы

**Целью** работы является решение поставленной проблемы.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением ряда *задач* и подзадач, которые являются *этапами* достижения цели. Конкретная формулировка этих задач зависит от метода решения проблемы, поэтому обоснованно мы сформулируем их в конце раздела, т.е. после обоснованного выбора метода решения проблемы и его краткого описания.

## 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 инструментарии – 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:**

<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)

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

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

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

АСК-анализ и система "Эйдос" были успешно применены в 8 докторских диссертациях по экономическим, техническим, биологическим наукам и в 8 кандидатских диссертациях по экономическим, техническим, психологическими 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.

<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/>

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

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

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

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

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

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

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

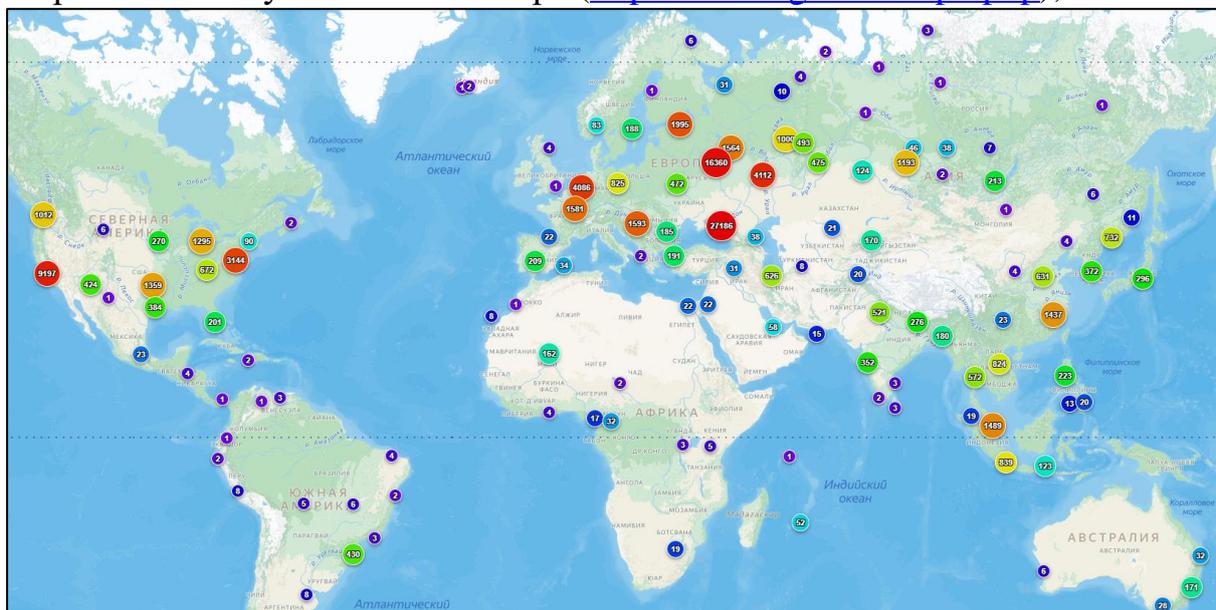
- находится в полном открытом бесплатном доступе ([http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)), причем с актуальными исходными текстами ([http://lc.kubagro.ru/\\_AidosALL.txt](http://lc.kubagro.ru/_AidosALL.txt)): открытая лицензия: **CC BY-SA 4.0** (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), 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 видеограмма 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

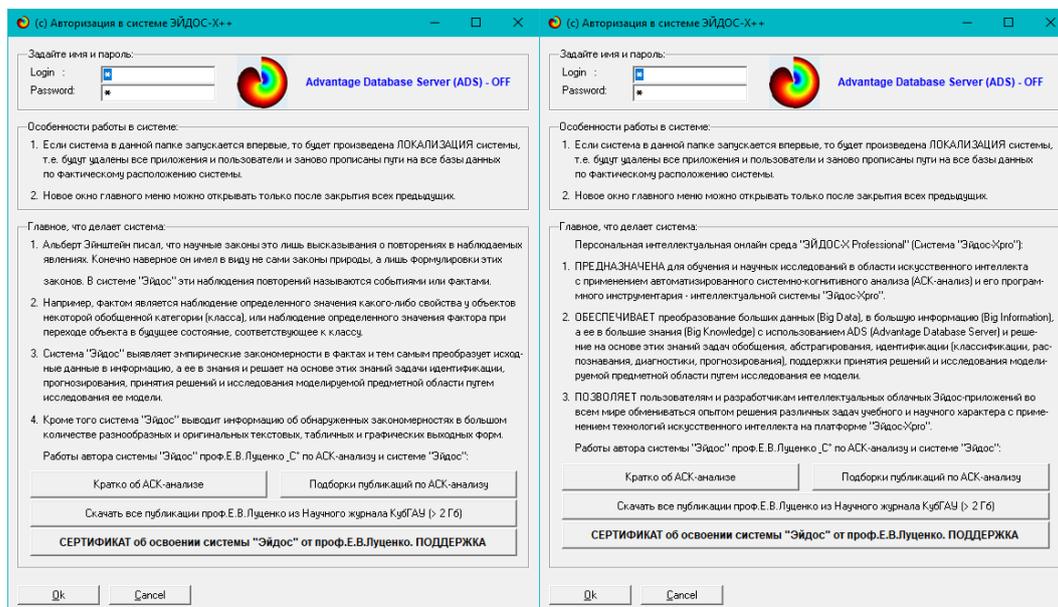
(не требующая инсталляции) с полными исходными текстами текущей версии (за исключением ключей доступа к ftp-серверу системы «Эйдос» и ключей лицензионного программного обеспечения), находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 180 Мб). Обновление имеет объем около 10 Мб. Кредо. Лаборатория 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 видеोगрамма DOS-версии системы «Эйдос», а на рисунке 2 – титульные видеोगраммы текущей версии системы «Эйдос» (их в настоящее время 7 и они меняются по очереди при каждом запуске системы):

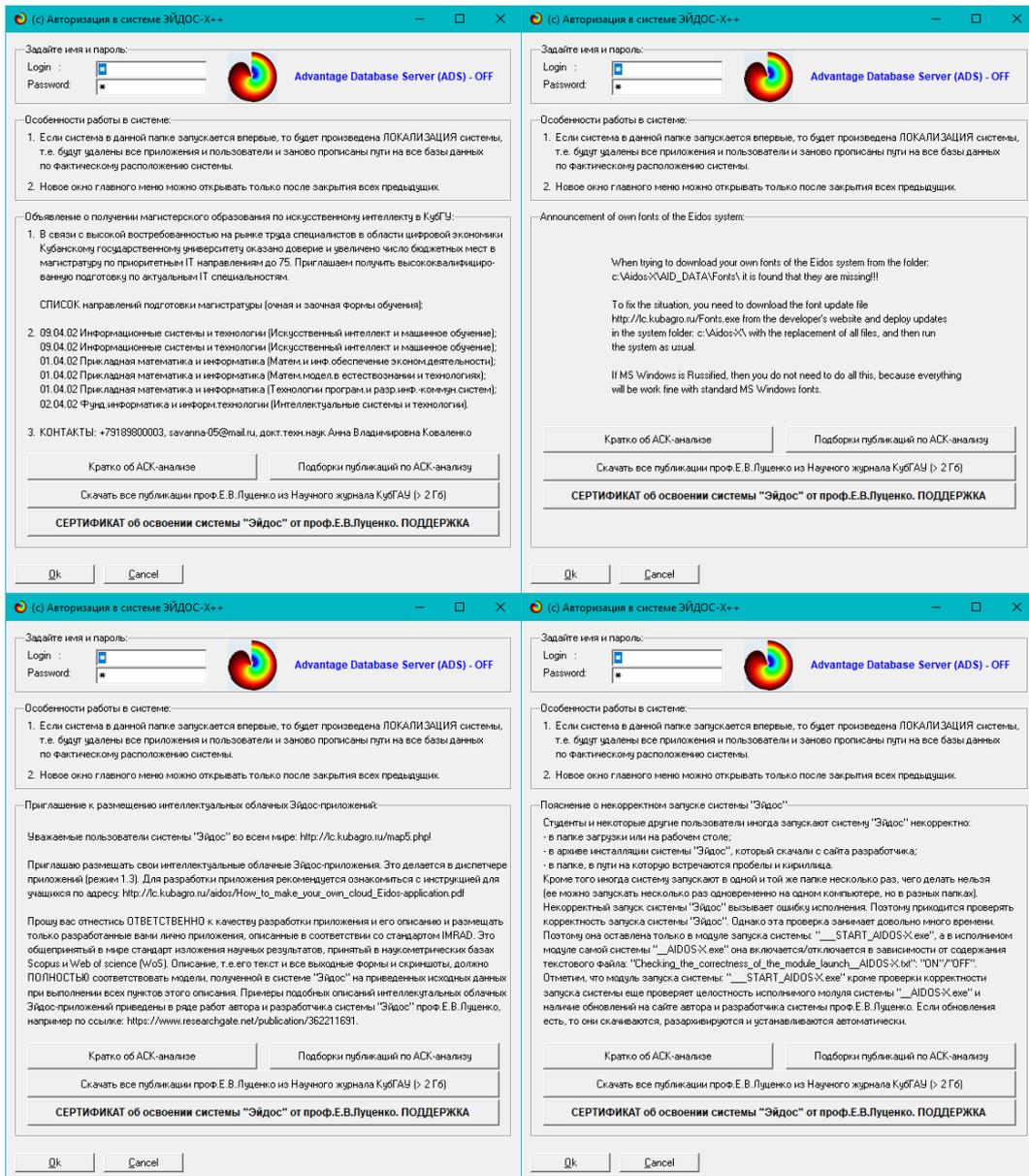


Рисунок 1. Титульная видеोगрамма DOS-версии системы «Эйдос» (до 2012 года)<sup>8</sup>



<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)



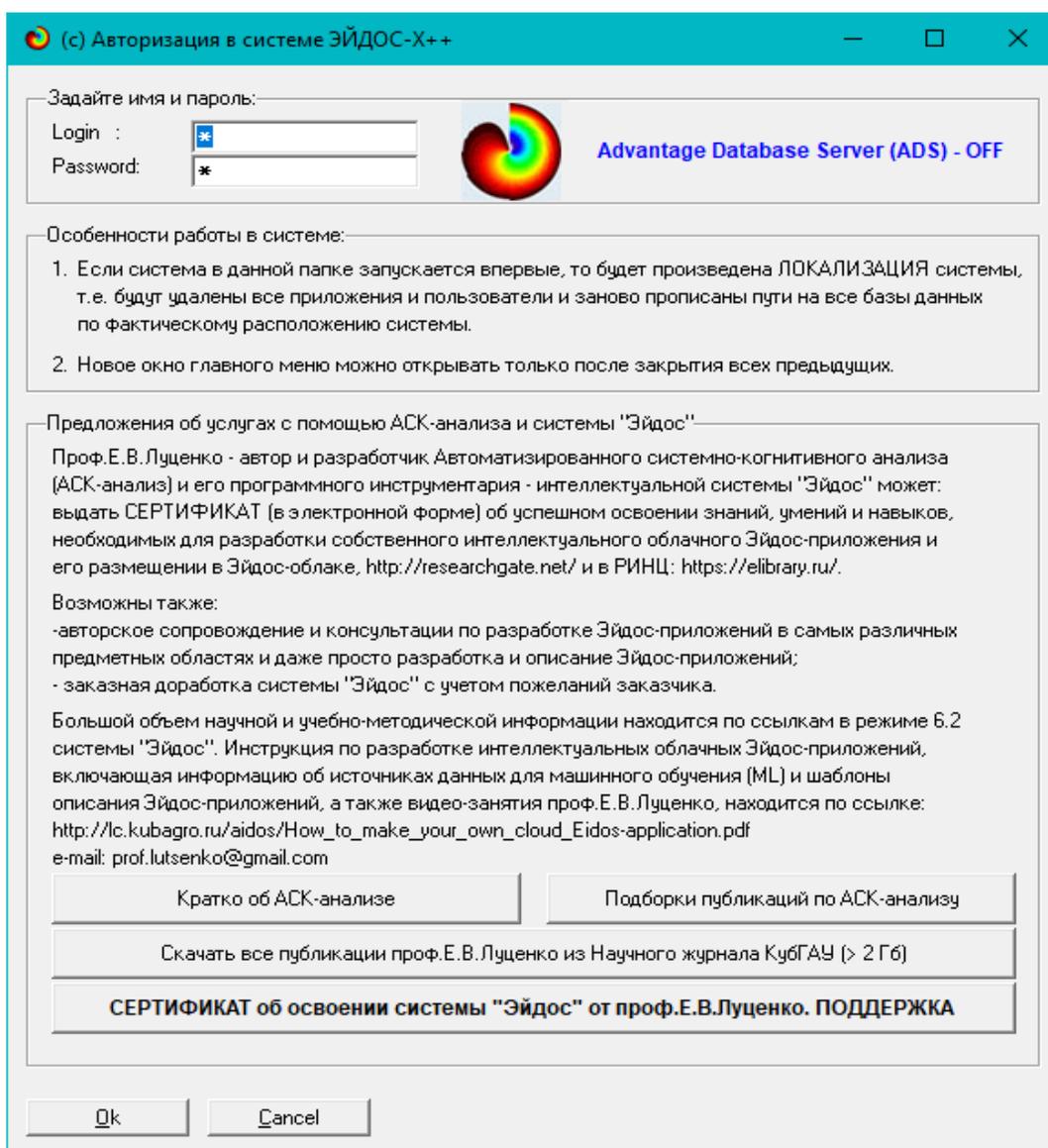


Рисунок 2. Титульные видеограммы версии системы «Эйдос» написанной на xBase++

## 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;

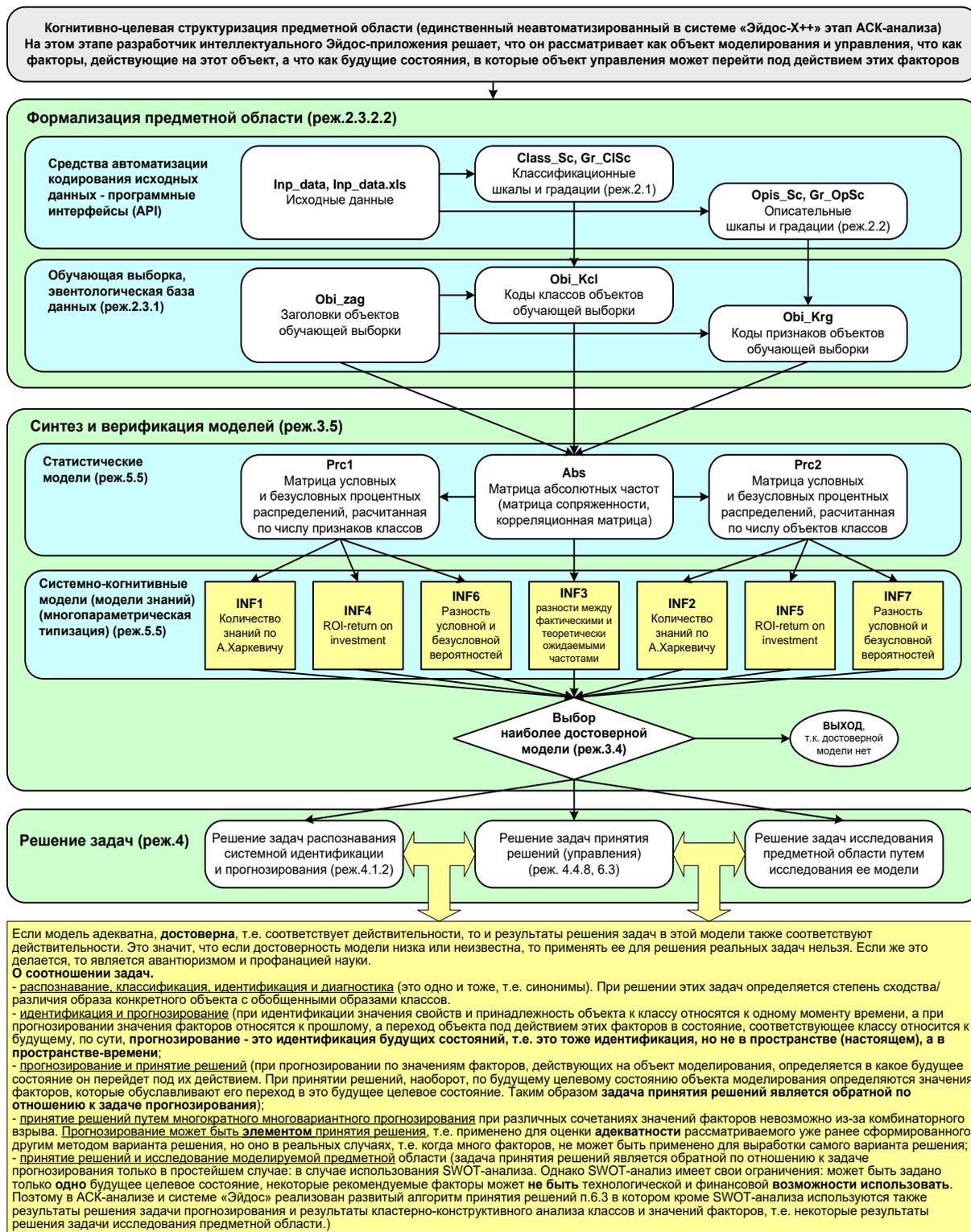
8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

Для данной работы особое значение имеет решение подзадачи 8.1, т.к. она позволяет детально исследовать влияние каждого значения каждого фактора на место возникновения землетрясения.

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

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

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

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

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

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

##### Статичная интерпретация и терминология:

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

##### Динамичная интерпретация и терминология:

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

##### Обобщающая терминология:

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

### 3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В данной работе в качестве *объекта* моделирования выступает котировка золота, в качестве *факторов*: максимум (High), минимум (Low), объём торгов (Volume), год (Year), месяц (Month), день недели (Day\_of\_Week), квартал (Quarter) (таблица 1), а в качестве результатов действия этих факторов: цена открытия (Open) и цена закрытия (Close) (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	High
2	Low
3	Volume
4	Year
5	Month
6	Day_of_Week
7	Quarter

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	Open
2	Close

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

## 3.2. Задача-2. Формализация предметной области

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

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

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

Этим обеспечивается возможность комфортного для пользователя применения системы «Эйдос» для проведения научных исследований и решения практических задач в самых различных предметных областях и

направлениях науки, практически везде, где человек применяет естественный интеллект [48, 49].

### 3.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем таблицу 4 из работы [25] (таблица 3):

**Таблица 3 – Исходные данные по влиянию различных факторов на динамику цен на золото**

Date	Open	Close	High	Low	Volume	Adj Close	Daily_Retu	Year	Month	Day_of_W	Quarter
29/01/2016	106.61000	106.94999	107.0	106.26000	8098700	106.94999	694824219	2016	1	4	1
01/02/2016	107.54000	108.05000	108.15000	107.52999	10471800	108.05000	1.0285237	2016	2	0	1
02/02/2016	107.91999	108.08999	108.18000	107.34999	6656000	108.08999	0.0370136	2016	2	1	1
03/02/2016	107.91000	109.25	109.58000	107.90000	15785200	109.25	1.0731831	2016	2	2	1
04/02/2016	110.44999	110.56999	110.69999	109.91999	13213700	110.56999	1.2082377	2016	2	3	1
05/02/2016	109.79000	112.31999	112.34999	109.58000	14777300	112.31999	1.5827077	2016	2	4	1
08/02/2016	113.66999	113.83000	114.87000	113.38999	28341200	113.83000	1.3443751	2016	2	0	1
09/02/2016	114.43000	113.58000	114.69000	113.55000	18156700	113.58000	-0.219625	2016	2	1	1
10/02/2016	113.91999	114.45999	114.51999	112.98000	13311100	114.45999	0.7747818	2016	2	2	1
11/02/2016	118.58999	119.05999	120.83999	117.76999	49139000	119.05999	4.0188699	2016	2	3	1
12/02/2016	118.12000	118.36000	118.73999	117.87999	16981200	118.36000	-0.587936	2016	2	4	1
16/02/2016	116.0	114.76999	116.30999	114.73999	14601700	114.76999	-3.033122	2016	2	1	1
17/02/2016	115.47000	115.48000	116.06999	114.88999	10582400	115.48000	0.6186344	2016	2	2	1

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»**

Date	Open	Close	High	Low	Volume	Adj Close	Daily_Retu	Year	Month	Day_of_W	Quarter
29/01/2016	106.61000	106.94999	107.0	106.26000	8098700	106.94999	694824219	2016	1	4	1
01/02/2016	107.54000	108.05000	108.15000	107.52999	10471800	108.05000	1.0285237	2016	2	0	1
02/02/2016	107.91999	108.08999	108.18000	107.34999	6656000	108.08999	0.0370136	2016	2	1	1
03/02/2016	107.91000	109.25	109.58000	107.90000	15785200	109.25	1.0731831	2016	2	2	1
04/02/2016	110.44999	110.56999	110.69999	109.91999	13213700	110.56999	1.2082377	2016	2	3	1
05/02/2016	109.79000	112.31999	112.34999	109.58000	14777300	112.31999	1.5827077	2016	2	4	1
08/02/2016	113.66999	113.83000	114.87000	113.38999	28341200	113.83000	1.3443751	2016	2	0	1
09/02/2016	114.43000	113.58000	114.69000	113.55000	18156700	113.58000	-0.219625	2016	2	1	1
10/02/2016	113.91999	114.45999	114.51999	112.98000	13311100	114.45999	0.7747818	2016	2	2	1
11/02/2016	118.58999	119.05999	120.83999	117.76999	49139000	119.05999	4.0188699	2016	2	3	1
12/02/2016	118.12000	118.36000	118.73999	117.87999	16981200	118.36000	-0.587936	2016	2	4	1
16/02/2016	116.0	114.76999	116.30999	114.73999	14601700	114.76999	-3.033122	2016	2	1	1
17/02/2016	115.47000	115.48000	116.06999	114.88999	10582400	115.48000	0.6186344	2016	2	2	1

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждая строка описывает одно наблюдение с определённым сочетанием значений факторов и определённой ценой открытия и ценой закрытия, всего 2512 наблюдений;

– 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), с другой стороны — результатами действия этих факторов, т.е. ценой открытия (Open) и ценой

закрытия (Close), выраженными в текстовых и числовых шкалах в разных единицах измерения (жёлтый 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 время наблюдения или другую идентифицирующую информацию о том, откуда взято описание этого наблюдения;

– колонки со 2-й по 3-ю — это классификационные шкалы текстового и числового типа, описывающие результаты действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4). В общем случае в исходных данных может быть значительно больше классификационных шкал, описывающих результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении: например количество и качество продукции, прибыль и рентабельность. В системе «Эйдос» существует не очень жёсткое ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

– колонки с 4-й по 10-ю — это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования (таблица 4). Эти шкалы имеют числовой и текстовый тип, 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).

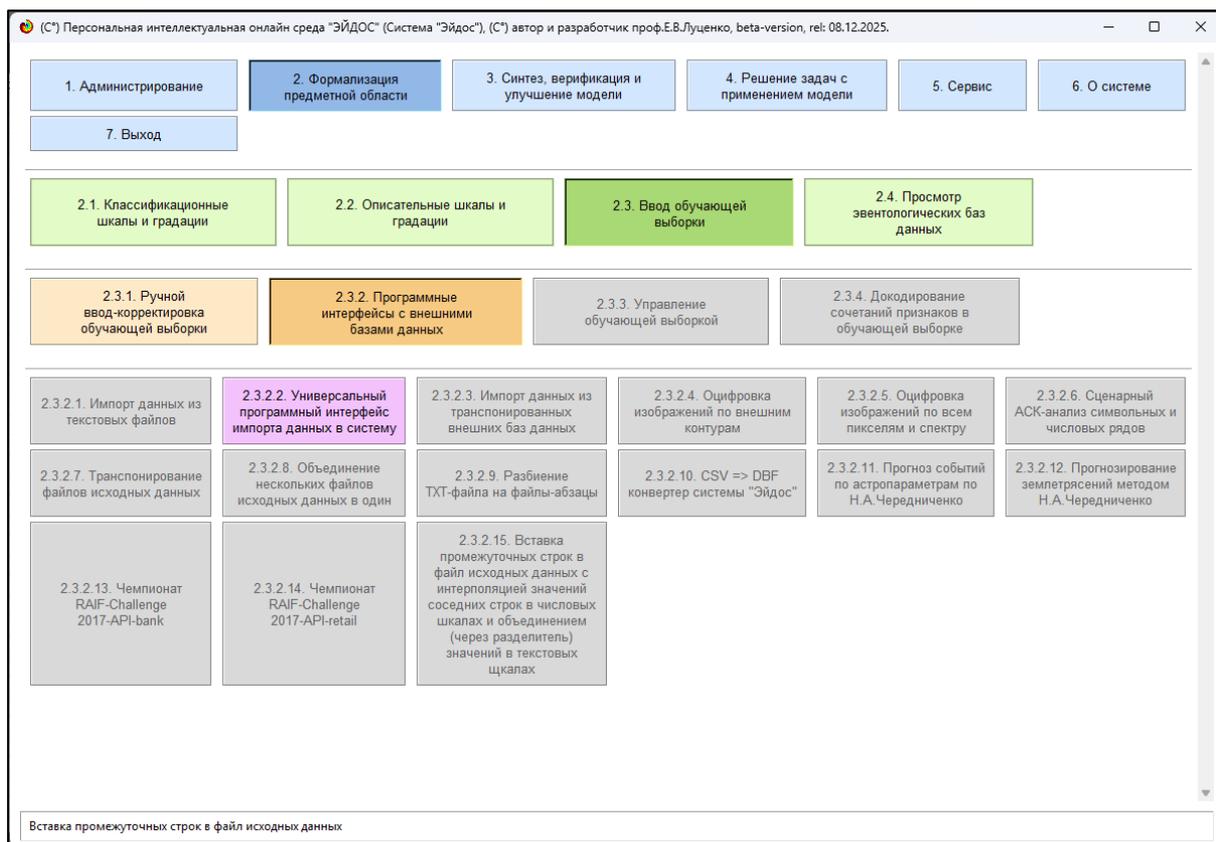


Рисунок 4. Автоматизированные программные интерфейсы (API) системы «Эйдос»

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):

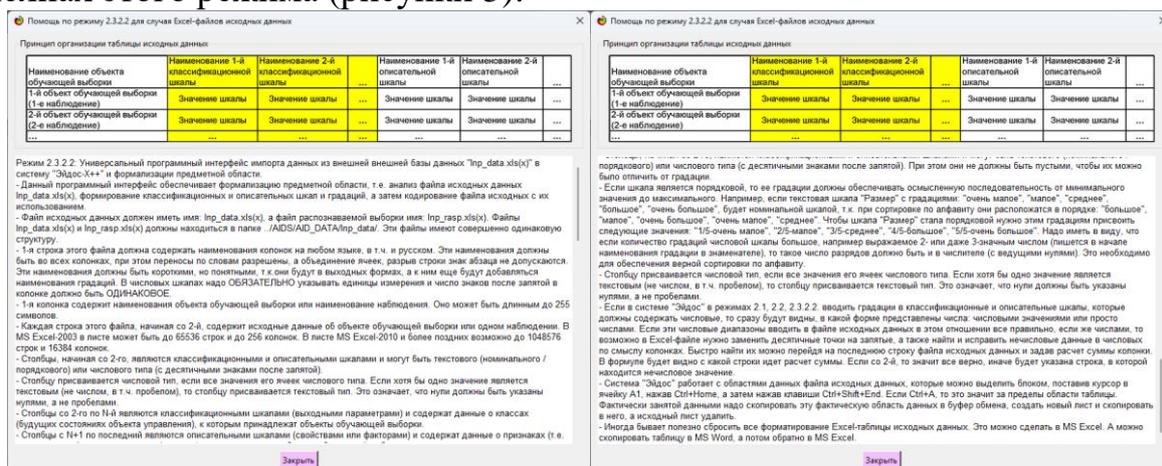


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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)      Стандарт XLS-файла

DBF - DBASE IV (DBF/NTX)      Стандарт DBF-файла

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:

Конечный столбец:

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец:

Конечный столбец:

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")

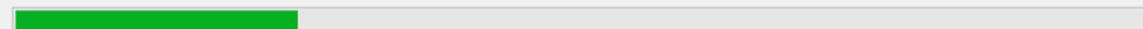
И интервальные числовые значения, и их наименования      (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

**Старт**      **Выход**

Выполнение операции...

1/7 - Конвертация и ввод файла исходных данных	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	100%
2/7 - Создание нового интеллектуального приложения	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	100%
3/7 - Анализ файла исходных данных	<div style="width: 100%; height: 10px; background-color: green;"></div>	100%
4/7 - Формирование классификационных шкал и градаций	<div style="width: 0%; height: 10px; background-color: gray;"></div>	0%
5/7 - Формирование описательных шкал и градаций	<div style="width: 0%; height: 10px; background-color: gray;"></div>	0%
6/7 - Кодирование обучающей выборки	<div style="width: 0%; height: 10px; background-color: gray;"></div>	0%
7/7 - Формирование базы событий	<div style="width: 0%; height: 10px; background-color: gray;"></div>	0%

Общий прогресс



Начало: 01.03.2026 19:04:16

Прогноз окончания: 01.03.2026 19:05:17

Прошло: 00:00:15

Осталось: 00:00:45

Сообщения

```
[19:04:18 INFO]: Классификационные числовые шкалы: ['Open', 'Close']
[19:04:18 INFO]: Классификационные текстовые шкалы: []
[19:04:18 INFO]: Описательные числовые шкалы: ['High', 'Low', 'Volume', 'Adj Close', 'Daily_Return', 'Year', 'Month', 'Day_of_Week', 'Quarter']
[19:04:18 INFO]: Описательные текстовые шкалы: []
[19:04:18 INFO]: Анализ завершен.
- Общая размерность файла: 12 колонок, 2511 строк;
  в том числе классификационных: 2, описательных: 9;
- Классификационные шкалы: 0 текстовых, 2 числовых;
- Описательные шкалы: 0 текстовых, 9 числовых.
[19:04:18 INFO]: Обнаружены числовые шкалы. Ожидание ввода пользователя количества градаций числовых шкал...
```

Записать лог в CSV

Выход

2.3.2.2. Параметры классификационных и описательных шкал и градаций

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

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [10 классов x 45 признаков]

Тип	Количество	Суммарное количество	Среднее количество	Количество	Суммарное	Среднее
Числовые	2	10	5.00	9	45	5.00
Текстовые	0	0	0.00	0	0	0.00
ВСЕГО:	2	10	5.00	9	45	5.00

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

В классификационных шкал: 5

В описательных шкал: 5

ПАРАМЕТРЫ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ

ПАРАМЕТР ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ С АДАПТИВНЫМИ ГРАНИЦАМИ И ПРИМЕРНО РАВНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГРАДАЦИЯМ с корректной ошибкой округления числа наблюдений по интервалу градации при переходе к следующей градации

```
КЛАССИФИКАЦИОННАЯ ШКАЛА: код: [ 1 ], назм.: "OPEN", тип/число градаций в шкале:"равные интервалы"/5
1 Назм.градации: 1/5-[ 106.6100006, 176.1099976 ], размер интервала= 69.4999969, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/1637
2 Назм.градации: 2/5-[ 176.1099976, 245.6099945 ], размер интервала= 69.4999969, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/584
3 Назм.градации: 3/5-[ 245.6099945, 315.1099915 ], размер интервала= 69.4999969, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/188
4 Назм.градации: 4/5-[ 315.1099915, 384.6099884 ], размер интервала= 69.4999969, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/58
5 Назм.градации: 5/5-[ 384.6099884, 454.1099854 ], размер интервала= 69.4999969, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/44

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ ШКАЛА: код: [ 2 ], назм.: "CLOSE", тип/число градаций в шкале:"равные интервалы"/5
6 Назм.градации: 1/5-[ 106.9499969, 177.1599976 ], размер интервала= 70.2100006, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/1673
7 Назм.градации: 2/5-[ 177.1599976, 247.3699982 ], размер интервала= 70.2100006, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/561
8 Назм.градации: 3/5-[ 247.3699982, 317.5799988 ], размер интервала= 70.2100006, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/176
9 Назм.градации: 4/5-[ 317.5799988, 387.7899994 ], размер интервала= 70.2100006, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/66
10 Назм.градации: 5/5-[ 387.7899994, 458.0000000 ], размер интервала= 70.2100006, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/35
```

```
ОПИСАТЕЛЬНАЯ ШКАЛА: код: [ 1 ], назм.: "HIGH", набл.на шкалу (всего):2511, тип шкалы/число градаций в шкале: "равные интервалы"/5
11 Назм.градации: 1/5-[ 107.0000000, 177.3500000 ], размер интервала= 70.3500000, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/1656
12 Назм.градации: 2/5-[ 177.3500000, 247.7000000 ], размер интервала= 70.3500000, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/576
13 Назм.градации: 3/5-[ 247.7000000, 318.0500000 ], размер интервала= 70.3500000, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/178
14 Назм.градации: 4/5-[ 318.0500000, 388.4000000 ], размер интервала= 70.3500000, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/63
15 Назм.градации: 5/5-[ 388.4000000, 458.7500000 ], размер интервала= 70.3500000, расч./факт.число наблюдений на градации: 502/38
```

Пересчитать шкалы и градации

Записать TXT

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.

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

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

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

<b>kod_cls</b>	<b>name_cls</b>	<b>kod_dsc</b>
1	[1]-OPEN-[1]-1/5-{106.6100006, 176.1099976}	1
2	[1]-OPEN-[2]-2/5-{176.1099976, 245.6099945}	1
3	[1]-OPEN-[3]-3/5-{245.6099945, 315.1099915}	1
4	[1]-OPEN-[4]-4/5-{315.1099915, 384.6099884}	1
5	[1]-OPEN-[5]-5/5-{384.6099884, 454.1099854}	1
6	[2]-CLOSE-[6]-1/5-{106.9499969, 177.1599976}	2
7	[2]-CLOSE-[7]-2/5-{177.1599976, 247.3699982}	2
8	[2]-CLOSE-[8]-3/5-{247.3699982, 317.5799988}	2
9	[2]-CLOSE-[9]-4/5-{317.5799988, 387.7899994}	2
10	[2]-CLOSE-[10]-5/5-{387.7899994, 458.0000000}	2

Источник:

*C:\Users\admin\Desktop\kirillov\Eidos\_Portable\app\AID\_DATA\A0000005\Ci asses.xlsx*

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (неполностью)

kod_attr	name_attr	kod_opsc
1	[1]-HIGH-[1]-1/5-{107.0000000, 177.3500000}	1
2	[1]-HIGH-[2]-2/5-{177.3500000, 247.7000000}	1
3	[1]-HIGH-[3]-3/5-{247.7000000, 318.0500000}	1
4	[1]-HIGH-[4]-4/5-{318.0500000, 388.4000000}	1
5	[1]-HIGH-[5]-5/5-{388.4000000, 458.7500000}	1
6	[2]-LOW-[6]-1/5-{106.2600021, 175.6980042}	2
7	[2]-LOW-[7]-2/5-{175.6980042, 245.1360062}	2
8	[2]-LOW-[8]-3/5-{245.1360062, 314.5740082}	2
9	[2]-LOW-[9]-4/5-{314.5740082, 384.0120102}	2
10	[2]-LOW-[10]-5/5-{384.0120102, 453.4500122}	2
11	[3]-VOLUME-[11]-1/5-{1436500.0000000, 13554200.0000000}	3
12	[3]-VOLUME-[12]-2/5-{13554200.0000000, 25671900.0000000}	3
13	[3]-VOLUME-[13]-3/5-{25671900.0000000, 37789600.0000000}	3
14	[3]-VOLUME-[14]-4/5-{37789600.0000000, 49907300.0000000}	3
15	[3]-VOLUME-[15]-5/5-{49907300.0000000, 62025000.0000000}	3

*Источник:*

C:\Users\admin\Desktop\kirillov\Eidos\_Portable\app\AID\_DATA\A0000005\Attributes.xlsx

Таблица 7 – Обучающая выборка (неполностью)

name_obj	[1]-Open	[2]-Close	[1]-High	[2]-Low	[3]-Volume	[4]-Adj Clo	[5]-Daily_I	[6]-Year	[7]-Month	[8]-Day_of	[9]-Quarte
29/01/2016 00:00	1	6	1	6	11	16	0	26	31	40	41
01/02/2016 00:00	1	6	1	6	11	16	24	26	31	0	41
02/02/2016 00:00	1	6	1	6	11	16	23	26	31	36	41
03/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	24	26	31	37	41
04/02/2016 00:00	1	6	1	6	11	16	24	26	31	39	41
05/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	24	26	31	40	41
08/02/2016 00:00	1	6	1	6	13	16	24	26	31	0	41
09/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	23	26	31	36	41
10/02/2016 00:00	1	6	1	6	11	16	24	26	31	37	41
11/02/2016 00:00	1	6	1	6	14	16	25	26	31	39	41
12/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	23	26	31	40	41
16/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	22	26	31	36	41
17/02/2016 00:00	1	6	1	6	11	16	24	26	31	37	41
18/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	24	26	31	39	41
19/02/2016 00:00	1	6	1	6	12	16	23	26	31	40	41

*Источник:*

C:\Users\admin\Desktop\kirillov\Eidos\_Portable\app\AID\_DATA\A0000005\EventsKO.xlsx

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**

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

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

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

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [1-7] и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных, представленных в различных типах шкал (дихотомических, номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения.

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

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

Таблица 8 – Матрица абсолютных частот (статистическая модель ABS)

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

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

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				$P_{\Sigma j}$			

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

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

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

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

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

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

В таблице 10 приведены формулы:

- для сравнения фактических и теоретических абсолютных частот;
- для сравнения условных и безусловных относительных частот («вероятностей»).

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

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

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

**Обозначения к таблице:**

$i$  – значение прошлого параметра;

$j$  - значение будущего параметра;

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

$M$  – суммарное число значений всех прошлых параметров;

$W$  - суммарное число значений всех будущих параметров.

$N_i$  – количество встреч  $i$ -м значения прошлого параметра по всей выборке;

$N_j$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра по всей выборке;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

	Способ сравнения	Нормировка не требуется	Нормировка к 0 путем взятия логарифма	Нормировка к 0 путем вычитания 1
Сравнение фактических и теоретических абсолютных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF5, $\chi$ -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 конструкторов, 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 INF5), 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.

---

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)

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

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

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

Отметим, что как значимость значения фактора, степень детерминированности класса и ценность или качество модели в АСК-анализе рассматривается 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.Левефра, 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».*

### 3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

3.5. Синтез и верификация моделей

Задайте базовые модели для синтеза и верификации

Базовые статистические модели:

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

Задайте источник данных для расчета модели ABS:

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

Задайте значение фона в матрице абсолютных частот:  [Помощь](#)

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

Базовые 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

Какие модели создавать?

Создавать только базовые модели

Создавать модели 2-го уровня

Создавать модели 3-го уровня

[Помощь](#)

Базовые модели - это модели: Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7 полученные расчетным путем по формулам, приведенным в хелпе режима 5.5 на основе модели Abs.

Модель Abs называется матрицей абсолютных частот и содержит абсолютное количество встреч сочетаний "признак x класс", посчитанное по всей выборке.

Модель Abs еще называют "матрицей сопряженности" или "корреляционной матрицей". Формы по достоверности моделей формируются в режиме 3.4.

Параметры копирования обучающей выборки в распознаваемую (бутстрепный подход)

Какие объекты обуч. выборки копировать:

Копировать всю обучающую выборку

Копировать только текущий объект

Копировать каждый N-й объект

Копировать N случайных объектов

Копировать объекты от N1 до N2 (fastest)  до

Вообще не менять распознаваемую выборку

Удалять скопированные объекты:

Не удалять

Удалять

[Пояснение по алгоритму верификации](#)

[Подробнее](#)

Выполнить:

Синтез и верификацию

Только верификацию

Только синтез

Задайте процессор:

CPU

GPU

Задайте алгоритм:

Классика - дольше

Упрощенно-быстрее

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

Расчетный размер БД результатов распознавания Rasp.dbf равен 14194 байт, т.е.: 0.0006610 % от MAX-возможного, (от 2ГБ)

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

[Старт](#) [Cancel](#) [Помощь по синтезу моделей](#) [Помощь по верификации моделей](#)

3.5. Синтез и верификация моделей. Процесс завершен

Подготовительные шаги

1. Очистка предыдущих результатов верификации

2. Копирование обучающей выборки в распознаваемую

Стадия синтеза модели

№	Наименование модели	прогресс-бар	%	Стадия верификации модели	прогресс-бар	%
1	ABS - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: КОЛИЧЕСТВО ВСТРЕЧ СОЧЕТАНИЙ: "КЛАСС-ПРИЗНАК" У ОБЪЕКТОВ ОБУЧ	<input type="text" value="100%"/>	100%	13	<input type="text" value="100%"/>	100%
2	PRC1 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: УСЛ. ВЕРОЯТНОСТЬ I-ГО ПРИЗНАКА СРЕДИ ПРИЗНАКОВ ОБЪЕКТОВ J-ГО	<input type="text" value="100%"/>	100%	14	<input type="text" value="100%"/>	100%
3	PRC2 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: УСЛОВНАЯ ВЕРОЯТНОСТЬ I-ГО ПРИЗНАКА У ОБЪЕКТОВ J-ГО КЛАССА	<input type="text" value="100%"/>	100%	15	<input type="text" value="100%"/>	100%
4	INF1 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: КОЛИЧЕСТВО ЗНАНИЙ ПО А.ХАРКЕВИЧУ; ВЕРОЯТНОСТИ ИЗ PRC1	<input type="text" value="100%"/>	100%	16	<input type="text" value="100%"/>	100%
5	INF2 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: КОЛИЧЕСТВО ЗНАНИЙ ПО А.ХАРКЕВИЧУ; ВЕРОЯТНОСТИ ИЗ PRC2	<input type="text" value="100%"/>	100%	17	<input type="text" value="100%"/>	100%
6	INF3 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: ХИ-КВАДРАТ; РАЗНОСТИ МЕЖДУ ФАКТИЧЕСКИМИ И ОЖИДАЕМЫМИ АБС. ЧАСТОТАМИ	<input type="text" value="100%"/>	100%	18	<input type="text" value="100%"/>	100%
7	INF4 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: ROI (RETURN ON INVESTMENT); ВЕРОЯТНОСТИ ИЗ PRC1	<input type="text" value="100%"/>	100%	19	<input type="text" value="100%"/>	100%
8	INF5 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: ROI (RETURN ON INVESTMENT); ВЕРОЯТНОСТИ ИЗ PRC2	<input type="text" value="100%"/>	100%	20	<input type="text" value="100%"/>	100%
9	INF6 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: РАЗН. УСЛ. И БЕЗУСЛ. ВЕРОЯТНОСТЕЙ; ВЕРОЯТНОСТИ ИЗ PRC1	<input type="text" value="100%"/>	100%	21	<input type="text" value="100%"/>	100%
10	INF7 - ЧАСТНЫЙ КРИТЕРИЙ: РАЗН. УСЛ. И БЕЗУСЛ. ВЕРОЯТНОСТЕЙ; ВЕРОЯТНОСТИ ИЗ PRC2	<input type="text" value="100%"/>	100%	22	<input type="text" value="100%"/>	100%

Общий прогресс

Начало: 01.03.2026 19:15:56 Окончание: 01.03.2026 19:16:17

Прошло: 00:00:20 Осталось: 00:00:00

Сообщения

```
[19:16:16 INFO]: ШАГ 7: Измерение достоверности модели 'INF7'...
[19:16:16 INFO]: Расчет агрегированных метрик для модели 'INF7'...
[19:16:16 SUCCESS]: Агрегированные метрики для модели 'INF7' сохранены.
[19:16:16 INFO]: Накопление статистики DostRasp для модели 'INF7'...
[19:16:16 INFO]: Расчет метрик VegModClsIc для модели 'INF7' (пропущено).

[19:16:16 INFO]: финальная обработка и сортировка таблиц dost_modcls...
[19:16:16 SUCCESS]: Таблица dost_modcls finalized and sorted.

[19:16:17 INFO]: ШАГ 8: формирование итоговой БД DostRasp...
[19:16:17 INFO]: формирование итоговой таблиц DostRasp...
[19:16:17 SUCCESS]: Таблица DostRasp успешно создана.

[19:16:17 INFO]: ШАГ 10: Создание форм 'Достоверность идент. классов'...
[19:16:17 INFO]: Создание форм 'Достоверность идент. классов' (пропущено).

[19:16:17 SUCCESS]: Операция успешно завершена.
[19:16:20 SUCCESS]: Лог успешно сохранен в файл: C:\Users\admin\Desktop\kirillov\Eidos_portable\app\eidos_3_5_synthesis_log_2026-03-01_19-16-20.csv
```

[Сохранить лог](#) [Выход](#)

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. Просмотр основных баз данных всех моделей

Задайте модель для просмотра: **Abs** **Prc1** **Prc2** **Inf1** **Inf2** **Inf3** **Inf4** **Inf5** **Inf6** **Inf7** Количество знаков после запятой: 3 (макс: 17) **Помощь**

Модель: "Abs"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1-Open - 15-{106.610006, 176.109976}										Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего			
		2-Open - 25-{17.6.109976, 245.609945}	3-Open - 35-{245.609945, 315.109915}	4-Open - 45-{315.109915, 384.609884}	5-Open - 55-{384.609884, 454.109854}	6-Close - 15-{106.949969, 177.159976}	7-Close - 25-{177.159976, 247.369982}	8-Close - 35-{247.369982, 317.579988}	9-Close - 45-{317.579988, 387.789994}	10-Close - 55-{387.789994, 458.000000}								
1	High - 1/5-{107.000000, 177.350000}	1636.000	20.000							1656.000					3312.000	331.200	693.005	525.920
2	High - 2/5-{177.350000, 247.700000}	1.000	564.000	11.000						17.000	559.000				1152.000	115.200	235.296	178.520
3	High - 3/5-{247.700000, 318.050000}			176.000	2.000					2.000	176.000				356.000	35.600	74.002	56.160
4	High - 4/5-{318.050000, 388.400000}			1.000	56.000	6.000						62.000	1.000		126.000	12.600	24.564	18.560
5	High - 5/5-{388.400000, 458.750000}					38.000						4.000	34.000		76.000	7.600	15.050	11.360
6	Low - 1/5-{106.260002, 175.698004}	1635.000	18.000							1652.000	1.000				3306.000	330.600	691.993	525.160
7	Low - 2/5-{175.698004, 245.136006}	2.000	566.000	6.000						21.000	553.000				1148.000	114.800	234.487	177.880
8	Low - 3/5-{245.136006, 314.574008}			181.000	1.000					7.000	175.000				364.000	36.400	74.674	56.640
9	Low - 4/5-{314.574008, 384.012010}			1.000	57.000	4.000						1.000	61.000		124.000	12.400	24.609	18.640
10	Low - 5/5-{384.012010, 453.450012}					40.000						5.000	35.000		80.000	8.000	15.670	11.800
11	Volume - 1/5-{1436500.000000, 13554200.000000}	1454.000	525.000	165.000	28.000	25.000	1486.000	505.000	153.000	34.000	19.000	4394.000	439.400	575.017	442.480			
12	Volume - 2/5-{13554200.000000, 25671900.000000}	163.000	50.000	23.000	26.000	14.000	165.000	49.000	22.000	28.000	12.000	552.000	55.200	58.725	43.520			
13	Volume - 3/5-{25671900.000000, 37789600.000000}	18.000	7.000	4.000	2.000	20.000	5.000	1.000	3.000	2.000	62.000	6.200	7.052	5.280				
14	Volume - 4/5-{37789600.000000, 49907300.000000}	2.000	2.000		1.000	2.000	2.000				10.000	1.000	0.943	0.800				
15	Volume - 5/5-{49907300.000000, 62025000.000000}				2.000						1.000	4.000	0.400	0.560				
16	Adj Close - 1/5-{106.949969, 177.159976}	1637.000	36.000				1673.000					3346.000	334.600	696.054	528.160			
17	Adj Close - 2/5-{177.159976, 247.369982}		548.000	13.000				561.000				1122.000	112.200	233.168	176.920			
18	Adj Close - 3/5-{247.369982, 317.579988}			174.000	2.000				176.000			352.000	35.200	73.685	55.920			
19	Adj Close - 4/5-{317.579988, 387.789994}			1.000	56.000	9.000				66.000		132.000	13.200	25.455	19.120			
20	Adj Close - 5/5-{387.789994, 458.000000}				35.000					35.000		70.000	7.000	14.757	11.200			
21	Daily_Return - 1/5-{-6.4268893, -4.1607439}		2.000				2.000	1.000	1.000		1.000	8.000	0.800	0.789	0.640			
22	Daily_Return - 2/5-{-4.1607439, -1.8945985}	29.000	14.000	8.000	1.000		31.000	13.000	7.000	1.000	104.000	10.400	11.549	9.080				
23	Daily_Return - 3/5-{-1.8945985, 0.3715469}	1094.000	365.000	96.000	27.000	18.000	1125.000	340.000	91.000	32.000	12.000	3200.000	320.000	435.508	328.800			
24	Daily_Return - 4/5-{0.3715469, 2.6376922}	497.000	199.000	78.000	29.000	22.000	499.000	203.000	72.000	31.000	20.000	1650.000	165.000	188.126	147.600			
25	Daily_Return - 5/5-{2.6376922, 4.9038376}	9.000	3.000	6.000	1.000	2.000	9.000	3.000	6.000	1.000	2.000	42.000	4.200	3.084	2.640			
26	Year - 1/5-{-2016.000000, 2018.000000}	736.000					736.000					1472.000	147.200	310.325	235.520			

Экспорт в CSV | Экспорт всех моделей в MS Excel

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

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	Матрица условных и безусловных процентных распределений										Безусловная вероятность	Среднее	Средн. квадрат. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего		
		1-Open - 1/5-{106.6100006, 176.1099976}	2-Open - 2/5-{176.1099976, 245.6099945}	3-Open - 3/5-{245.6099945, 315.1099915}	4-Open - 4/5-{315.1099915, 384.6099884}	5-Open - 5/5-{384.6099884, 454.1099854}	6-Close - 1/5-{106.9499969, 177.1599976}	7-Close - 2/5-{177.1599976, 247.3699982}	8-Close - 3/5-{247.3699982, 317.5799988}	9-Close - 4/5-{317.5799988, 387.7899994}	10-Close - 5/5-{387.7899994, 458.0000000}						
1	High - 1/5-{107.0000000, 177.3500000}	99.939	3.425				98.984						65.950	20.235	41.770	31.691	
2	High - 2/5-{177.3500000, 247.7000000}	0.061	96.575	5.851			1.016	99.643					22.939	20.315	41.047	31.118	
3	High - 3/5-{247.7000000, 318.0500000}			93.617	3.448			0.357	100.000				7.089	19.742	40.659	30.827	
4	High - 4/5-{318.0500000, 388.4000000}			0.532	96.552	13.636						93.939	2.857	2.509	20.752	39.490	29.798
5	High - 5/5-{388.4000000, 458.7500000}					86.364						6.061	97.143	1.513	18.957	38.498	29.119
6	Low - 1/5-{106.2600021, 175.6980042}	99.878	3.082				98.745	0.178						65.830	20.188	41.713	31.649
7	Low - 2/5-{175.6980042, 245.1360062}	0.122	96.918	3.191			1.255	98.574						22.859	20.006	40.987	31.096
8	Low - 3/5-{245.1360062, 314.5740082}			96.277	1.724			1.248	99.432					7.248	19.868	41.114	31.194
9	Low - 4/5-{314.5740082, 384.0120102}			0.532	98.276	9.091			0.568	92.424			2.469	20.089	39.788	30.104	
10	Low - 5/5-{384.0120102, 453.4500122}					90.909				7.576	100.000		1.593	19.848	39.975	30.242	
11	Volume - 1/5-{1436500.0000000, 13554200.0000000}	88.821	89.897	87.766	48.276	56.818	88.822	90.018	86.932	51.515	54.286	87.495	74.315	18.725	17.273	13.455	
12	Volume - 2/5-{13554200.0000000, 25671900.0000000}	9.957	8.562	12.234	44.828	31.818	9.863	8.734	12.500	42.424	34.286	10.992	21.521	14.973	13.455		
13	Volume - 3/5-{25671900.0000000, 37789600.0000000}	1.100	1.199		6.897	4.545	1.195	0.891	0.568	4.545	5.714	1.235	2.665	2.487	2.208		
14	Volume - 4/5-{37789600.0000000, 49907300.0000000}	0.122	0.342			2.273	0.120	0.357			2.857	0.199	0.607	1.050	0.783		
15	Volume - 5/5-{49907300.0000000, 62025000.0000000}					4.545					1.515	2.857	0.080	0.892	1.604	1.248	
16	Adj Close - 1/5-{106.9499969, 177.1599976}	100.000	6.164				100.000						66.627	20.616	41.883	31.753	
17	Adj Close - 2/5-{177.1599976, 247.3699982}		93.836	6.915				100.000					22.342	20.075	40.583	30.737	
18	Adj Close - 3/5-{247.3699982, 317.5799988}			92.553	3.448					100.000			7.009	19.600	40.464	30.671	
19	Adj Close - 4/5-{317.5799988, 387.7899994}			0.532	96.552	20.455					100.000		2.628	21.754	40.837	30.609	
20	Adj Close - 5/5-{387.7899994, 458.0000000}					79.545					100.000	1.394	17.955	38.157	28.727		
21	Daily_Return - 1/5-{-6.4268893, -4.1607439}		0.342			4.545	0.060	0.178		1.515	2.857	0.159	0.950	1.572	1.214		
22	Daily_Return - 2/5-{-4.1607439, -1.8945985}	1.772	2.397	4.255	1.724		1.853	2.317	3.977	1.515		2.071	1.981	1.400	1.005		
23	Daily_Return - 3/5-{-1.8945985, 0.3715469}	66.830	62.500	51.064	46.552	40.909	67.244	60.606	51.705	48.485	34.286	63.720	53.018	11.006	9.022		
24	Daily_Return - 4/5-{0.3715469, 2.6376922}	30.360	34.075	41.489	50.000	50.000	29.827	36.185	40.909	46.970	57.143	32.855	41.696	9.286	7.466		
25	Daily_Return - 5/5-{2.6376922, 4.9038376}	0.550	0.514	3.191	1.724	4.545	0.538	0.535	3.409	1.515	5.714	0.836	2.224	1.888	1.593		

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

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	Матрица условных и безусловных процентных распределений										Сумма	Среднее	Средн. квадрат. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего	
		1-Open - 1/5-{106.6100006, 176.1099976}	2-Open - 2/5-{176.1099976, 245.6099945}	3-Open - 3/5-{245.6099945, 315.1099915}	4-Open - 4/5-{315.1099915, 384.6099884}	5-Open - 5/5-{384.6099884, 454.1099854}	6-Close - 1/5-{106.9499969, 177.1599976}	7-Close - 2/5-{177.1599976, 247.3699982}	8-Close - 3/5-{247.3699982, 317.5799988}	9-Close - 4/5-{317.5799988, 387.7899994}	10-Close - 5/5-{387.7899994, 458.0000000}					
1	High - 1/5-{107.0000000, 177.3500000}	0.129	-0.918				0.126						-0.663	-0.066	0.304	0.170
2	High - 2/5-{177.3500000, 247.7000000}	-1.841	0.446	-0.425			-0.968	0.456					-2.331	-0.233	0.697	0.507
3	High - 3/5-{247.7000000, 318.0500000}			0.801	-0.224			-0.928	0.822				0.470	0.047	0.495	0.306
4	High - 4/5-{318.0500000, 388.4000000}			-0.482	1.134	0.525				1.125	0.041		2.342	0.234	0.528	0.416
5	High - 5/5-{388.4000000, 458.7500000}					1.256				0.431	1.293		2.979	0.298	0.532	0.417
6	Low - 1/5-{106.2600021, 175.6980042}	0.129	-0.951				0.126	-1.836					-2.531	-0.253	0.638	0.456
7	Low - 2/5-{175.6980042, 245.1360062}	-1.625	0.449	-0.612			-0.901	0.454					-2.235	-0.223	0.644	0.493
8	Low - 3/5-{245.1360062, 314.5740082}			0.803	-0.446			-0.546	0.813				0.624	0.062	0.443	0.298
9	Low - 4/5-{314.5740082, 384.0120102}			-0.477	1.144	0.404			-0.457	1.125			1.740	0.174	0.565	0.430
10	Low - 5/5-{384.0120102, 453.4500122}					1.256				0.484	1.286		3.025	0.303	0.532	0.424
11	Volume - 1/5-{1436500.0000000, 13554200.0000000}	0.005	0.008	0.001	-0.185	-0.134	0.005	0.009	-0.002	-0.165	-0.148	-0.607	-0.061	0.085	0.078	
12	Volume - 2/5-{13554200.0000000, 25671900.0000000}	-0.031	-0.078	0.033	0.437	0.330	-0.034	-0.071	0.040	0.419	0.354	1.398	0.140	0.216	0.196	
13	Volume - 3/5-{25671900.0000000, 37789600.0000000}	-0.036	-0.009		0.534	0.404	-0.010	-0.101	-0.241	0.404	0.476	1.422	0.142	0.280	0.250	
14	Volume - 4/5-{37789600.0000000, 49907300.0000000}	-0.152	0.168			0.756	-0.158	0.181		0.828		1.623	0.162	0.350	0.257	
15	Volume - 5/5-{49907300.0000000, 62025000.0000000}					1.256				0.914	1.112	3.282	0.328	0.535	0.459	
16	Adj Close - 1/5-{106.9499969, 177.1599976}	0.126	-0.739				0.126						-0.487	-0.049	0.248	0.138
17	Adj Close - 2/5-{177.1599976, 247.3699982}		0.446	-0.365				0.465					0.547	0.055	0.240	0.160
18	Adj Close - 3/5-{247.3699982, 317.5799988}			0.801	-0.220				0.825				1.406	0.141	0.361	0.269
19	Adj Close - 4/5-{317.5799988, 387.7899994}			-0.496	1.119	0.637				1.130			2.389	0.239	0.538	0.434
20	Adj Close - 5/5-{387.7899994, 458.0000000}					1.256					1.327		2.583	0.258	0.545	0.413
21	Daily_Return - 1/5-{-6.4268893, -4.1607439}		0.238			1.040	-0.304	0.035	0.699	0.897		2.605	0.260	0.453	0.371	
22	Daily_Return - 2/5-{-4.1607439, -1.8945985}	-0.048	0.046	0.223	-0.057	-0.035	0.035	0.202	-0.097			0.269	0.027	0.107	0.080	
23	Daily_Return - 3/5-{-1.8945985, 0.3715469}	0.015	-0.006	-0.069	-0.097	-0.138	0.017	-0.016	-0.065	-0.085	-0.192	-0.637	-0.064	0.068	0.053	
24	Daily_Return - 4/5-{0.3715469, 2.6376922}	-0.025	0.011	0.072	0.130	0.130	-0.030	0.030	0.068	0.111	0.172	0.670	0.067	0.069	0.056	
25	Daily_Return - 5/5-{2.6376922, 4.9038376}	-0.130	-0.151	0.416	0.225	0.525	-0.137	-0.139	0.436	0.184	0.597	1.826	0.183	0.303	0.258	

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

Модель: "Inf5"																
Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	10 - Класс - 5/5-{387.7899984, 458.0000000}										Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего	
		1 - Класс - 1/5-{106.6100006, 176.099976}	2 - Класс - 2/5-{176.099976, 245.609945}	3 - Класс - 3/5-{245.609945, 315.099915}	4 - Класс - 4/5-{315.099915, 384.609884}	5 - Класс - 5/5-{384.609884, 454.099854}	6 - Класс - 1/5-{106.6100006, 177.159976}	7 - Класс - 2/5-{177.159976, 247.869942}	8 - Класс - 3/5-{247.869942, 317.579912}	9 - Класс - 4/5-{317.579912, 387.789984}	10 - Класс - 5/5-{387.789984, 458.0000000}					
1	High - 1/5-{107.0000000, 177.3500000}	0.515	-0.948				0.501						0.068	0.007	0.396	0.201
2	High - 2/5-{177.3500000, 247.7000000}	-0.997	3.210	-0.745			-0.956	3.344					3.856	0.386	1.580	1.157
3	High - 3/5-{247.7000000, 318.0500000}			12.206	-0.514			-0.950	13.107				23.850	2.385	5.427	4.109
4	High - 4/5-{318.0500000, 388.4000000}			-0.788	37.483	4.435				36.442	0.139		77.710	7.771	15.454	11.676
5	High - 5/5-{388.4000000, 458.7500000}					56.068					3.005	63.191	122.264	12.226	25.058	18.961
6	Low - 1/5-{106.2600021, 175.6980042}	0.517	-0.953				0.500	-0.997					-0.933	-0.093	0.509	0.353
7	Low - 2/5-{175.6980042, 245.1360062}	-0.995	3.240	-0.860			-0.945	3.312					3.752	0.375	1.588	1.160
8	Low - 3/5-{245.1360062, 314.5740082}			12.283	-0.762			-0.828	12.718				23.411	2.341	5.365	4.064
9	Low - 4/5-{314.5740082, 384.0120102}			-0.785	38.802	2.682			-0.770	36.432			76.361	7.636	15.840	11.992
10	Low - 5/5-{384.0120102, 453.4500122}					56.068					3.756	61.775	121.599	12.160	24.710	18.705
11	Volume - 1/5-{1436500.0000000, 13554200.0000000}	0.015	0.027	0.003	-0.448	-0.351	0.015	0.029	-0.006	-0.411	-0.380	-1.506	-0.151	0.214	0.197	
12	Volume - 2/5-{13554200.0000000, 25671900.0000000}	-0.094	-0.221	0.113	3.078	1.895	-0.103	-0.205	0.137	2.860	2.119	9.579	0.958	1.362	1.224	
13	Volume - 3/5-{25671900.0000000, 37789600.0000000}	-0.109	-0.029		4.586	2.682	-0.032	-0.278	-0.540	2.682	3.629	12.590	1.259	1.918	1.708	
14	Volume - 4/5-{37789600.0000000, 49907300.0000000}	-0.386	0.720			10.414	-0.400	0.790				13.349	24.486	2.449	5.035	3.773
15	Volume - 5/5-{49907300.0000000, 62025000.0000000}					56.068					18.023	34.871	108.962	10.896	19.712	15.255
16	Adj Close - 1/5-{106.9499969, 177.1599976}	0.501	-0.907				0.501						0.094	0.009	0.384	0.197
17	Adj Close - 2/5-{177.1599976, 247.3699982}		3.200	-0.690				3.476					5.985	0.599	1.461	1.096
18	Adj Close - 3/5-{247.3699982, 317.5799988}			12.205	-0.508				13.267				24.964	2.496	5.405	4.096
19	Adj Close - 4/5-{317.5799988, 387.7899994}			-0.798	35.734	6.782				37.045			78.763	7.876	15.186	11.405
20	Adj Close - 5/5-{387.7899994, 458.0000000}					56.068					70.743	126.811	12.681	26.957	20.290	
21	Daily_Return - 1/5-{-6.4268893, -4.1607439}		1.150			27.534	-0.625	0.119		8.511	16.936	53.625	5.363	9.612	7.379	
22	Daily_Return - 2/5-{-4.1607439, -1.8945985}	-0.145	0.158	1.055	-0.167		-0.105	0.119	0.921	-0.268		1.566	0.157	0.458	0.333	
23	Daily_Return - 3/5-{-1.8945985, 0.3715469}	0.049	-0.019	-0.199	-0.269	-0.358	0.055	-0.049	-0.189	-0.239	-0.462	-1.679	-0.168	0.174	0.142	
24	Daily_Return - 4/5-{0.3715469, 2.6376922}	-0.076	0.037	0.263	0.522	0.522	-0.092	0.101	0.245	0.430	0.739	2.691	0.269	0.280	0.227	
25	Daily_Return - 5/5-{2.6376922, 4.9038376}	-0.343	-0.386	2.816	1.062	4.435	-0.357	-0.361	3.076	0.812	5.833	16.588	1.659	2.258	1.905	

Рисунок 11 . Системно-когнитивная модель «INF5», 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

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

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

Достоверность моделей можно оценивать и путем решения других задач, например задач прогнозирования, выработки управляющих решений, исследования объекта моделирования путем исследования его

модели. Но это более трудоемко и даже всегда возможно, особенно на экономических и политических моделях.

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

### 3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

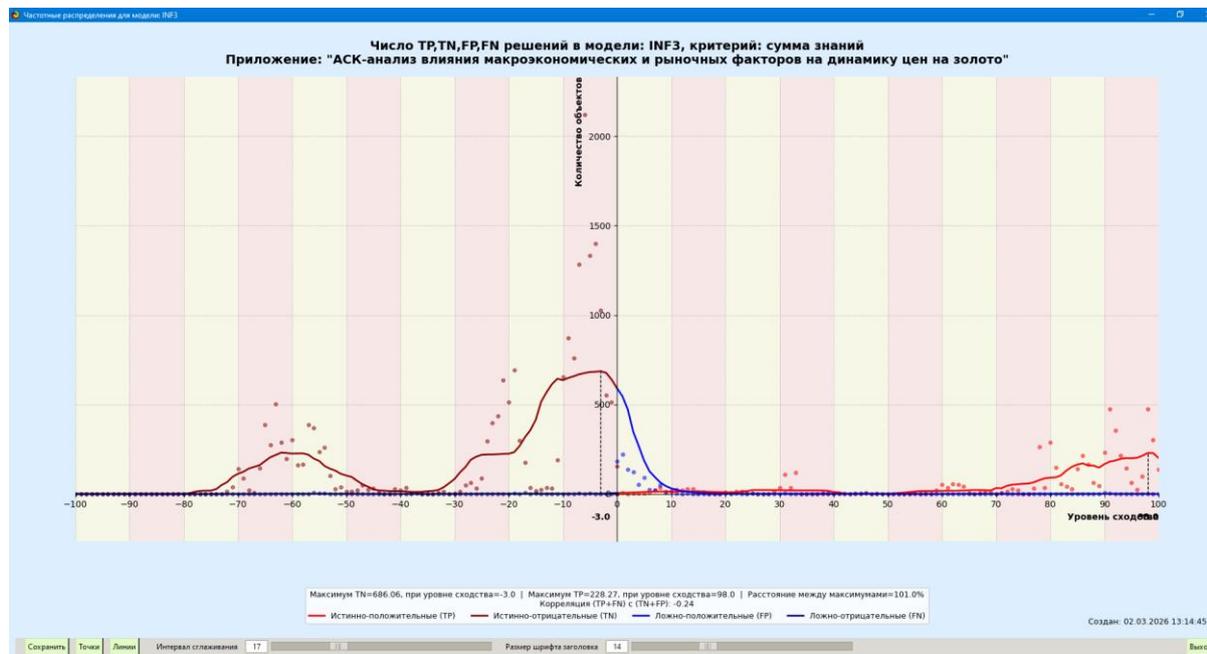
В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф. Е.В. Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием: «Сумма знаний»: **L1=0.990** при максимуме 1 (рисунок 12). *Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

3.4. Обзор формы по достов. моделям при ранжирании. (Приложение: Приложение, созданное в АИ: 2.3.2.2-2020(031)1501(09)

№	Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	Г. мера Бая Ризбортерна	Сумма модулей уровней скорости истинно-положительных решений (S1P)	Сумма модулей уровней скорости истинно-отрицательных решений (S1N)	Сумма модулей уровней скорости ложно-положительных решений (S2P)	Сумма модулей уровней скорости ложно-отрицательных решений (S2N)	S Точность модели	S Полнота модели	L1-мера проф. Е.В. Луценко
1	ABS -частный критерий: количество встреч сочтений "класс-признак" у объектов обуч. выборки	корреляция абс. частот с обр. объекта	6586	13502	4	0.271	0.999	0.426	3928.977	734.988	1261.624	2.057	0.757	0.999	0.861
2	ABS -частный критерий: количество встреч сочтений "класс-признак" у объектов обуч. выборки	сумма абс. частот по признакам объекта	0	20089	0	0.200	1.000	0.333	3449.179	0.600	1340.637	0.000	0.720	1.000	0.837
3	PRC1 -частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов i-го класса	корреляция усл. частот с обр. объекта	0	20089	0	0.200	1.000	0.426	3928.977	734.988	1261.624	2.057	0.757	0.999	0.861
4	PRC1 -частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов i-го класса	сумма усл. частот по признакам объекта	0	20089	0	0.200	1.000	0.333	4127.082	0.600	9708.661	0.000	0.420	1.000	0.691
5	PRC2 -частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов i-го класса	корреляция усл. частот с обр. объекта	0	20089	0	0.200	1.000	0.426	3928.977	734.988	1261.624	2.057	0.757	0.999	0.861
6	PRC2 -частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов i-го класса	сумма усл. частот по признакам объекта	0	20089	0	0.200	1.000	0.333	4131.800	0.600	9716.796	0.000	0.420	1.000	0.691
7	INF1 -частный критерий: количество знаний по А. Харевану; вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	18866	1222	63	0.802	0.987	0.886	1813.287	5876.643	136.420	17.478	0.931	0.990	0.960
8	INF1 -частный критерий: количество знаний по А. Харевану; вероятности из PRC1	сумма знаний	12521	7567	164	0.391	0.987	0.567	839.430	2354.390	401.853	12.341	0.676	0.986	0.802
9	INF2 -частный критерий: количество знаний по А. Харевану; вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	18866	1222	63	0.802	0.987	0.886	1812.942	5875.538	136.361	17.474	0.931	0.990	0.960
10	INF2 -частный критерий: количество знаний по А. Харевану; вероятности из PRC2	сумма знаний	12523	7565	165	0.391	0.987	0.567	839.132	2352.908	402.365	12.435	0.676	0.986	0.802
11	INF3 -частный критерий: Знавадда; равенства между фактическими и ожидаемыми абс. частотами	семантический резонанс знаний	19110	978	37	0.836	0.993	0.908	3428.803	7993.293	193.936	18.651	0.961	0.995	0.977
12	INF3 -частный критерий: Знавадда; равенства между фактическими и ожидаемыми абс. частотами	сумма знаний	9910	978	37	0.836	0.993	0.908	3696.419	4039.249	63.379	23.537	0.987	0.994	0.990
13	INF4 -частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	19464	624	48	0.889	0.990	0.937	3102.724	6039.570	67.607	23.880	0.979	0.992	0.985
14	INF4 -частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1	сумма знаний	10990	9198	33	0.352	0.993	0.519	266.678	67.371	98.076	1.038	0.731	0.996	0.843
15	INF5 -частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	19464	624	48	0.889	0.990	0.937	3102.407	6074.452	67.614	23.877	0.979	0.992	0.985
16	INF5 -частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2	сумма знаний	10998	9290	33	0.350	0.993	0.517	266.972	67.414	98.294	1.039	0.731	0.996	0.843
17	INF6 -частный критерий: равн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	19523	565	47	0.898	0.991	0.942	3117.407	4911.969	72.691	21.801	0.977	0.993	0.983
18	INF6 -частный критерий: равн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1	сумма знаний	13919	6169	37	0.447	0.993	0.616	1734.213	1610.554	448.535	10.617	0.795	0.994	0.883
19	INF7 -частный критерий: равн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	19521	567	47	0.898	0.991	0.942	3116.658	4910.003	72.698	21.794	0.977	0.993	0.985
20	INF7 -частный критерий: равн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2	сумма знаний	13999	6169	37	0.446	0.993	0.616	1736.721	1611.768	450.192	10.629	0.794	0.994	0.883

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 [9] СК-модели INF5.





**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]**

Из этих частотных распределений видно, что в наиболее достоверной по критерию достоверности L1-мерой проф. Е.В. Луценко СК-модели INF3:

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

- при уровнях сходимости меньше 20% в данной задаче преобладают ложные положительные решения, а при более высоких уровнях сходимости – истинные положительные решения. В общем случае при уровнях сходимости выше 60% ложных положительных решений практически вообще нет;

- ***чем выше уровень сходимости, тем больше доля истинных решений. Поэтому уровень сходимости 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 режиму 3.4: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-X++"

Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями...  
Тогда возможны следующие варианты прогнозов:

**ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.**  
Предположим, модель дает такой прогноз, что выпадет все: и 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.**  
Если же 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 будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.

Таким образом, если просуммировать 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):  

$$F\text{-мера} = 2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)$$
 достоверности модели

---

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

Режим: 3.4. 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 кнопку: [(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 Ризбергена в АКК-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>

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 TP (red), TN (black), FP (blue), and FN (green) as the volume of the sample increases. The right graph shows three curves representing the metrics L2\_MERA (black), L1\_MERA (magenta), and F\_MERA (yellow) as the number of objects in the sample increases from 0 to 3000. All three metrics show a rapid initial increase followed by a convergence to stable values between 0.4 and 0.7.

Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

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

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

*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.

#### **3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе**

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.

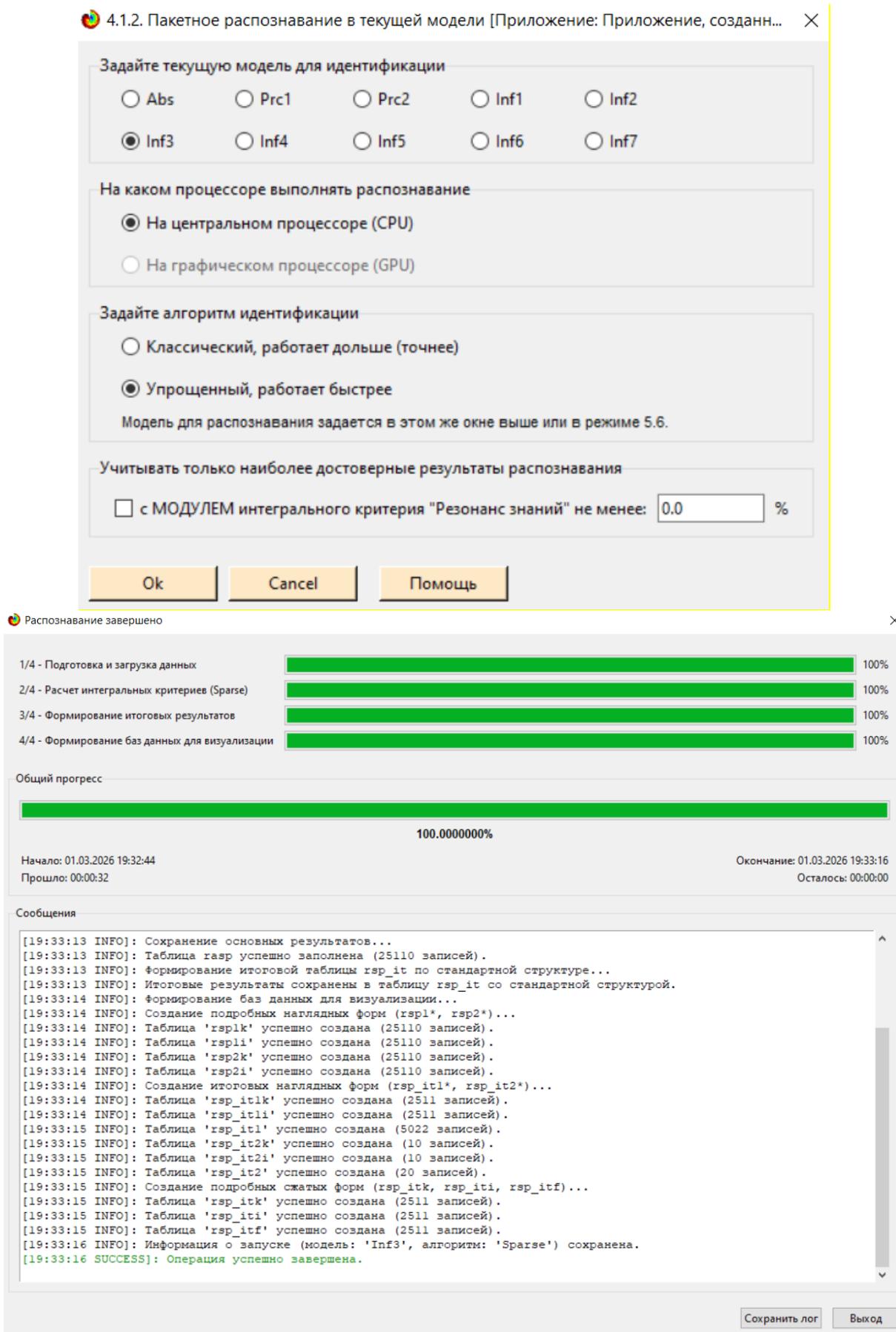


Рисунок 15. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

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

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

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.

##### 3.6.1.1. 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:

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

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

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).

### 3.6.1.2. 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.

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

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

где:

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

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

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

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

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

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

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

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».

### 3.6.1.3. 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»:

### **3.6.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе 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 [11]. Но в задачи данной работы не входит их подробное рассмотрение, тем более что они подробно освещены и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [4-7, 11] и в ряде других [48].

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).



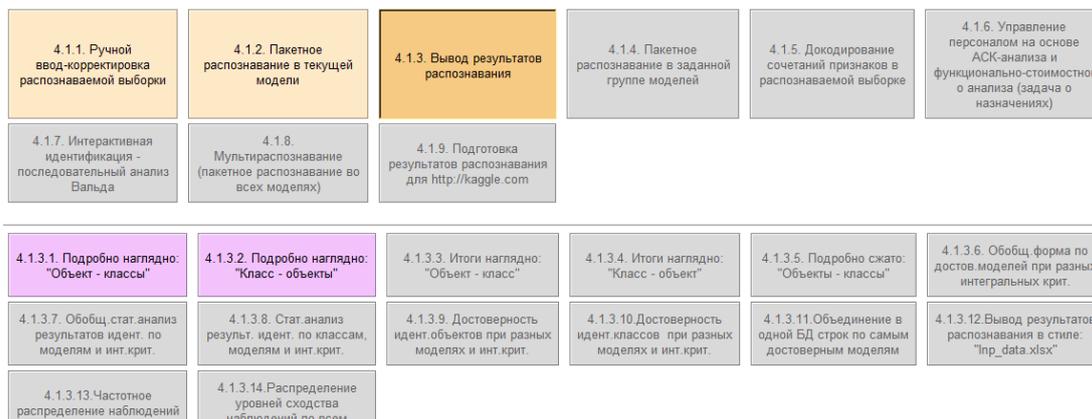


Рисунок 17. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

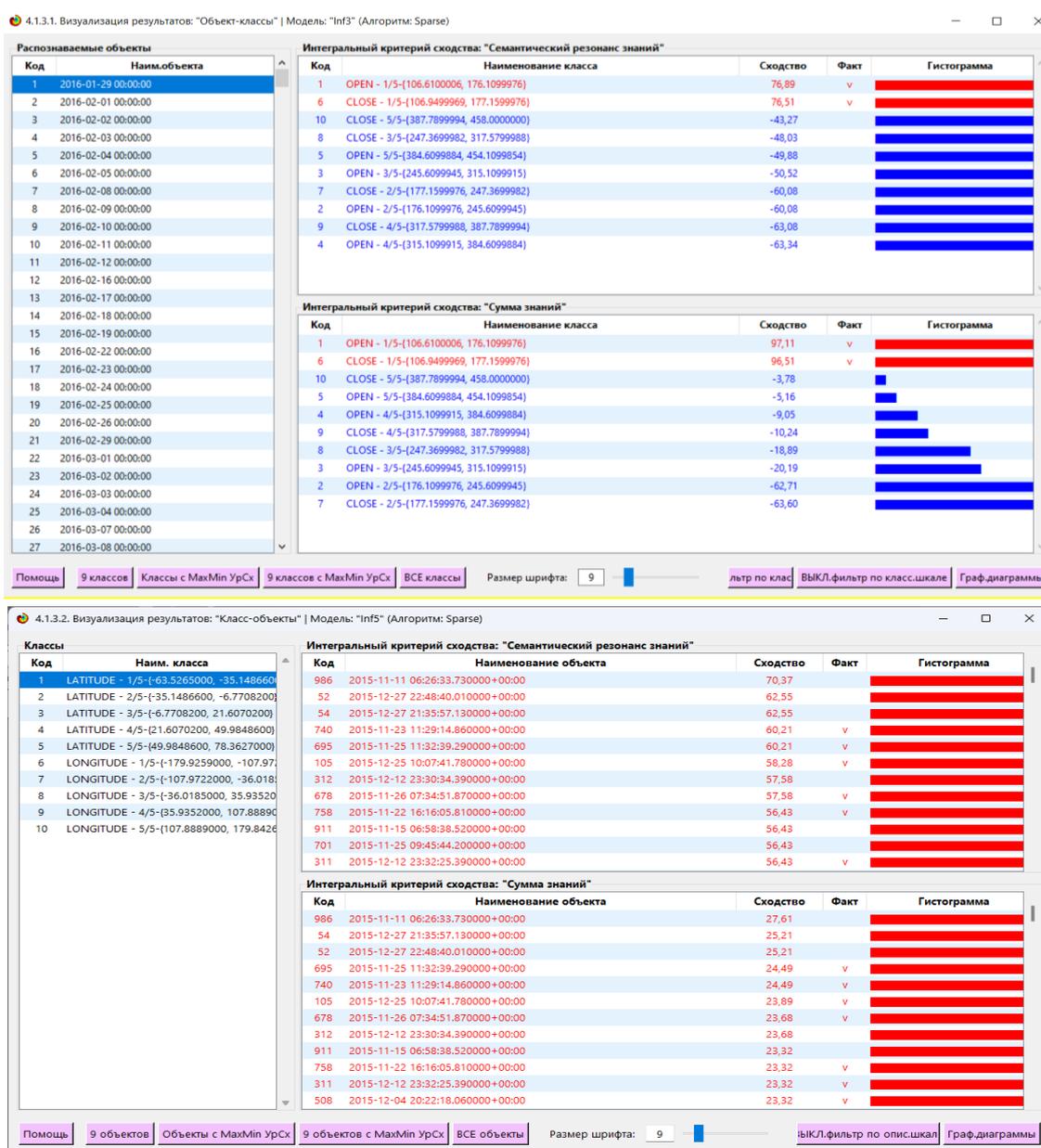


Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

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**

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

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.

Необходимо 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».

### 3.7.1.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»

4.4.8. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	[1]-Open-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)		0	
2	[1]-Open-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)		0	
3	[1]-Open-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)		0	
4	[1]-Open-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)		0	
5	[1]-Open-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)		0	
6	[2]-Close-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)		0	
7	[2]-Close-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)		0	
8	[2]-Close-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)		0	
9	[2]-Close-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)		0	
10	[2]-Close-[10]-5/5-(387.7899994, 458.0000000)		0	

SWOT-анализ класса: 1 "OPEN-1/5-(106.6100006, 176.1099976)" в модели: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"

Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его значения	Сила влияния
6	[2]-Low-[6]-1/5-(106.2600021, 175.6980042)	557.434
1	[1]-High-[1]-1/5-(107.0000000, 177.3500000)	556.478
16	[4]-Adj Close-[16]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)	546.396
26	[6]-Year-[26]-1/5-(2016.0000000, 2018.0000000)	256.213
28	[6]-Year-[28]-3/5-(2020.0000000, 2022.0000000)	106.102
27	[6]-Year-[27]-2/5-(2018.0000000, 2020.0000000)	88.798
23	[5]-Daily_Return-[23]-3/5-(-1.8945985, 0.3715469)	50.984
11	[3]-Volume-[11]-1/5-(1436500.0000000, 13554200.0000000)	21.809
31	[7]-Month-[31]-1/5-(1.0000000, 3.2000000)	12.350
41	[9]-Quarter-[41]-1/5-(1.0000000, 1.6000000)	12.350

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его значения	Сила влияния
2	[1]-High-[2]-2/5-(177.3500000, 247.7000000)	-374.486
7	[2]-Low-[7]-2/5-(175.6980042, 245.1360062)	-372.182
17	[4]-Adj Close-[17]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)	-365.707
29	[6]-Year-[29]-4/5-(2022.0000000, 2024.0000000)	-278.246
30	[6]-Year-[30]-5/5-(2024.0000000, 2026.0000000)	-172.750
8	[2]-Low-[8]-3/5-(245.1360062, 314.5740082)	-118.643
3	[1]-High-[3]-3/5-(247.7000000, 318.0500000)	-116.036
18	[4]-Adj Close-[18]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)	-114.732
19	[4]-Adj Close-[19]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)	-43.024
4	[1]-High-[4]-4/5-(318.0500000, 388.4000000)	-41.069

SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА В МОДЕЛИ: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"  
Приложение: "Приложение, созданное в АР-2.3.2.2-20260301-190709"  
Шкала: [1] Open  
Класс: [1] 1/5-(106.6100006, 176.1099976)

СПОСОБУЮЩИЕ значения факторов

[2] Low [6] 1/5-(106.2600021, 175.6980042)	557.434
[1] High [1] 1/5-(107.0000000, 177.3500000)	556.478
[4] Adj Close [16] 1/5-(106.9499969, 177.1599976)	546.396
[6] Year [26] 1/5-(2016.0000000, 2018.0000000)	256.213
[6] Year [28] 3/5-(2020.0000000, 2022.0000000)	106.102
[6] Year [27] 2/5-(2018.0000000, 2020.0000000)	88.798
[5] Daily_Return [23] 3/5-(-1.8945985, 0.3715469)	50.984
[3] Volume [11] 1/5-(1436500.0000000, 13554200.0000000)	21.809
[7] Month [31] 1/5-(1.0000000, 3.2000000)	12.350
[9] Quarter [41] 1/5-(1.0000000, 1.6000000)	12.350

ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:

[2] High [2] 2/5-(177.3500000, 247.7000000)	-374.486
[7] Low [7] 2/5-(175.6980042, 245.1360062)	-372.182
[4] Adj Close [17] 2/5-(177.1599976, 247.3699982)	-365.707
[6] Year [29] 4/5-(2022.0000000, 2024.0000000)	-278.246
[6] Year [30] 5/5-(2024.0000000, 2026.0000000)	-172.750
[2] Low [8] 3/5-(245.1360062, 314.5740082)	-118.643
[1] High [3] 3/5-(247.7000000, 318.0500000)	-116.036
[4] Adj Close [18] 3/5-(247.3699982, 317.5799988)	-114.732
[4] Adj Close [19] 4/5-(317.5799988, 387.7899994)	-43.024
[1] High [4] 4/5-(318.0500000, 388.4000000)	-41.069

Система детерминации класса факторами и их значениями:

Значение факторов, способствующих переходу объекта управления в состояние, соответствующее классу

Значение факторов, препятствующих переходу объекта управления в состояние, соответствующее классу

Только левая сторона имеет статус «влияние»

Формы созданы: 01.03.2026 13:44:00

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

Из приведенных выходных форм SWOT-анализа четко видно, что способствующие значения факторов широты и долготы обуславливают препятствующие факторы типа магнитуд, силы и расстояния землетрясения от центров, их зафиксировавших.

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

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

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.

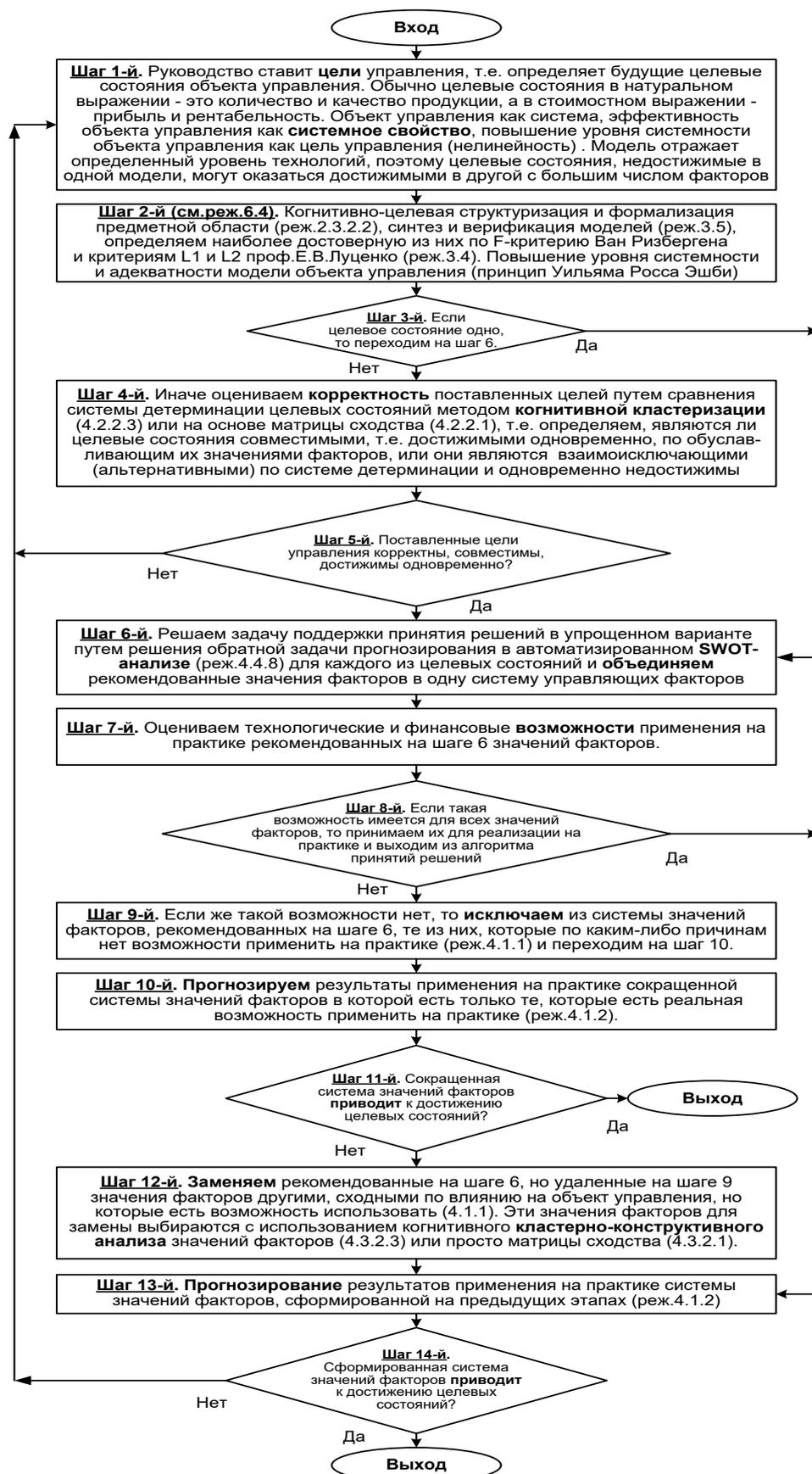
Поэтому в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован развитый алгоритм принятия решений (режим 6.3) в котором кроме SWOT-анализа используются также результаты решения задачи прогнозирования и результаты кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов, т.е. некоторые результаты решения задачи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

**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.



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

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

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

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

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

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

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

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

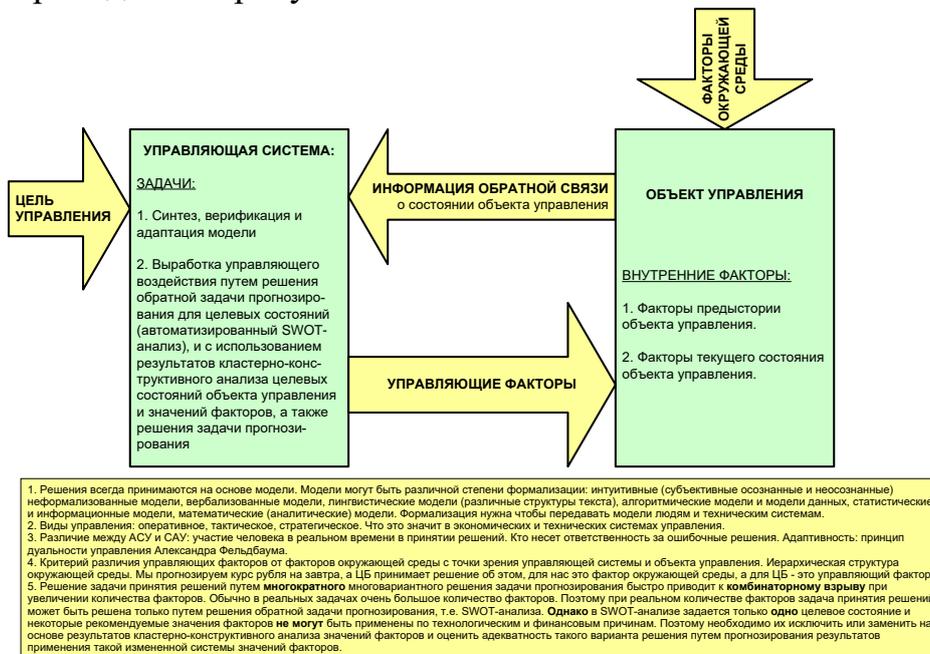
**Шаг 11-й.** Сокращенная система значений факторов **приводит** к достижению целевых состояний? Если да, то выход из алгоритма принятия решений, а иначе переход на шаг 12.

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

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

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

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



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

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

### 3.7.2.2. Конкретное решение задачи управления в данной работе в системе «Эйдос»

Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного *механизма* детерминации, а только сам факт и характер детерминации (силу и направление влияния факторов). *Содержательное* объяснение конкретных механизмов этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [12, 17].

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

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

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

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».

##### 3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

4.4.8. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов средствами АСК-анализа

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

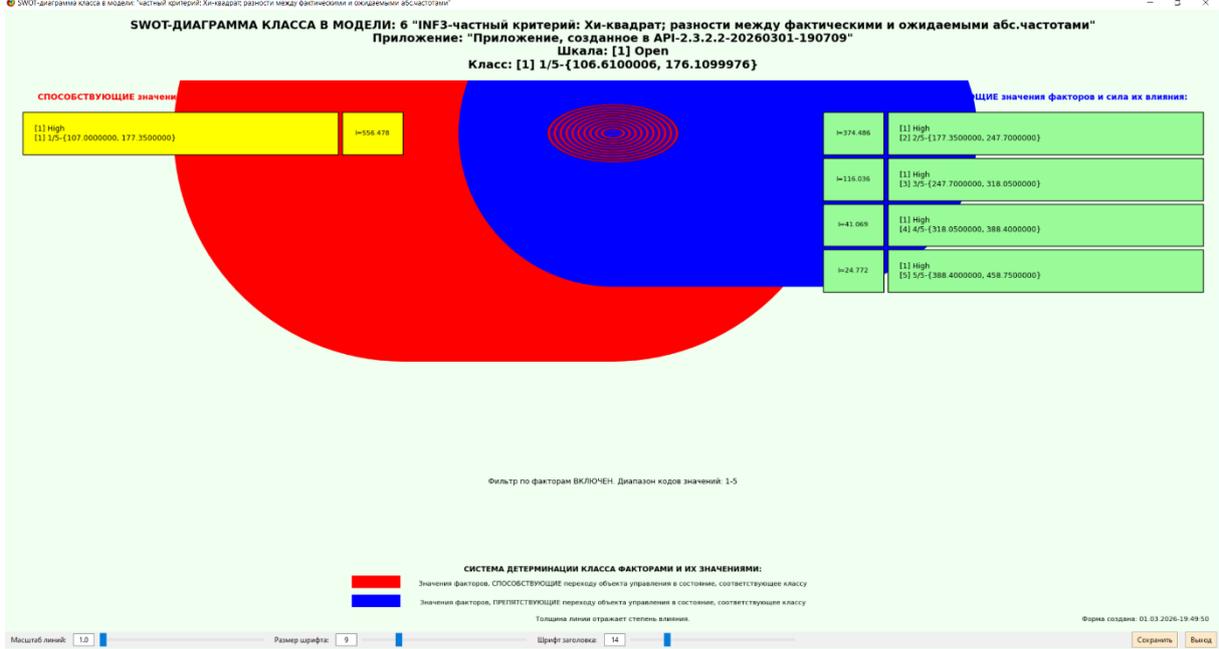
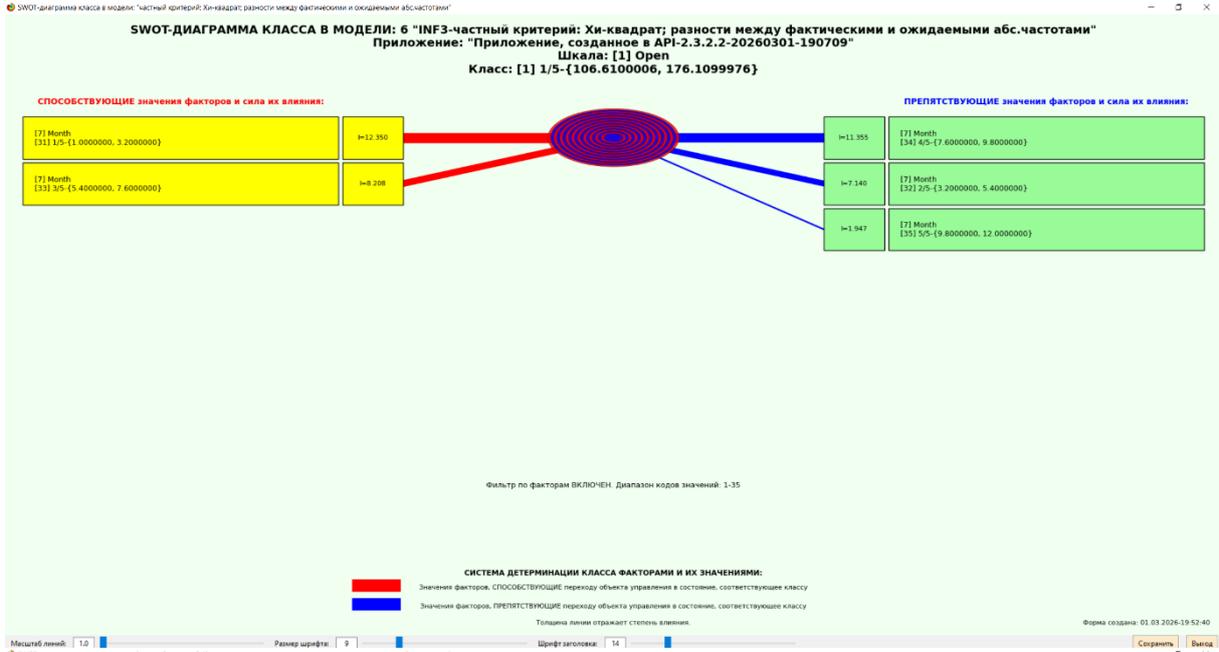
Код	Наименование класса	Редукция	Н объектов (абс.)	Н объектов (%)
1	[1]-Open-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)		0	
2	[1]-Open-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)		0	
3	[1]-Open-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)		0	
4	[1]-Open-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)		0	
5	[1]-Open-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)		0	
6	[2]-Close-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)		0	
7	[2]-Close-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)		0	
8	[2]-Close-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)		0	
9	[2]-Close-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)		0	
10	[2]-Close-[10]-5/5-(387.7899994, 458.0000000)		0	

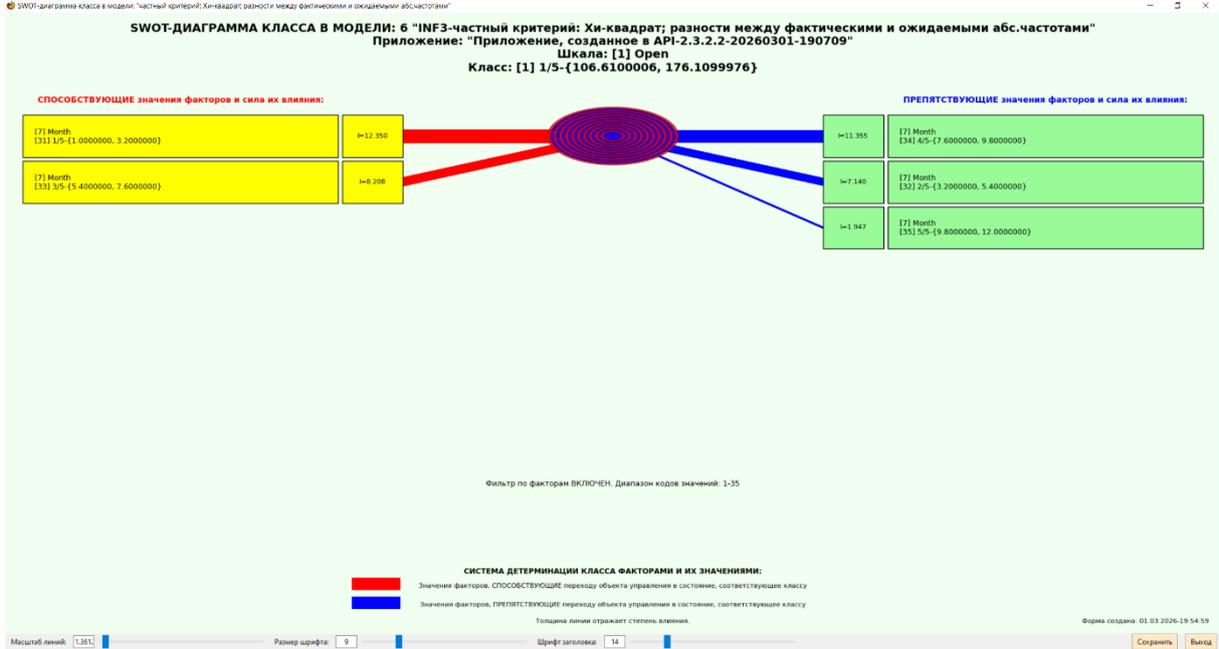
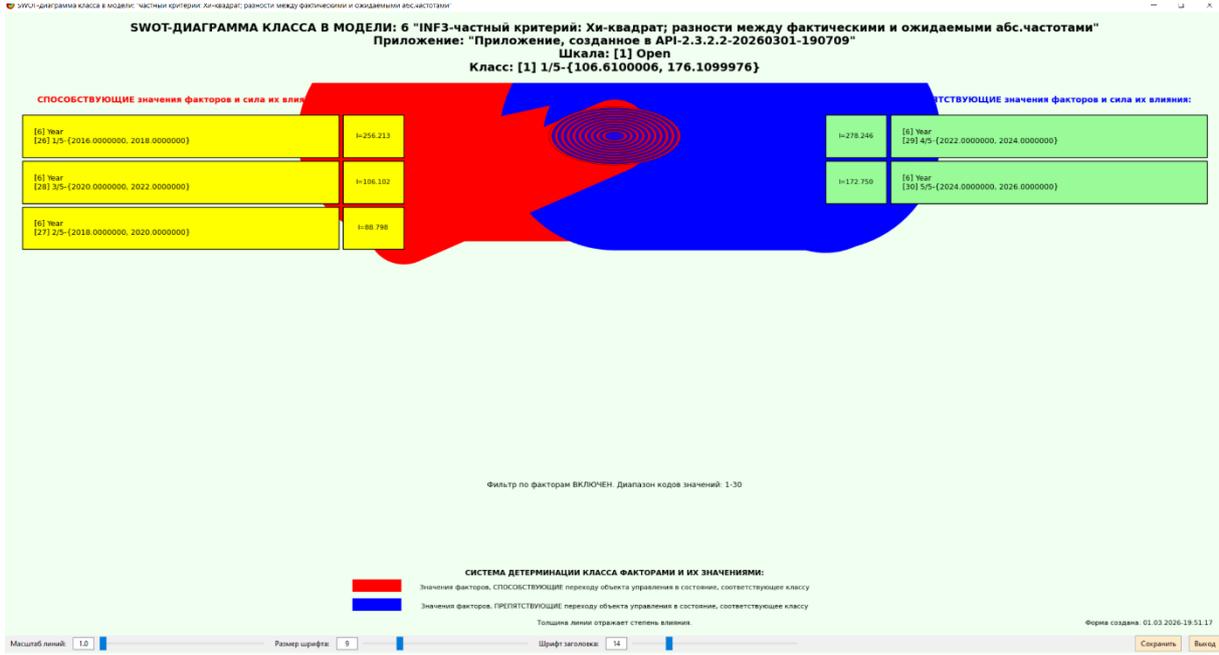
SWOT-анализ класса: 1 "OPEN-1/5-(106.6100006, 176.1099976)" в модели: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"

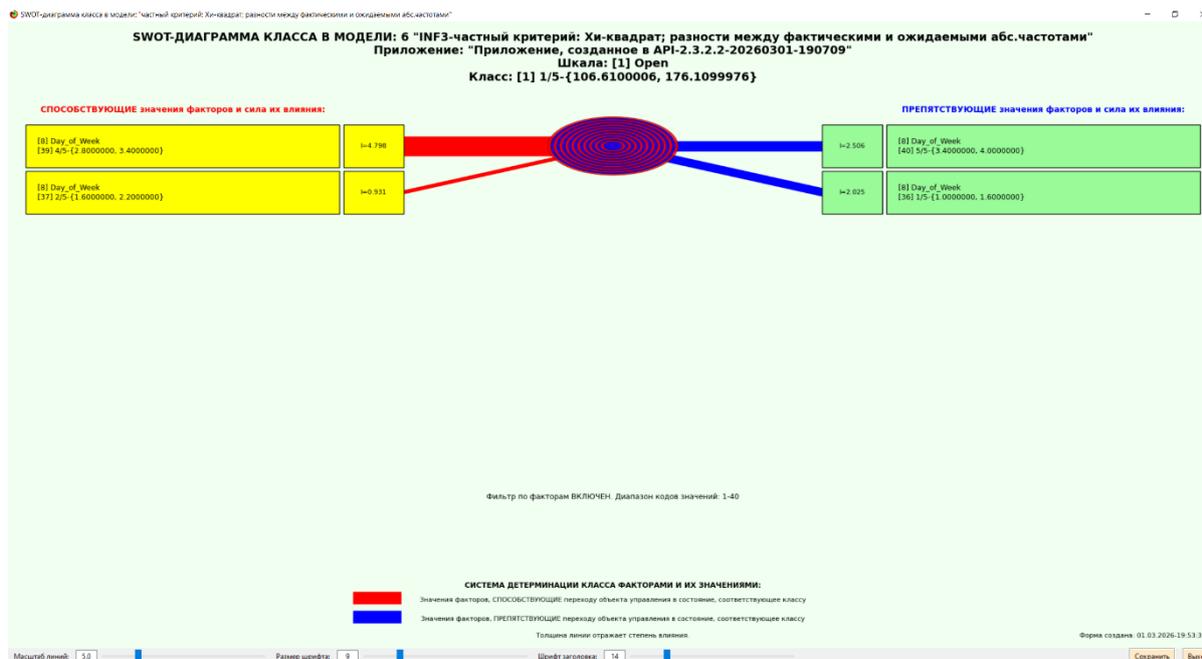
Способствующие факторы и сила их влияния			Препятствующие факторы и сила их влияния		
Код	Наименование фактора и его значения	Сила влияния	Код	Наименование фактора и его значения	Сила влияния
31	[7]-Month-[31]-1/5-(1.0000000, 3.2000000)	12.350	34	[7]-Month-[34]-4/5-(7.6000000, 9.8000000)	-11.355
33	[7]-Month-[33]-3/5-(5.4000000, 7.6000000)	8.208	32	[7]-Month-[32]-2/5-(3.2000000, 5.4000000)	-7.140
			35	[7]-Month-[35]-5/5-(9.8000000, 12.0000000)	-1.947

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    Размер шрифта: 9    SWOT-диаграмма заданного класса    SWOT-диаграммы всех классов







**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**

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

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.

### 3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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:

4.2.2.4. Классическая кластеризация классов ×

**1. Выбор модели для кластеризации**

- 1. ABS - Абсолютные частоты
- 2. PRC1 - Условная вероятность (1)
- 3. PRC2 - Условная вероятность (2)
- 4. INF1 - Количество знаний (Харкевич, PRC-1)
- 5. INF2 - Количество знаний (Харкевич, PRC-2)
- 6. INF3 - Хи-квадрат
- 7. INF4 - ROI (PRC-1)
- 8. INF5 - ROI (PRC-2)
- 9. INF6 - Разность вероятностей (PRC-1)
- 10. INF7 - Разность вероятностей (PRC-2)

**2. Параметры круговой диаграммы**

Связи не менее (%):

Показывать классы без связей

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Разрешение (DPI):

**4. Методы кластеризации**

- Single (одиночная связь)
- Complete (полная связь)
- Average (средняя связь)
- Weighted (взвешенная связь)
- Centroid (центроидная связь)
- Median (медианная связь)
- Ward (метод Уорда)

---

Выбрать все

**3. Параметры дендрограммы**

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Шрифт заголовка:

Шрифт объектов:

Разрешение (DPI):

**5. Действия**

**Лог выполнения**

```

[21:25:40] Дендрограмма для метода 'ward' создана за 0.11 сек.
[21:25:40] Этап 16: Построение графика расстояний (метод: ward)...
[21:25:40] График расстояний для метода 'ward' создан за 0.09 сек.
[21:25:40] Кластеризация завершена. Результаты сохранены в папке:
C:\Users\admin\Desktop\kirillov\Eidos_Portable\app\AID_DATA\A0000005\ClusteringClasses

```

100%    Начало: 21:25:38    Прошло: 00:00:01    Осталось: 00:00:00    Окончание: 21:25:40

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

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

	[1]-Open-[1]-1/5-{106.6100006, 176.1099976}	[1]-Open-[2]-2/5-{176.1099976, 245.6099945}	[1]-Open-[3]-3/5-{245.6099945, 315.1099915}	[1]-Open-[4]-4/5-{315.1099915, 384.6099884}	[1]-Open-[5]-5/5-{384.6099884, 454.1099854}	[2]-Close-[6]-1/5-{106.9499969, 177.1599976}	[2]-Close-[7]-2/5-{177.1599976, 247.3699982}	[2]-Close-[8]-3/5-{247.3699982, 317.5799988}	[2]-Close-[9]-4/5-{317.5799988, 387.7899994}	[2]-Close-[10]-5/5-{387.7899994, 458.0000000}
[1]-Open-[1]-1/5-{106.6100006, 176.1099976}	1	-0,91008	-0,54371	-0,39046	-0,38709	0,999694	-0,91568	-0,50085	-0,38748	-0,36338
[1]-Open-[2]-2/5-{176.1099976, 245.6099945}	-0,91008	1	0,182552	0,130438	0,136353	-0,90645	0,999397	0,134314	0,130868	0,129321
[1]-Open-[3]-3/5-{245.6099945, 315.1099915}	-0,54371	0,182552	1	0,385449	0,400761	-0,55046	0,196823	0,998192	0,36745	0,38609
[1]-Open-[4]-4/5-{315.1099915, 384.6099884}	-0,39046	0,130438	0,385449	1	0,581111	-0,39321	0,138132	0,372765	0,997253	0,473137
[1]-Open-[5]-5/5-{384.6099884, 454.1099854}	-0,38709	0,136353	0,400761	0,581111	1	-0,39014	0,144976	0,388682	0,613682	0,98729
[2]-Close-[6]-1/5-{106.9499969, 177.1599976}	0,999694	-0,90645	-0,55046	-0,39321	-0,39014	1	-0,91284	-0,50769	-0,38979	-0,36702
[2]-Close-[7]-2/5-{177.1599976, 247.3699982}	-0,91568	0,999397	0,196823	0,138132	0,144976	-0,91284	1	0,148178	0,138243	0,138202
[2]-Close-[8]-3/5-{247.3699982, 317.5799988}	-0,50085	0,134314	0,998192	0,372765	0,388682	-0,50769	0,148178	1	0,353687	0,375511
[2]-Close-[9]-4/5-{317.5799988, 387.7899994}	-0,38748	0,130868	0,36745	0,997253	0,613682	-0,38979	0,138243	0,353687	1	0,503242
[2]-Close-[10]-5/5-{387.7899994, 458.0000000}	-0,36338	0,129321	0,38609	0,473137	0,98729	-0,36702	0,138202	0,375511	0,503242	1

КРУГОВАЯ КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА СХОДСТВА КЛАССОВ  
 (С) Персональная интеллектуальная онлайн-среда «Искусство»  
 Приложение: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405  
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: ROI (Weight On Investment); порогности из PRC-2  
 Дата и время создания диаграммы: 2026-02-26 21:02:30



Линия связи: красный - сходство, синий - различие. Толщина - сила связи.  
 Показаны связи по модулю не менее 50% и только классы с такими связями.

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

### ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ (КЛАССЫ)

Приложение: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405  
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами  
 Метод кластеризации: average

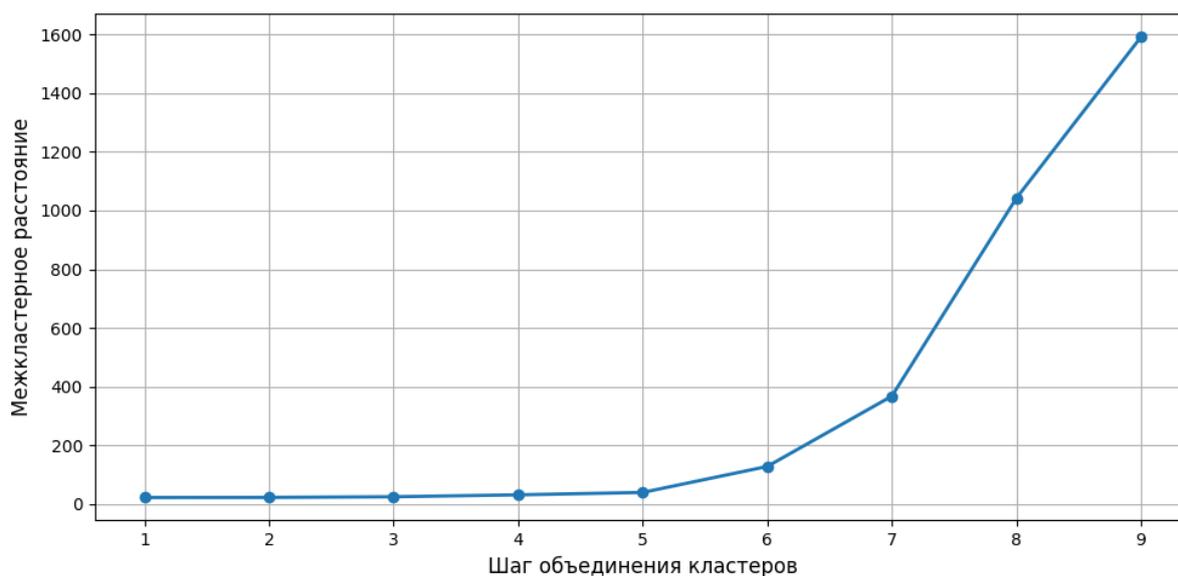
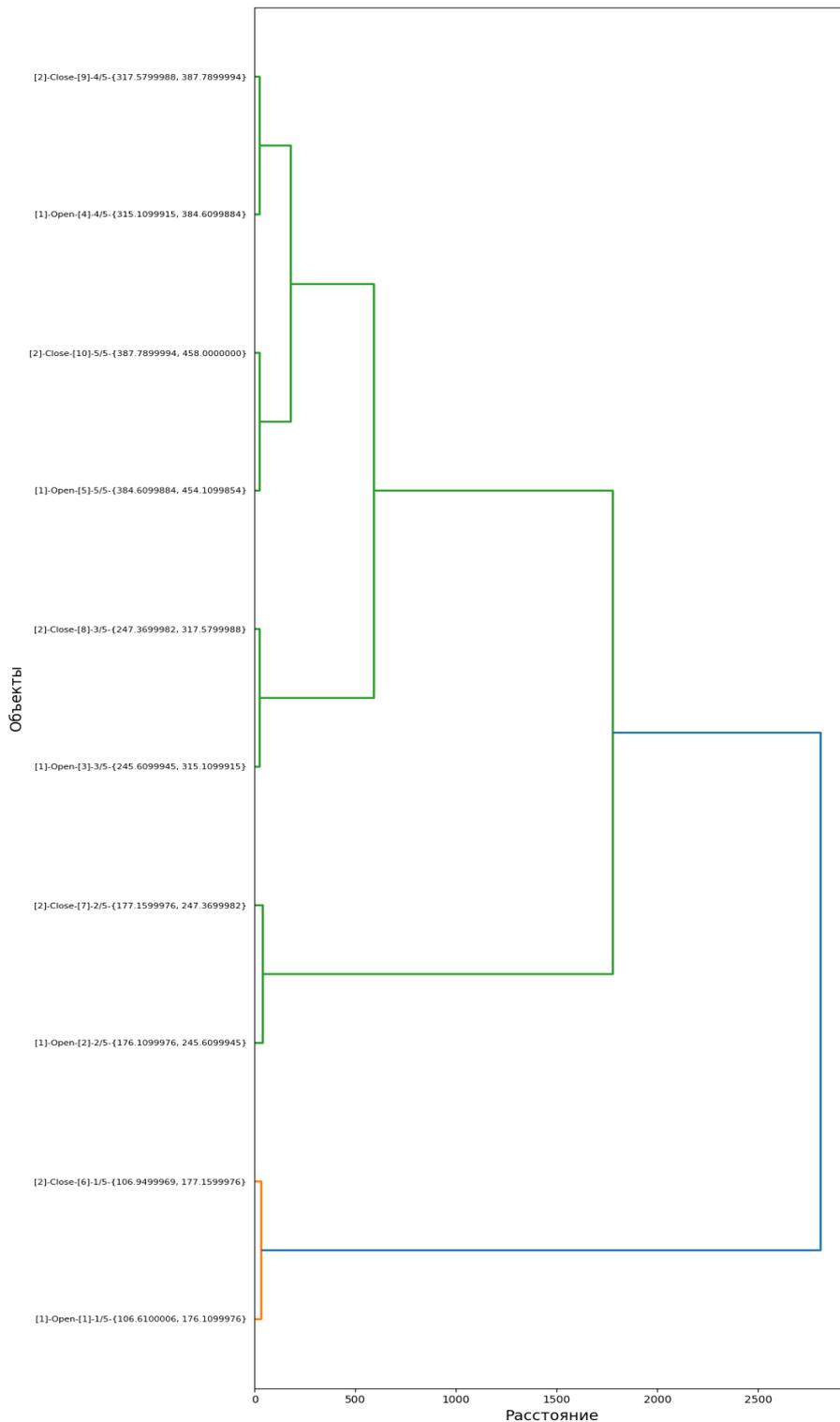


Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)

**ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ**  
 (С<sup>о</sup>) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'  
 Приложение: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405  
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами  
 Метод кластеризации: wbrd  
 Дата и время создания: 2026-03-01 21:32:42



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

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

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

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.

#### 3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

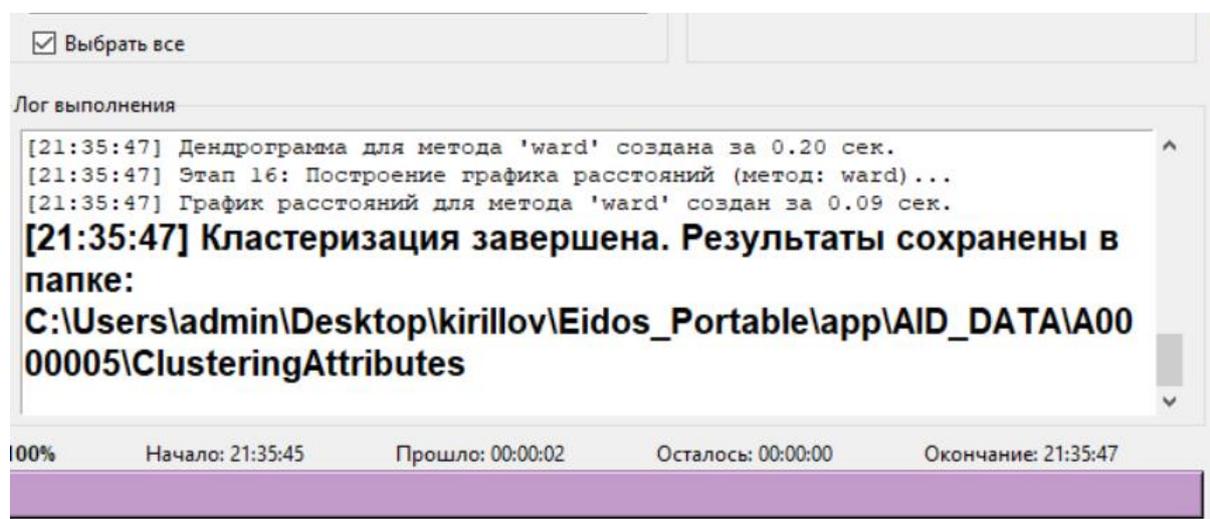
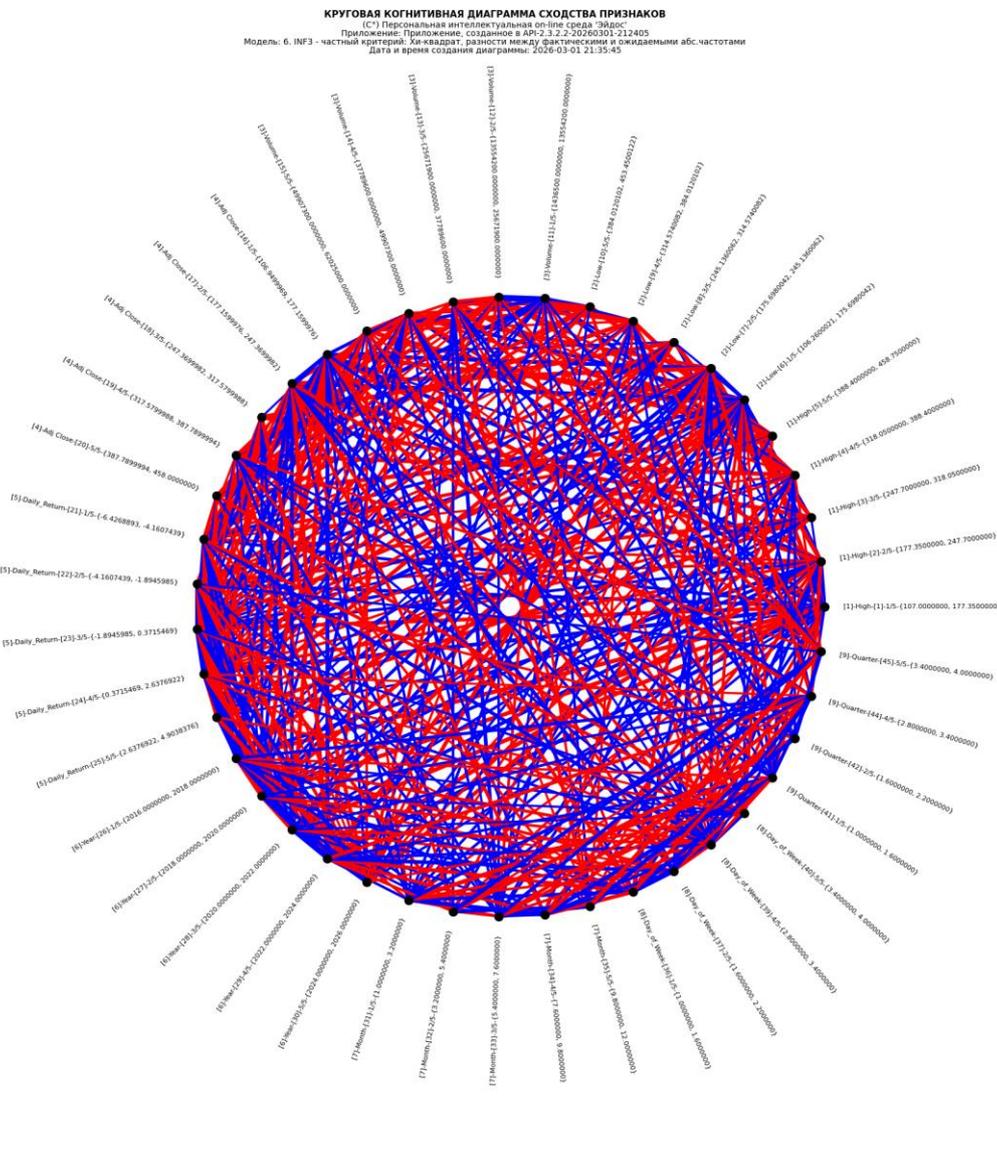


Рисунок 27. Экранная формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

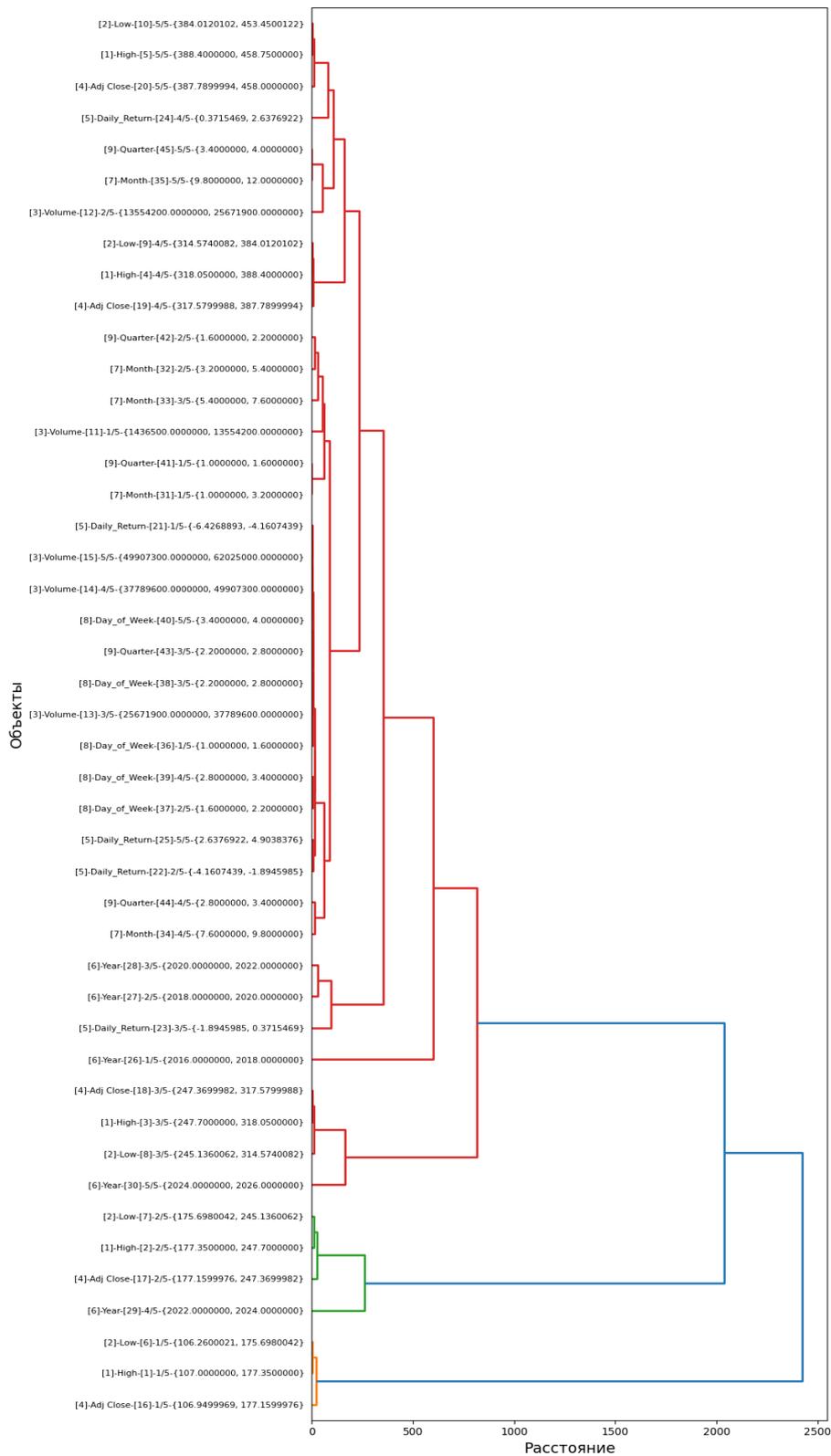
Таблица 15 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF5 (фрагмент)

	[1]-Open-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)	[1]-Open-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)	[1]-Open-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)	[1]-Open-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)	[1]-Open-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)	[2]-Close-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)	[2]-Close-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)	[2]-Close-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)	[2]-Close-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)	[2]-Close-[10]-5/5-(387.7899994, 458.0000000)
[1]-Open-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)	1	-0,91008	-0,54371	-0,39046	-0,38709	0,999694	-0,91568	-0,50085	-0,38748	-0,36338
[1]-Open-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)	-0,91008	1	0,182552	0,130438	0,136353	-0,90645	0,999397	0,134314	0,130868	0,129321
[1]-Open-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)	-0,54371	0,182552	1	0,385449	0,400761	-0,55046	0,196823	0,998192	0,36745	0,38609
[1]-Open-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)	-0,39046	0,130438	0,385449	1	0,581111	-0,39321	0,138132	0,372765	0,997253	0,473137
[1]-Open-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)	-0,38709	0,136353	0,400761	0,581111	1	-0,39014	0,144976	0,388682	0,613682	0,98729
[2]-Close-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)	0,999694	-0,90645	-0,55046	-0,39321	-0,39014	1	-0,91284	-0,50769	-0,38979	-0,36702
[2]-Close-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)	-0,91568	0,999397	0,196823	0,138132	0,144976	-0,91284	1	0,148178	0,138243	0,138202
[2]-Close-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)	-0,50085	0,134314	0,998192	0,372765	0,388682	-0,50769	0,148178	1	0,353687	0,375511
[2]-Close-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)	-0,38748	0,130868	0,36745	0,997253	0,613682	-0,38979	0,138243	0,353687	1	0,503242
[2]-Close-[10]-5/5-(387.7899994, 458.0000000)	-0,36338	0,129321	0,38609	0,473137	0,98729	-0,36702	0,138202	0,375511	0,503242	1



**Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF5 (режим 4.3.2.2)**

**ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ**  
 (С\*) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'  
 Приложение: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405  
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами  
 Метод кластеризации: ward  
 Дата и время создания: 2026-03-01 21:35:47



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

### ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ (ПРИЗНАКИ)

Приложение: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405  
 Модель: б. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами  
 Метод кластеризации: average

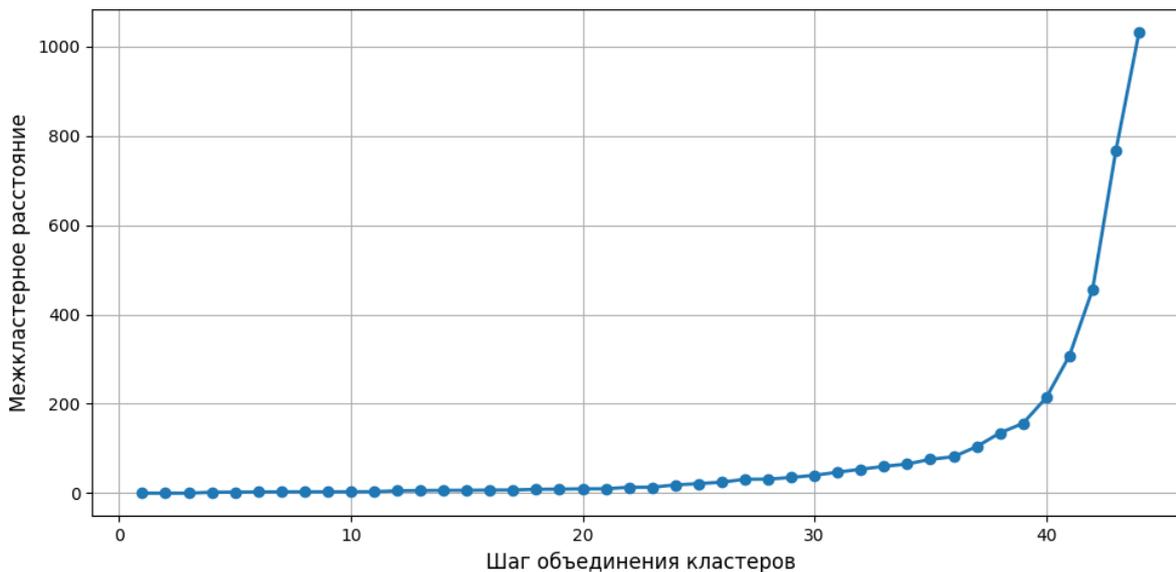


Рисунок 30. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)

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

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

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

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

От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность. Это является очень важным свойством моделей системы «Эйдос», существенно облегчающим и упрощающим программную реализацию и быстродействие системы.

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

### 3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

4.4.10. Графическое отображение нелокальных нейронов в системе «Эйдос»

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	[1]-OPEN-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)
2	[1]-OPEN-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)
3	[1]-OPEN-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)
4	[1]-OPEN-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)
5	[1]-OPEN-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)
6	[2]-CLOSE-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)
7	[2]-CLOSE-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)
8	[2]-CLOSE-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)
9	[2]-CLOSE-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)
10	[2]-CLOSE-[10]-5/5-(387.7899994, 458.0000000)

Подготовка визуализации нейрона: 1 "[1]-OPEN-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)" в модели: 6 "INF3"

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование описательной шкалы и градации	Сила
6	[2] Low -> [6] 1/5-(106.2600021, 175.6980042)	557.4341
1	[1] High -> [1] 1/5-(107.0000000, 177.3500000)	556.4784
16	[4] Adj Close -> [16] 1/5-(106.9499969, 177.1599976)	546.3964
26	[6] Year -> [26] 1/5-(2016.0000000, 2018.0000000)	256.2126
28	[6] Year -> [28] 3/5-(2020.0000000, 2022.0000000)	106.1018
27	[6] Year -> [27] 2/5-(2018.0000000, 2020.0000000)	88.7981
23	[5] Daily_Return -> [23] 3/5-(-1.8945985, 0.3715469)	50.9840
11	[3] Volume -> [11] 1/5-(1436500.0000000, 13554200.0000000)	21.8087
31	[7] Month -> [31] 1/5-(1.0000000, 3.2000000)	12.3501
41	[9] Quarter -> [41] 1/5-(1.0000000, 1.6000000)	12.3501
33	[7] Month -> [33] 3/5-(5.4000000, 7.6000000)	8.2083

**ТОРМОЗЯЩЕЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование описательной шкалы и градации	Сила
2	[1] High -> [2] 2/5-(177.3500000, 247.7000000)	-374.4858
7	[2] Low -> [7] 2/5-(175.6980042, 245.1360062)	-372.1820
17	[4] Adj Close -> [17] 2/5-(177.1599976, 247.3699982)	-365.7075
29	[6] Year -> [29] 4/5-(2022.0000000, 2024.0000000)	-278.2463
30	[6] Year -> [30] 5/5-(2024.0000000, 2026.0000000)	-172.7495
8	[2] Low -> [8] 3/5-(245.1360062, 314.5740082)	-118.6431
3	[1] High -> [3] 3/5-(247.7000000, 318.0500000)	-116.0355
18	[4] Adj Close -> [18] 3/5-(247.3699982, 317.5799988)	-114.7318
19	[4] Adj Close -> [19] 4/5-(317.5799988, 387.7899994)	-43.0244
4	[1] High -> [4] 4/5-(318.0500000, 388.4000000)	-41.0688
24	[5] Daily_Return -> [24] 4/5-(0.3715469, 2.6376922)	-40.8051

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

СТАРТ    Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999    Минимальный вес. коэф. отображаемых рецепторов: 0.000    ОДИН НЕЙРОН

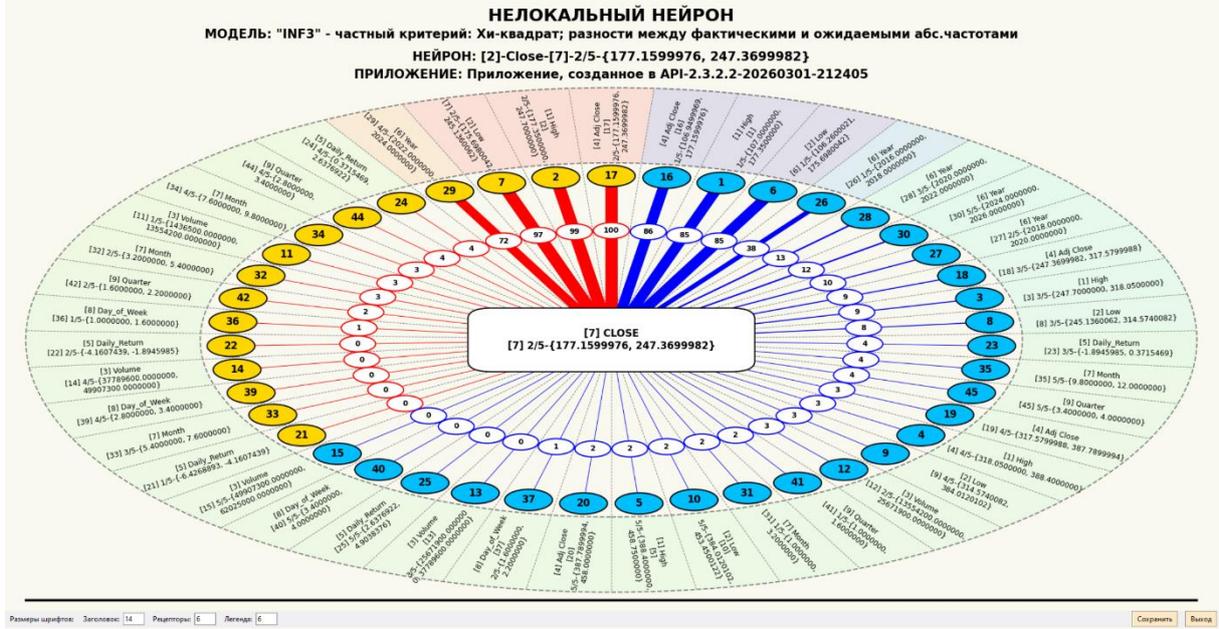
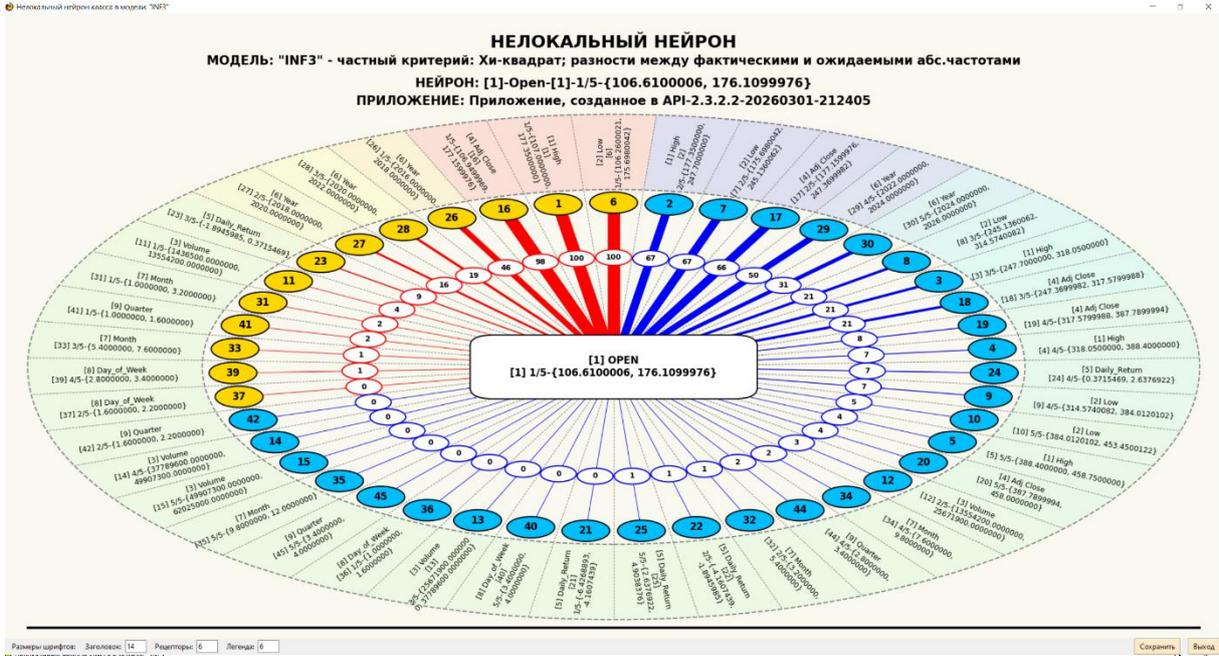
Сортировать рецепторы:  
 по информативности  
 по модулю информативности

Отображать рецепторы:  
 с наименованиями  
 только с кодами

Размер изображения:  
 по оси X: 2048  
 по оси Y: 1152

Размер шрифта графической формы:  
 Заголовок: 14    Рецепторы: 6    Легенда: 6

Размер шрифта в таблицах данной формы:  
 9



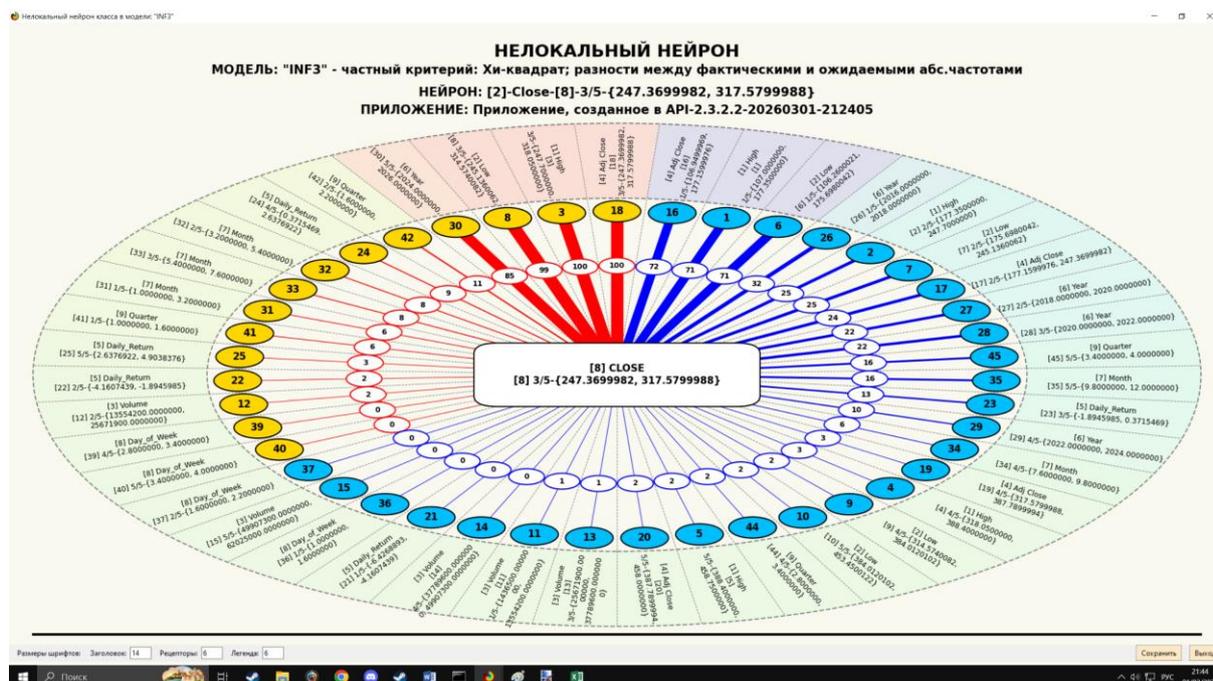


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

### 3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

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

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.

#### 3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 32 видно, что наиболее сильно детерминирована значениями факторов высокая цена закрытия, затем по степени детерминированности идёт средняя цена закрытия, а низкая цена закрытия наиболее слабо обусловлена значениями факторов, действующих на объект моделирования. Кроме того видно, что квартал обуславливает высокую цену закрытия с такой же силой, как день недели и как

суммарное действие двух значений факторов: «1-й квартал» и «ПОНЕДЕЛЬНИК».

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

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

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1 [1]-OPEN-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)
<input checked="" type="checkbox"/>	2 [1]-OPEN-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)
<input checked="" type="checkbox"/>	3 [1]-OPEN-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)
<input checked="" type="checkbox"/>	4 [1]-OPEN-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)
<input checked="" type="checkbox"/>	5 [1]-OPEN-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)
<input checked="" type="checkbox"/>	6 [2]-CLOSE-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)
<input checked="" type="checkbox"/>	7 [2]-CLOSE-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)
<input checked="" type="checkbox"/>	8 [2]-CLOSE-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)
<input checked="" type="checkbox"/>	9 [2]-CLOSE-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)
<input checked="" type="checkbox"/>	10 [2]-CLOSE-[10]-5/5-(387.7899994, 458.0000000)

Подготовка визуализации нейрона: 1 "[1]-OPEN-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)" в модели: "INF3"

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его значения	Сила влияния
6	[2] Low -> [6] 1/5-(106.2600021, 175.6980042)	557.4341
1	[1] High -> [1] 1/5-(107.0000000, 177.3500000)	556.4784
16	[4] Adj Close -> [16] 1/5-(106.9499969, 177.1599976)	546.3964
26	[6] Year -> [26] 1/5-(2016.0000000, 2018.0000000)	256.2126
28	[6] Year -> [28] 3/5-(2020.0000000, 2020.0000000)	106.1018
27	[6] Year -> [27] 2/5-(2018.0000000, 2020.0000000)	88.7981
23	[3] Daily_Return -> [23] 3/5-(-1.8945985, 0.3715469)	50.9840
11	[3] Volume -> [11] 1/5-(1438500.0000000, 13554200.0000000)	21.8087
31	[7] Month -> [31] 1/5-(1.0000000, 3.2000000)	12.3501
41	[9] Quarter -> [41] 1/5-(1.0000000, 1.6000000)	12.3501
33	[7] Month -> [33] 3/5-(5.4000000, 7.6000000)	8.2083
39	[8] Day_of_Week -> [39] 4/5-(2.8000000, 3.4000000)	4.7981
37	[8] Day_of_Week -> [37] 2/5-(1.6000000, 2.2000000)	0.9311

**ТОРМОЖАЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его значения	Сила влияния
2	[1] High -> [2] 2/5-(177.3500000, 247.7000000)	-374.4858
7	[2] Low -> [7] 2/5-(175.6980042, 245.1360062)	-372.1820
17	[4] Adj Close -> [17] 2/5-(177.1599976, 247.3699982)	-365.7075
29	[6] Year -> [29] 4/5-(2022.0000000, 2024.0000000)	-278.2463
30	[6] Year -> [30] 5/5-(2020.0000000, 2026.0000000)	-172.7495
8	[2] Low -> [8] 3/5-(245.1360062, 314.5740082)	-118.6431
3	[1] High -> [3] 3/5-(247.7000000, 318.0500000)	-116.0355
18	[4] Adj Close -> [18] 3/5-(247.3699982, 317.5799988)	-114.7318
19	[4] Adj Close -> [19] 4/5-(317.5799988, 387.7899994)	-43.0244
4	[1] High -> [4] 4/5-(318.0500000, 388.4000000)	-41.0688
24	[5] Daily_Return -> [24] 4/5-(0.3715469, 2.6376922)	-40.8051
9	[2] Low -> [9] 4/5-(314.5740082, 384.0120102)	-40.4169
10	[2] Low -> [10] 5/5-(384.0120102, 453.4500122)	-26.0754
5	[1] High -> [5] 5/5-(388.4000000, 458.7500000)	-24.7716
20	[4] Adj Close -> [20] 5/5-(387.7899994, 458.0000000)	-22.8160
12	[3] Volume -> [12] 2/5-(13554200.0000000, 25671900.0000000)	-16.9203
34	[7] Month -> [34] 4/5-(7.6000000, 9.8000000)	-11.3549
44	[9] Quarter -> [44] 4/5-(2.8000000, 3.4000000)	-9.2507
32	[7] Month -> [32] 2/5-(3.2000000, 5.4000000)	-7.1398
22	[5] Daily_Return -> [22] 2/5-(-4.1607439, -1.8945985)	-4.8980

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    Визуализация нейросети

Параметры визуализации нейросети:  
 МАХ нейронов: 16    Диапазон кодов нейронов: 1    10    Размеры: по X: 2048    Размер шрифта графической формы: Заголовок: 14    Узлы: 8    Легенда: 7  
 МАХ рецепторов: 16    Диапазон кодов рецепторов: 1    45    по Y: 1152    Размер шрифта в таблицах данной формы: 9  
 МАХ связей: 1000    Интенсивность % = от макс.: 0.0

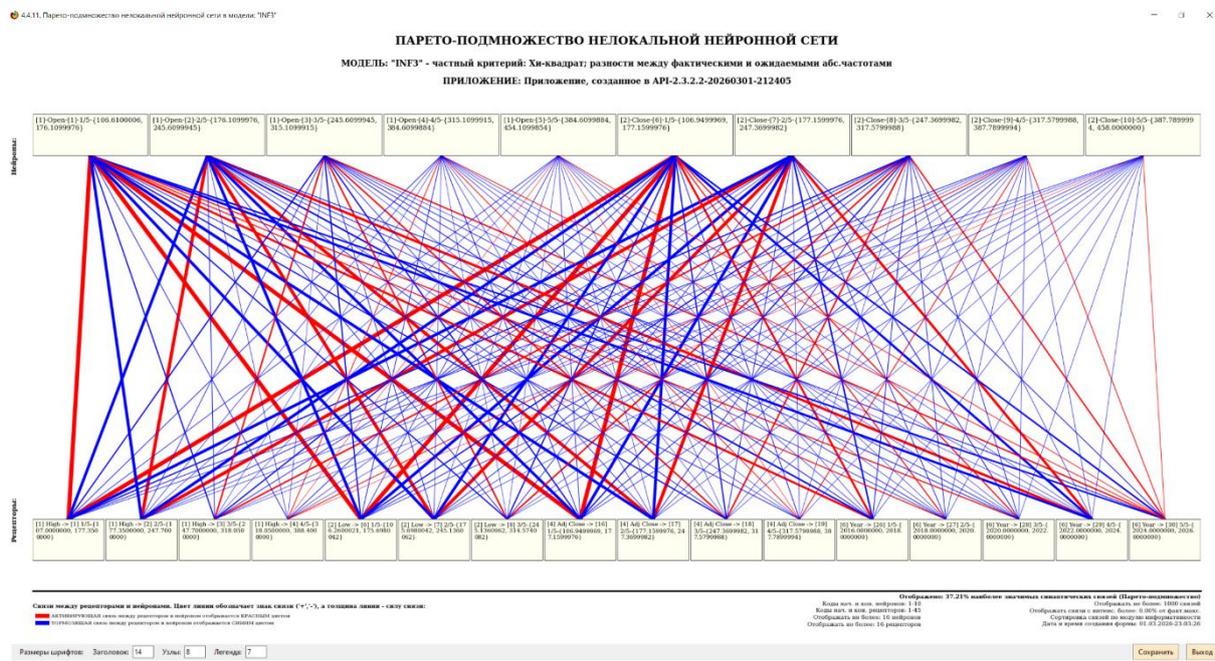


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF3

### **3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты**

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

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).

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

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

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

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

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

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

##### **Пример опосредованных правдоподобных рассуждений.**

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

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

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

### 3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 34. Всего системой в данной модели генерируется 9 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 3 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается  $3^2=9$  подобных диаграмм. На рисунках 34 приводятся некоторые из этих диаграмм. Пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №393 и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.

4.2.3. Когнитивные диаграммы классов

Выбор классов для когнитивной диаграммы

Left	Right	Код	Наименование класса
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	ВСЕ КЛАССЫ
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	[1]-OPEN-[1]-1/5-(106.6100006, 176.1099976)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	[1]-OPEN-[2]-2/5-(176.1099976, 245.6099945)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	[1]-OPEN-[3]-3/5-(245.6099945, 315.1099915)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	[1]-OPEN-[4]-4/5-(315.1099915, 384.6099884)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	[1]-OPEN-[5]-5/5-(384.6099884, 454.1099854)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	[2]-CLOSE-[6]-1/5-(106.9499969, 177.1599976)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	[2]-CLOSE-[7]-2/5-(177.1599976, 247.3699982)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	[2]-CLOSE-[8]-3/5-(247.3699982, 317.5799988)
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	[2]-CLOSE-[9]-4/5-(317.5799988, 387.7899994)

Выбор способа фильтрации признаков

Left	Right	Код	Наименование описательной шкалы
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	0	BCE
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	High
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2	Low
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	Volume
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	Adj Close
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	5	Daily_Return
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	6	Year
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	7	Month
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	8	Day_of_Week
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	9	Quarter

Задание модели для расчета

Abs  Pr1  Pr2  Inf1  Inf2  Inf3  Inf4  Inf5  Inf6  Inf7

Параметры взаимосвязей

Максимальное количество: 9999

Учитывать с модулем силы выше %: 50

Режим вывода

Показать диаграммы с остановкой

Непрерывно записать все диаграммы

Параметры расчета

Классы для левого инф. портфеля: [0] ВСЕ КЛАССЫ

Классы для правого инф. портфеля: [0] ВСЕ КЛАССЫ

Описат. шкалы для левого инф. портфеля: [0] ВСЕ

Описат. шкалы для правого инф. портфеля: [0] ВСЕ

Сравнивать ли классы:  сами с собой  переставленные

Старт Остановить Продолжить Выход Инструкция Помощь

Прогресс выполнения

Начало: 21:46:08 Прошло: 0:00:00 1.0000000% Осталось: 0:00:44 Окончание: 21:46:53

Настройки отображения

Масштаб линий: 5.0

Размер шрифта: 9

Шрифт заголовка: 14

**ИНВЕНТАРНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ КЛАССОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми и ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405**

Сходство/различие классов: 100.000%

Кл.шкала: [1] Open	Класс: [1] 1/5-(106.6100006, 176.1099976)	Кл.шкала: [1] Open	Класс: [1] 1/5-(106.6100006, 176.1099976)
[2] Low [6] 1/5-(106.2600021, 175.6980042)	h=-557.434 k=-16780.438 k=-2.944	[2] Low [6] 1/5-(106.2600021, 175.6980042)	h=-557.434 k=-16780.438 k=-2.944
[1] High [1] 1/5-(107.0000000, 177.3500000)	h=-556.478 k=-16751.678 k=-2.939	[1] High [1] 1/5-(107.0000000, 177.3500000)	h=-556.478 k=-16751.678 k=-2.939
[4] Adj Close [16] 1/5-(106.9499969, 177.1599976)	h=-546.396 k=-16448.178 k=-2.886	[4] Adj Close [16] 1/5-(106.9499969, 177.1599976)	h=-546.396 k=-16448.178 k=-2.886
[6] Year [26] 1/5-(2016.0000000, 2018.0000000)	h=-256.213 k=-7712.769 k=-1.353	[6] Year [26] 1/5-(2016.0000000, 2018.0000000)	h=-256.213 k=-7712.769 k=-1.353
[4] Adj Close [17] 2/5-(177.1599976, 247.3699982)	h=-365.707 k=-11008.882 k=-1.932	[4] Adj Close [17] 2/5-(177.1599976, 247.3699982)	h=-365.707 k=-11008.882 k=-1.932
[2] Low [7] 2/5-(175.6980042, 245.1360062)	h=-372.182 k=-11203.798 k=-1.966	[2] Low [7] 2/5-(175.6980042, 245.1360062)	h=-372.182 k=-11203.798 k=-1.966
[1] High [2] 2/5-(177.3500000, 247.7000000)	h=-374.486 k=-11273.148 k=-1.978	[1] High [2] 2/5-(177.3500000, 247.7000000)	h=-374.486 k=-11273.148 k=-1.978

**СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ КЛАССОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ ЗНАЧЕНИЯМИ ФАКТОРОВ:**

— СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета

— РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета

Толщина линии отражает степень влияния.

Метрики: h - Сила влияния (информативности); k - Информативность в % от теоретически-максимальной; k - Информативность в стандартизованных величинах

Форма создана: 01.03.2026-21:46:08

**ИВНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ КЛАССОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ**  
**nf3 - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми а**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в АРІ-2.3.2.2-20260301-212405**

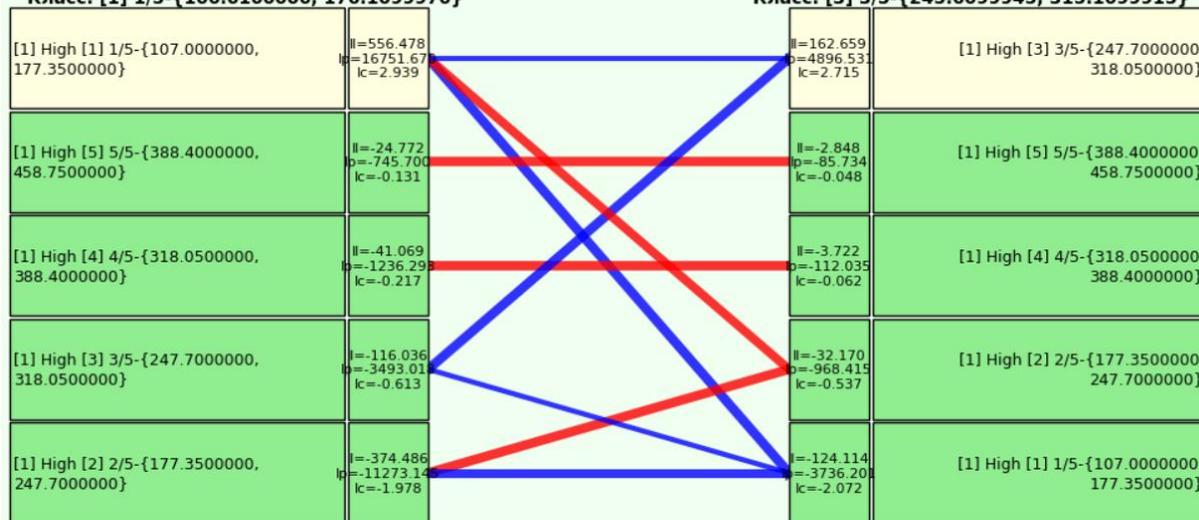
**Сходство/различие классов: -54.371%**

Кл.шкала: [1] Open

Класс: [1] 1/5-{106.6100006, 176.1099976}

Кл.шкала: [1] Open

Класс: [3] 3/5-{245.6099945, 315.1099915}



**СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ КЛАССОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ ЗНАЧЕНИЯМИ ФАКТОРОВ:**

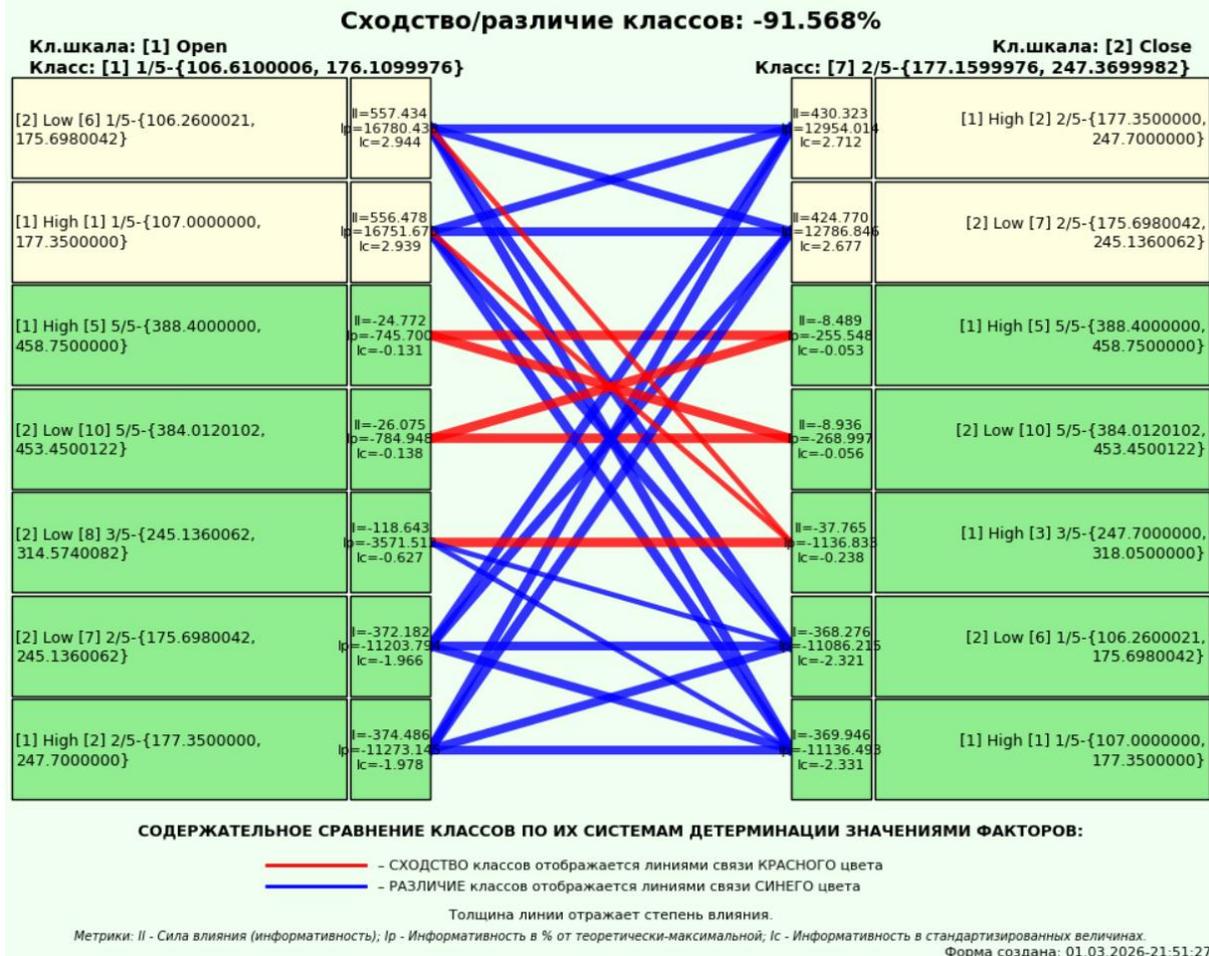
- - СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета
- - РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета

Толщина линии отражает степень влияния.

Метрики: И - Сила влияния (информативность); Ир - Информативность в % от теоретически-максимальной; Ис - Информативность в стандартизированных величинах.

Форма создана: 01.03.2026-21:49:28

**ИНТЕГРАЛЬНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ КЛАССОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ INF3 - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми а**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405**



**Рисунок 33. 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)

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

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».

### 3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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 будущее состояния, соответствующие классам, приведены ниже на рисунках 35:

#### ЗНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в АР-2.3.2.2-20260301-212405



**ВНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕР  
nf3 - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми :  
ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405**

**Сходство/различие признаков: 100.000%**

Оп.шкала: [1] High Признак: [1] 1/5-{107.0000000, 177.3500000}		Оп.шкала: [2] Low Признак: [6] 1/5-{106.2600021, 175.6980042}	
[1] Open [1] 1/5-{106.6100006, 176.1099976}	$\mu=556.478$ $\sigma=16751.67$ $\kappa=1.741$	$\mu=557.434$ $\sigma=16780.43$ $\kappa=1.746$	[1] Open [1] 1/5-{106.6100006, 176.1099976}
[2] Close [6] 1/5-{106.9499969, 177.1599976}	$\mu=552.749$ $\sigma=16639.39$ $\kappa=1.730$	$\mu=550.747$ $\sigma=16579.14$ $\kappa=1.725$	[2] Close [6] 1/5-{106.9499969, 177.1599976}
[2] Close [10] 5/5-{387.7899994, 458.0000000}	$\mu=-23.056$ $\sigma=-694.059$ $\kappa=-0.072$	$\mu=-23.014$ $\sigma=-692.802$ $\kappa=-0.072$	[2] Close [10] 5/5-{387.7899994, 458.0000000}
[1] Open [5] 5/5-{384.6099884, 454.1099854}	$\mu=-29.045$ $\sigma=-874.334$ $\kappa=-0.091$	$\mu=-28.992$ $\sigma=-872.750$ $\kappa=-0.091$	[1] Open [5] 5/5-{384.6099884, 454.1099854}
[1] Open [3] 3/5-{245.6099945, 315.1099915}	$\mu=-124.114$ $\sigma=-3736.20$ $\kappa=-0.388$	$\mu=-123.889$ $\sigma=-3729.43$ $\kappa=-0.388$	[1] Open [3] 3/5-{245.6099945, 315.1099915}
[1] Open [2] 2/5-{176.1099976, 245.6099945}	$\mu=-365.068$ $\sigma=-10989.62$ $\kappa=-1.142$	$\mu=-366.370$ $\sigma=-11028.83$ $\kappa=-1.148$	[1] Open [2] 2/5-{176.1099976, 245.6099945}
[2] Close [7] 2/5-{177.1599976, 247.3699982}	$\mu=-369.946$ $\sigma=-11136.49$ $\kappa=-1.158$	$\mu=-368.276$ $\sigma=-11086.21$ $\kappa=-1.153$	[2] Close [7] 2/5-{177.1599976, 247.3699982}

**ЗНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405**

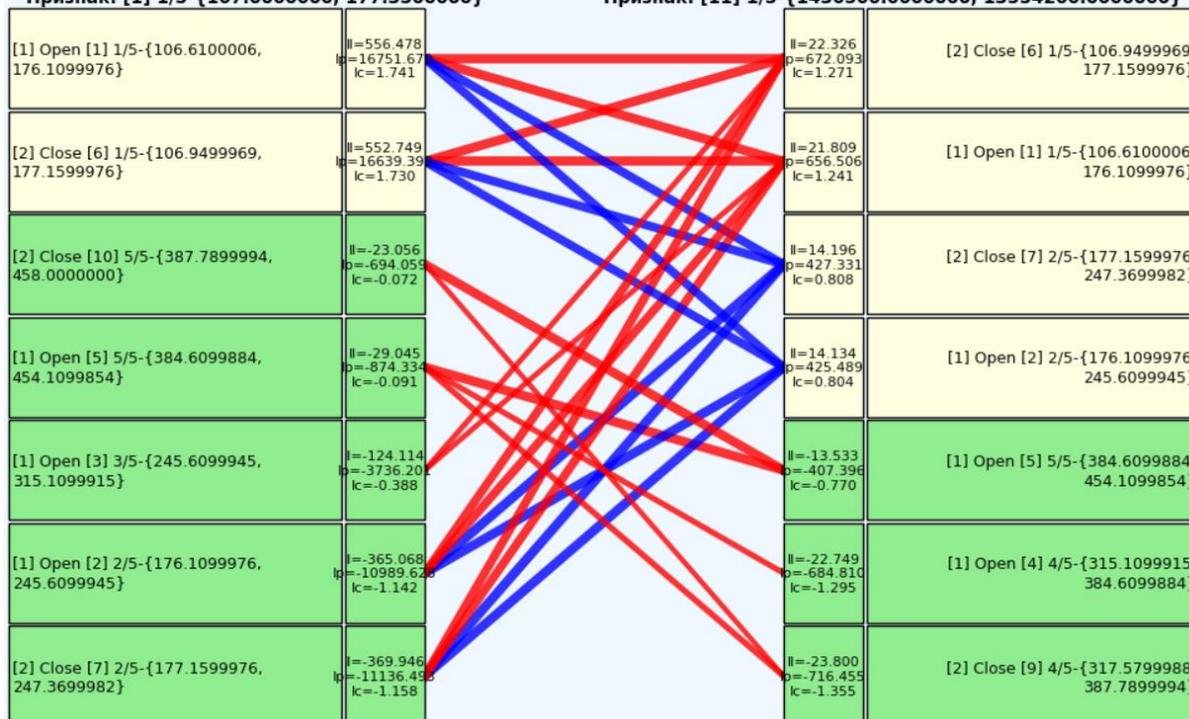
**Сходство/различие признаков: 33.095%**

Оп.шкала: [1] High

Признак: [1] 1/5-{107.0000000, 177.3500000}

Признак: [11] 1/5-{1436500.0000000, 13554200.0000000}

Оп.шкала: [3] Volume



**СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ:**

- - СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета
- - РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета

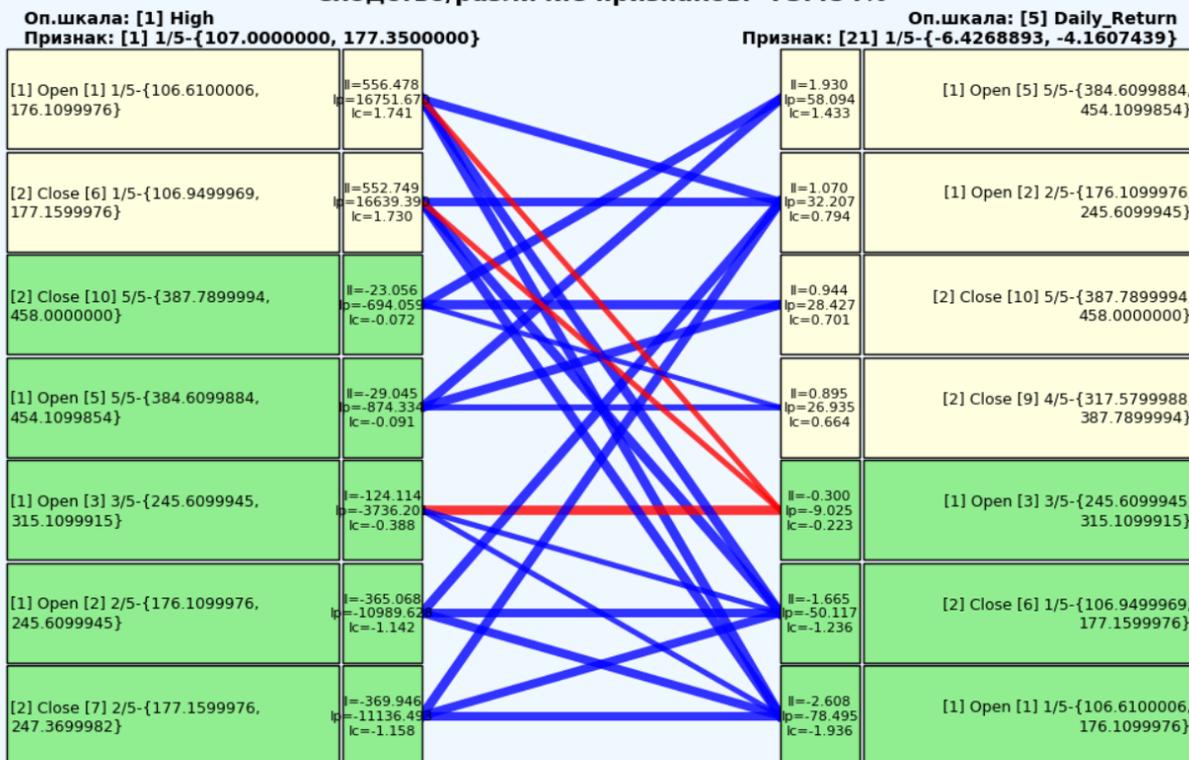
Толщина линии отражает степень влияния.

Метрики: II - Сила влияния (информативность); Ip - Информативность в % от теоретически-максимальной; Ic - Информативность в стандартизированных величинах.

Форма создана: 01.03.2026-21:59:24

**ВНЯЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ**  
**nf3 - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми а**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405**

**Сходство/различие признаков: -73.454%**

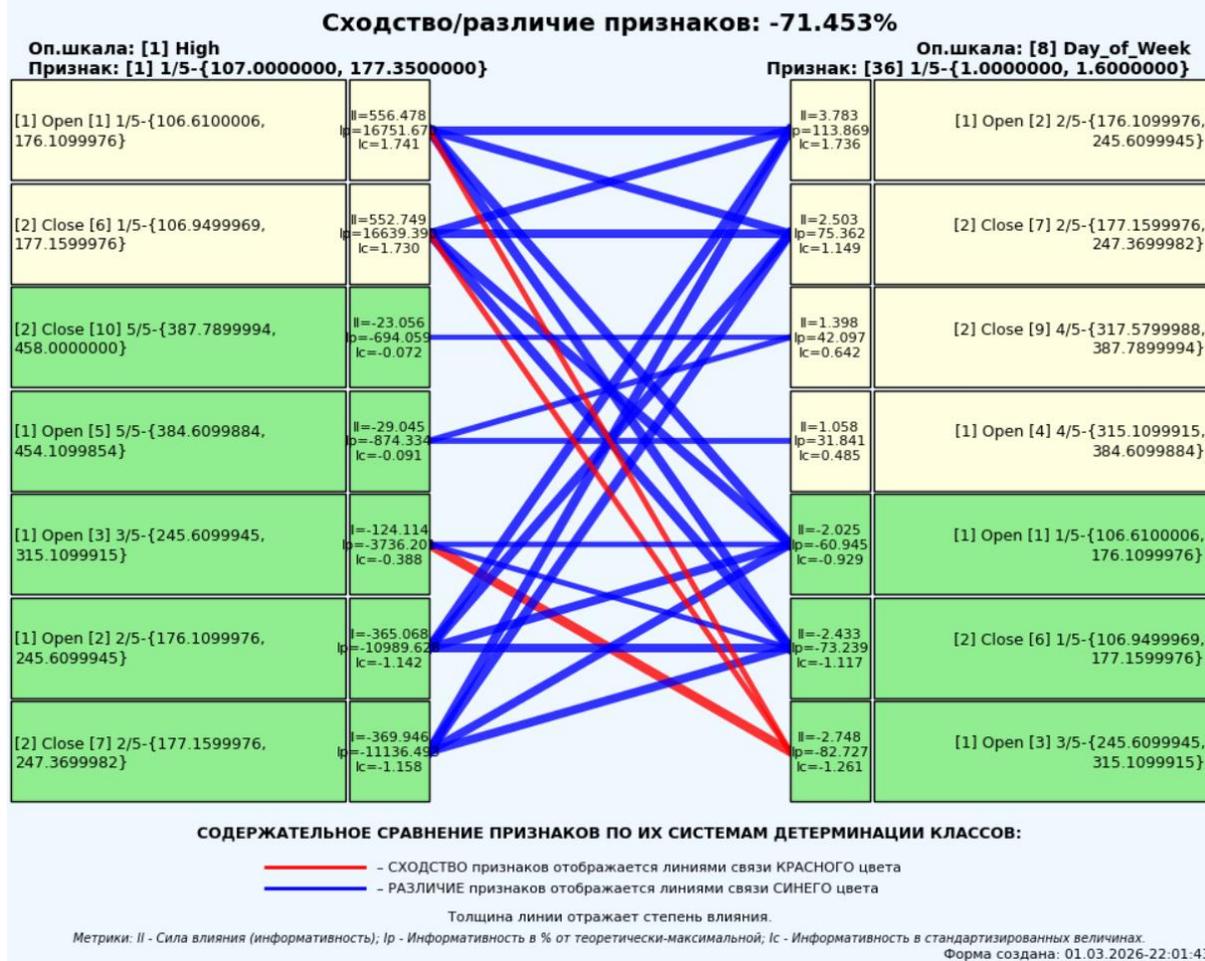


**СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ:**

- - СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета
- - РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета

Толщина линии отражает степень влияния.

**ЗНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ INF3 - частный критерий: хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми а**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ: Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260301-212405**



**Рисунок 35. Диаграмма 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  $1123^2=1\ 261\ 129$  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](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №448 и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.

### 3.8.9. Когнитивные функции

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

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году [3, 22, 23].

Когнитивные функции отображают, какое количество информации содержится в градациях описательной шкалы о переходе объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационной шкалы. При этом в статистических и системно-когнитивных моделях в каждой градации описательной шкалы содержится информация обо всех градациях классификационной шкалы, т.е. *каждому значению аргумента соответствуют все значения функции, но соответствуют в разной степени, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается цветом.*

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

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

Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это *феноменологические* модели, отражающие *эмпирические* закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают *механизма детерминации*, а только сам факт и характер детерминации [17, 23, 24]. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [24].

#### 3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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"

**Задать модели для генерации:**

Статистические базы:

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

Системно-когнитивные модели (Базы знаний):

- 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-1
- 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-2
- 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частот
- 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC-1
- 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC-2
- 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC-1
- 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC-2

**Задать виды когнитивных функций:**

- 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 цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета

**Задать дополнительные параметры:**

- Соединить ли точки с максимальным количеством информации линией БЕЛОГО цвета?
- Соединить ли точки с минимальным количеством информации линией ЧЕРНОГО цвета?
- Добавить в когнитивные функции координатную сетку

**Метод сглаживания линий:**

Слайды Акумы (по умолчанию)  Составные сплайны Безье  Без сглаживания (ломаная)

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

Задать количество пикселей на дойм в изображениях когнитивных функций:

Задать паузу в секундах между визуализациями когнитивных функций:

Задать размер шрифта для наименований градаций шкал X и Y:

Задать яркость цветовой палитры (0.5-2.0):

21:29:04: визуализация "5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета" заняла 0.31 сек.  
 21:29:04: Обработка: INF5, mag, longitude  
 21:29:04: Визуализация "5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета" заняла 0.32 сек.  
 21:29:05: Обработка: INF5, magType, latitude

Начало: 21:29:02 Прошло: 0:00:02 22.2222222% Осталось: 0:00:07 Окончание: 21:29:12

Визуализация когнитивных функций:  Питон  Дельфи

**Предпросмотр**

Классификационная шкала: [1]-depth

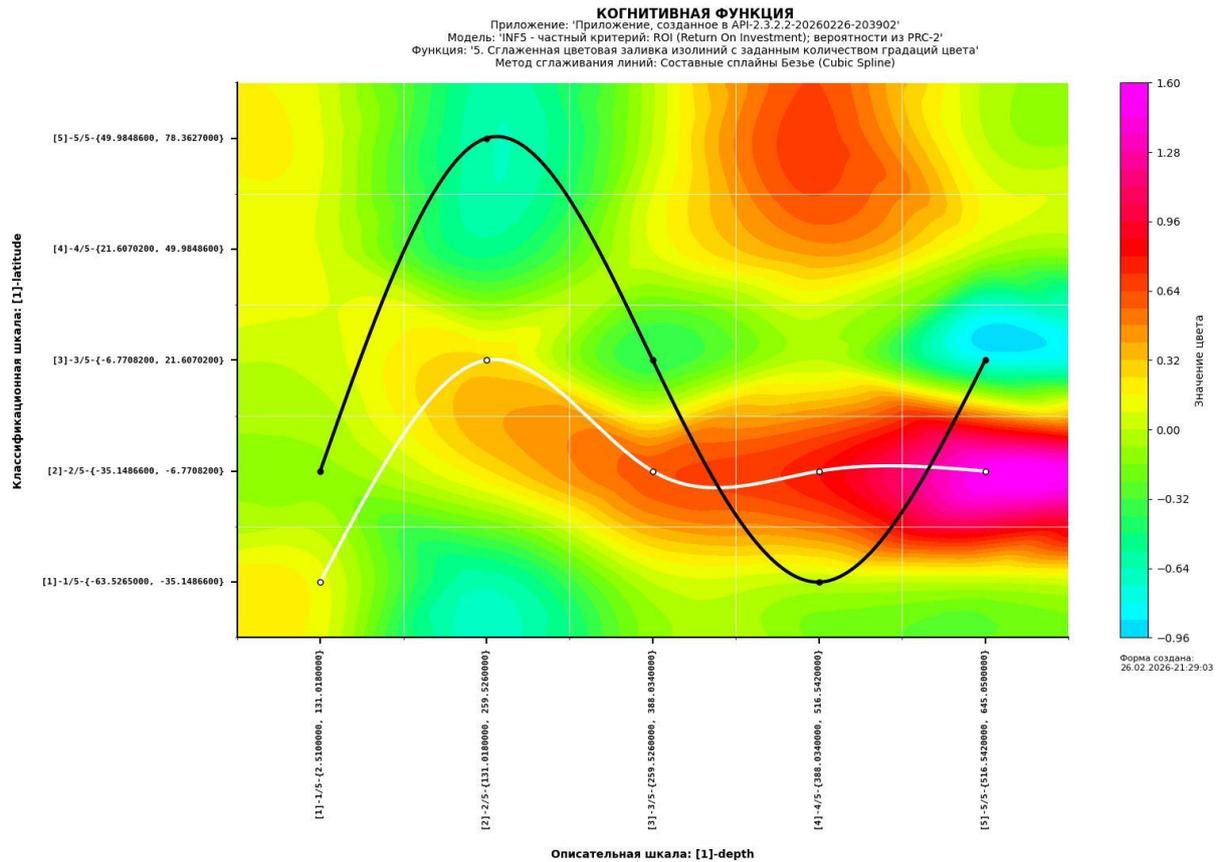
Описательная шкала: [2]-mag

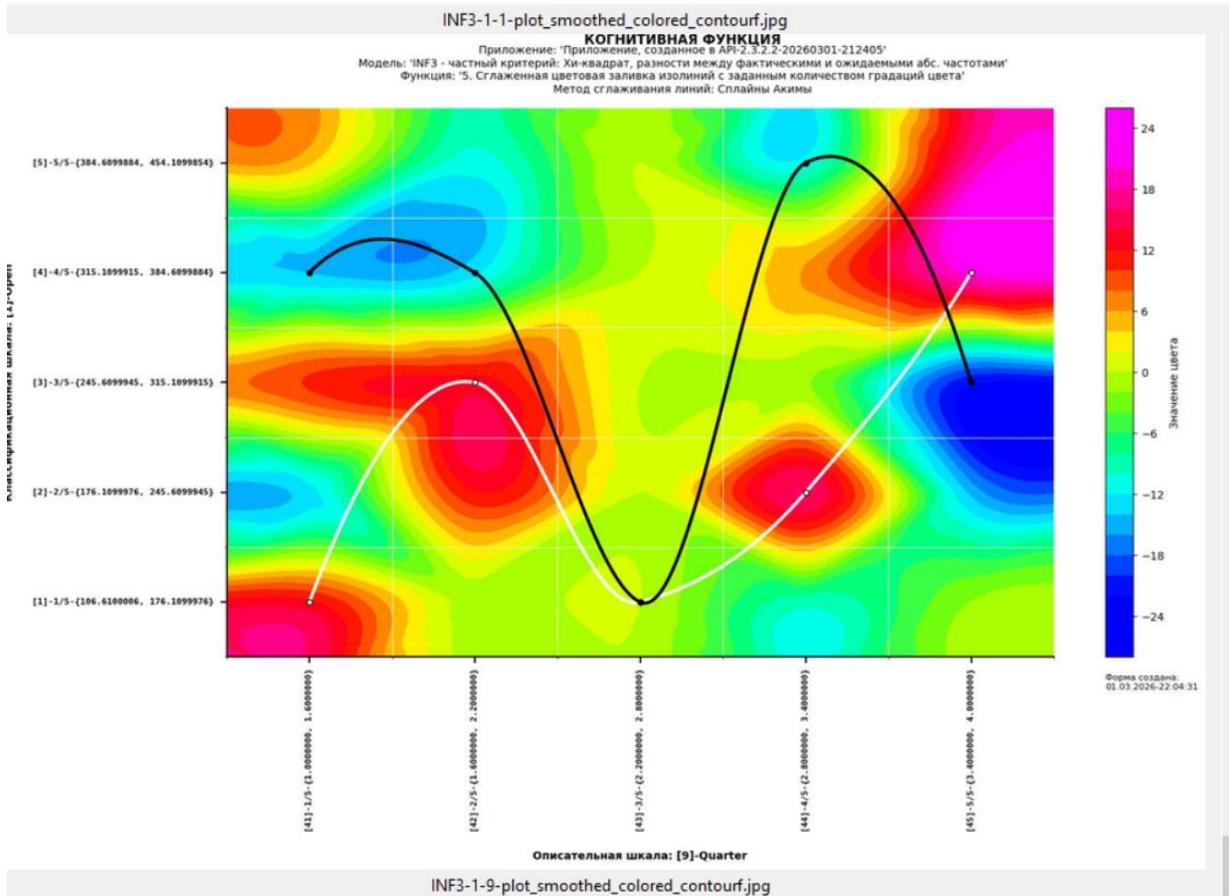
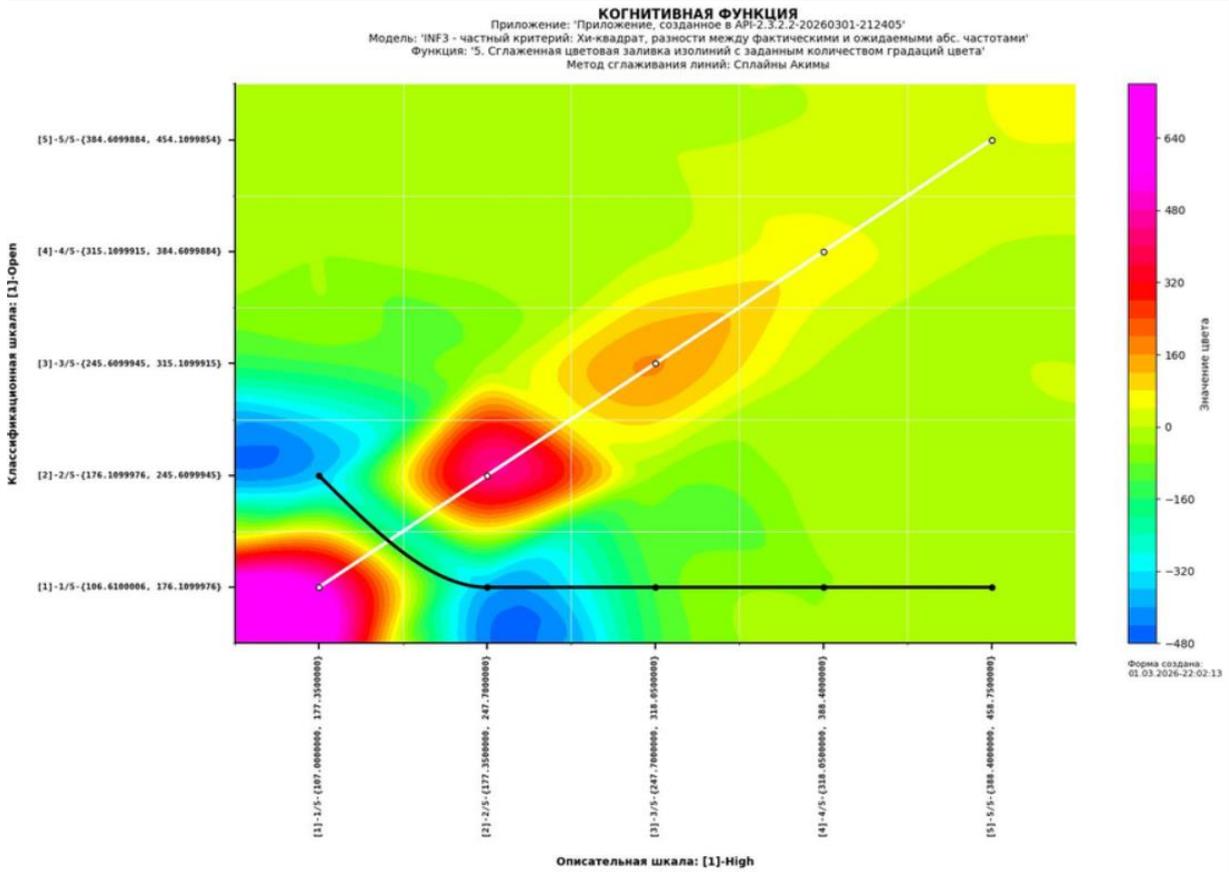
ИНФС-2-2-plot\_smoothed\_colored\_contourf.jpg

**КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ**  
 Приложение: "Приложение, созданное в API-2.3.2.2-20260226-203902"  
 Модель: "INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC-2"  
 Функция: "5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета"  
 Метод сглаживания линий: Составные сплайны Безье (Cubic Spline)

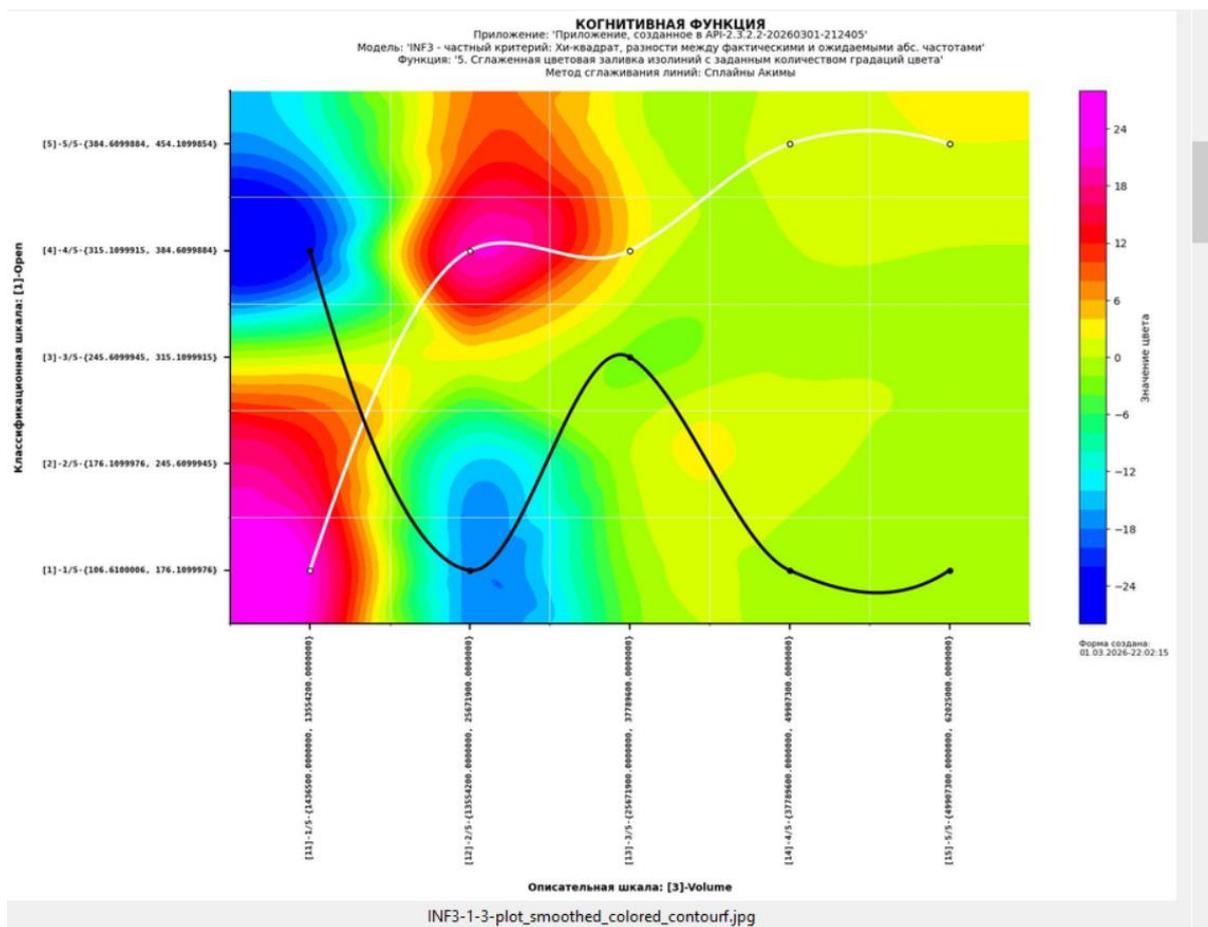
Описательная шкала: [2]-magType

ИНФС-1-3-plot\_smoothed\_colored\_contourf.jpg





INF3-1-9-plot\_smoothed\_colored\_contourf.jpg



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

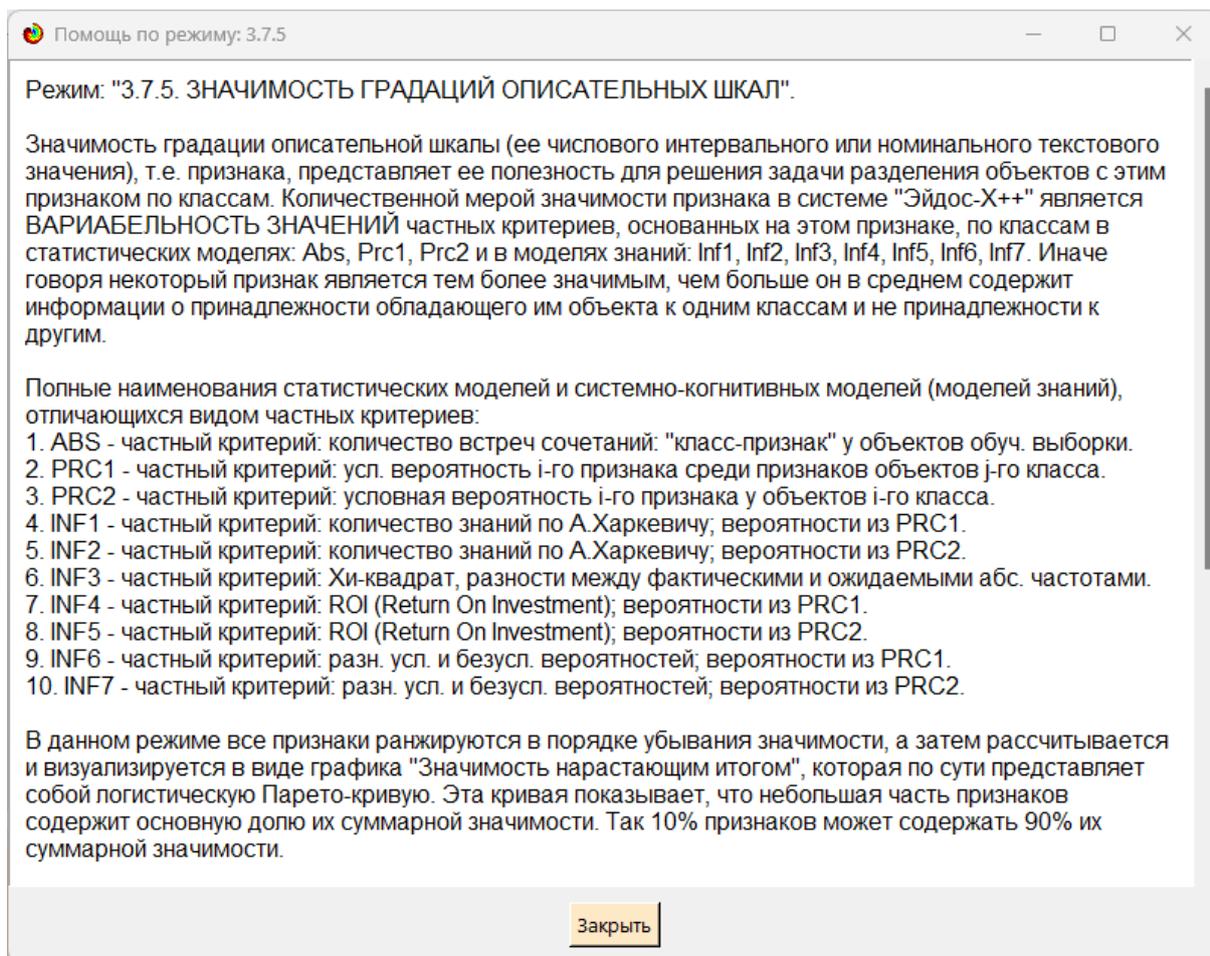
Как уже отмечалось содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования [24].

### **3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций**

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

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 Inf5, это вариабельность информативностей (режим 3.7.5 системы «Эйдос») (рисунок 37):



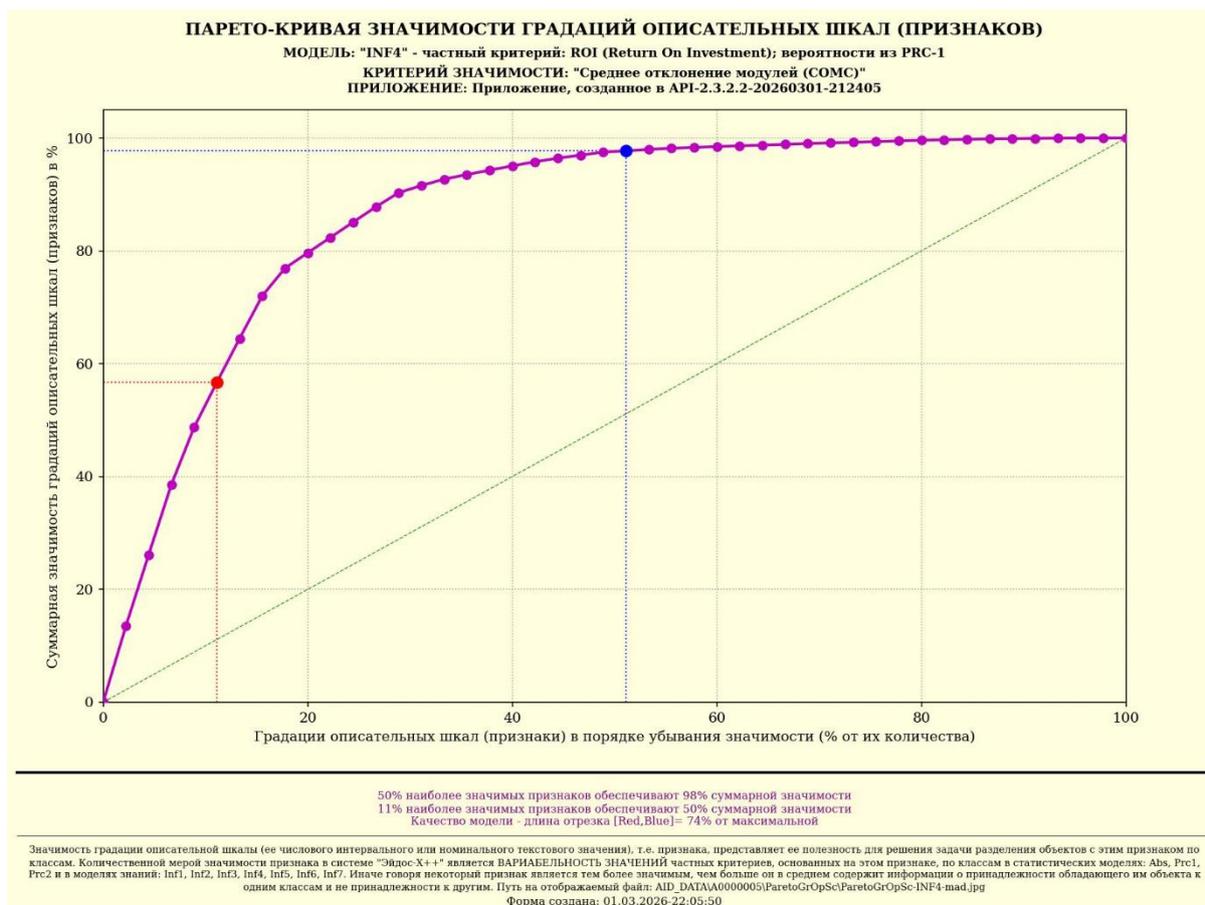
**Рисунок 35. Help режима 3.7.5, поясняющий смысл значимости градаций описательных шкал**

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.

### **3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе**

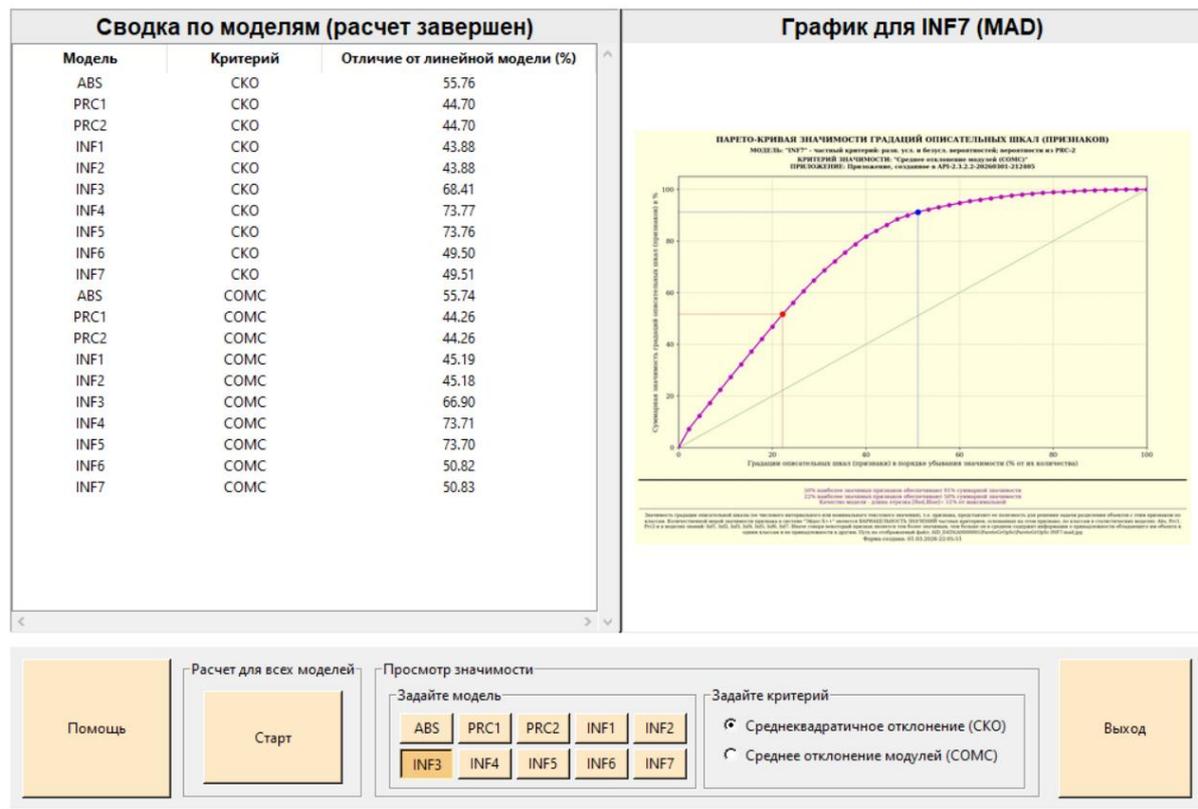
На рисунке 38 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3:



**Рисунок 36. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3**

Из рисунка 38 видно, что 50% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 98% 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**

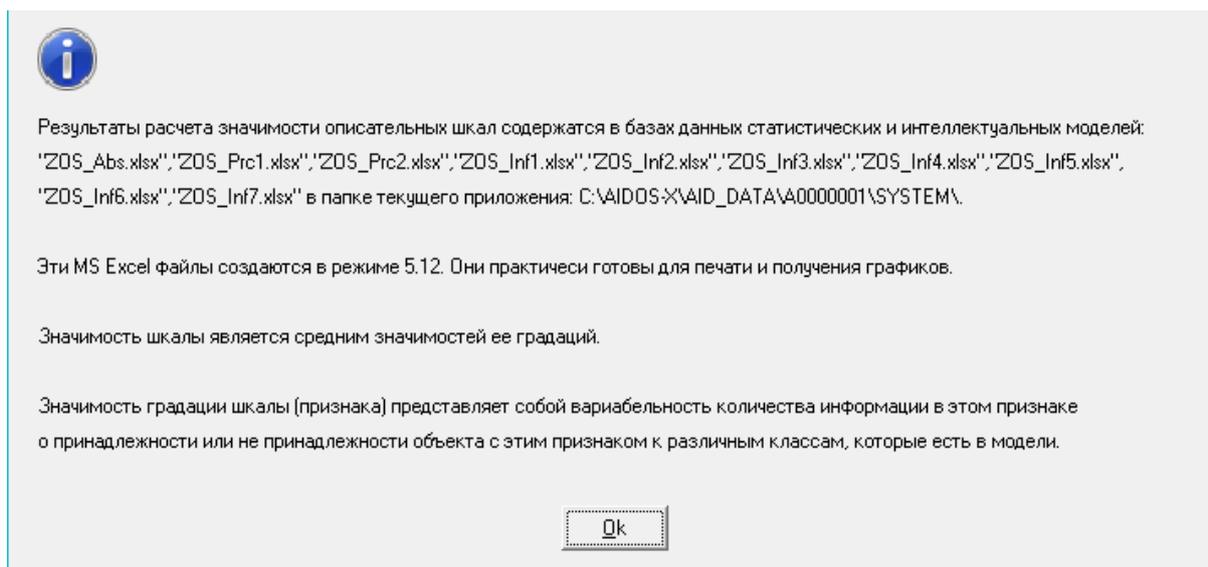
**Таблица 16 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3**

num	num_prc	kod_atr	name_atr	kod_opsc	znach_atr	zn_atrnit	znach_prc	zn_prcnit
1	2,222222	1	High - 1/5-	1	221,8454	221,8454	10,71758	10,71758
2	4,444444	6	Low - 1/5-	2	221,6363	443,4817	10,70747	21,42505
3	6,666667	16	Adj Close -	4	220,9639	664,4455	10,67499	32,10003
4	8,888889	2	High - 2/5-	1	172,0773	836,5228	8,313228	40,41326
5	11,11111	7	Low - 2/5-	2	171,4597	1007,982	8,28339	48,69665
6	13,33333	17	Adj Close -	4	170,6451	1178,628	8,244036	56,94069
7	15,55556	29	Year - 4/5-	6	124,225	1302,853	6,001435	62,94212
8	17,77778	26	Year - 1/5-	6	100,3757	1403,228	4,849253	67,79138
9	20	30	Year - 5/5-	6	91,82337	1495,052	4,43608	72,22746
10	22,22222	8	Low - 3/5-	2	65,9182	1560,97	3,184575	75,41203
11	24,44444	3	High - 3/5-	1	65,23428	1626,204	3,151534	78,56356
12	26,66667	18	Adj Close -	4	64,89232	1691,096	3,135014	81,69858
13	28,88889	28	Year - 3/5-	6	43,39918	1734,496	2,096658	83,79524
14	31,11111	27	Year - 2/5-	6	37,27194	1771,768	1,800645	85,59588

*Источник:*

C:\Users\admin\Desktop\kirillov\Eidos\_Portable\app\AID\_DATA\A0000005\

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



**Рисунок 38. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в статистических и системно-когнитивных моделях**

В таблице 17 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF3.

**Таблица 17 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF3**

num	num_prc	kod_opsc	name_opsc	n_gropsc	kodgr_mir	kodgr_max	znach_os	zn_osnit	znach_prc	zn_prcnit
1	11,11111	2	Low	5	6	10	147,9324	147,9324	24,65857	24,65857
2	22,22222	1	High	5	1	5	147,9188	295,8511	24,6563	49,31487
3	33,33333	4	Adj Close	5	16	20	147,2196	443,0707	24,53976	73,85463
4	44,44444	6	Year	5	26	30	112,9352	556,0059	18,82495	92,67958
5	55,55556	5	Daily_Retu	5	21	25	12,31739	568,3233	2,053162	94,73274
6	66,66667	7	Month	5	31	35	12,12355	580,4469	2,020852	96,7536
7	77,77778	9	Quarter	5	41	45	10,68071	591,1276	1,780347	98,53394
8	88,88889	3	Volume	5	11	15	7,262745	598,3903	1,210613	99,74456
9	100	8	Day_of_W	5	36	40	1,532469	599,9228	0,255444	100

*Источник:* c:\Aidos-X\AID\_DATA\A0000003\System\ZOS\_Inf5\_STD.xlsx

Из таблицы 17 видно, что примерно 28% суммарного влияния на поведение объекта моделирования обусловлено объёмом торгов (Volume) и ещё около 24% — кварталом (Quarter): в сумме немногим более половины. Год (Year), месяц (Month) и день недели (Day\_of\_Week) оказывают сравнительно меньшее влияние: в сумме около 30%, а факторы High и Low — порядка 18%. Таким образом, два наиболее значимых фактора (Volume и Quarter), т.е. около 29% от всех факторов, обеспечивают более 50% суммарного влияния на объект моделирования, а остальные факторы в совокупности дают оставшуюся долю влияния.

### 3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

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

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»).

#### 3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 42 приведена парето-кривая значимости описательных шкал (факторов) режима 3.7.4 системы «Эйдос», содержащая информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:

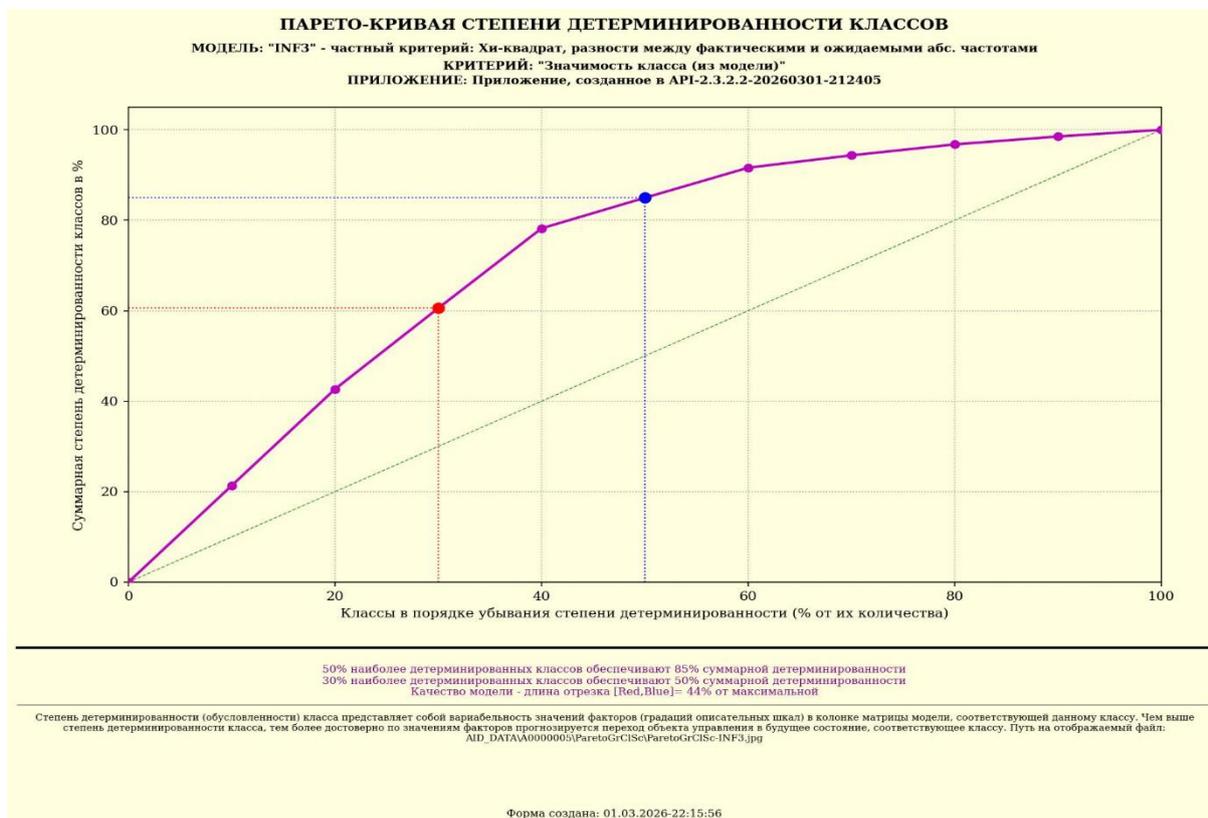


Рисунок 39. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

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 18 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF5**

num	num_prc	kod_cls	name_cls	kod_cls	znach_cls	zn_clsnit	znach_prc	zn_prcnit
1	10	6	[2]-CLOSE-	2	473,7751	473,7751	32,93679	32,93679
2	20	1	[1]-OPEN-	1	466,4819	940,2571	32,42977	65,36656
3	30	2	[1]-OPEN-	1	165,6506	1105,908	11,51601	76,88257
4	40	7	[2]-CLOSE-	2	164,428	1270,336	11,43101	88,31359
5	50	3	[1]-OPEN-	1	53,45982	1323,795	3,716521	92,03011
6	60	8	[2]-CLOSE-	2	52,77853	1376,574	3,669158	95,69927
7	70	9	[2]-CLOSE-	2	20,39541	1396,969	1,417886	97,11715
8	80	4	[1]-OPEN-	1	17,8595	1414,829	1,24159	98,35874
9	90	5	[1]-OPEN-	1	12,69984	1427,529	0,882891	99,24163
10	100	10	[2]-CLOSE-	2	10,90862	1438,437	0,758366	100

*Источник:* \A0000003\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 [25], 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 [25]. 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](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №448. 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)

Золото является одним из ключевых активов-убежищ и индикатором экономической неопределённости. Однако прогнозированию уровня и динамики цен на золото препятствует сложность и нелинейность связей между макроэкономическими факторами и котировками. В ряде работ по финансам для анализа данных традиционно используются статистические методы и эконометрические модели. Эти подходы позволяют выявлять общие закономерности, но зачастую недостаточны для анализа сложных нелинейных взаимосвязей между большим количеством разнородных факторов. В данной статье для анализа эмпирических данных о ценах на золото за выбранный период предлагается использовать автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий — интеллектуальную систему «Эйдос». Приводится подробный численный пример. Этот пример содержит разнообразные наглядные табличные и графические выходные формы и может использоваться для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос» при исследованиях на рынке драгоценных металлов, для выработки практических рекомендаций по оценке ценовых рисков и обоснования положений о механизмах действия причинно-следственных связей в данной предметной области.

Спецификой данной задачи является то, что независимые переменные выступают и как лингвистические (категориальные) — например, день недели, квартал, — и как числовые, измеряемые в разных единицах (например, объём торгов, максимум и минимум за день). Поэтому для решения задачи применяется АСК-анализ, обеспечивающий построение гибридных моделей, включающих номинальные (текстовые) и числовые шкалы в различных единицах измерения.

Сопоставимость обработки данных разных типов, представленных в разных шкалах и единицах измерения, обеспечивается путём метризации номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал [8]. Это достигается путём вычисления количества информации, содержащейся в градациях номинальных шкал (например, в дне недели или квартале), о наступлении той или иной ценовой динамики золота.

В работе приводится краткое описание АСК-анализа и его программного инструментария — интеллектуальной системы «Эйдос».

Работа может служить основой для лабораторных работ и научных исследований по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического АСК-анализа, для решения задач в области анализа финансовых рынков и цен на драгоценные металлы.

**REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)**

1. Луценко, Е. В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 321-363. – EDN OOSCAV.
2. Луценко, Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами : (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHC.
3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Работы проф. Е.В. Луценко по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_emergence.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm)
5. Сайт Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>.
6. Страница Е.В.Луценко в РесечГейт <https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>
7. Страница Е.В.Луценко в РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=123162](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162).
8. Луценко, Е. В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 61-71. – EDN RNEGHR.
9. Луценко, Е. В. 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. – 2017. – № 126. – С. 1-32. – DOI 10.21515/1990-4665-126-001. – EDN XXXBDV.
10. Луценко, Е. В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос-X++" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 1367-1409. – EDN SZVWRV.
11. 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.
12. 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.
13. Луценко, Е. В. Автоматизация функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и

когнитивных технологий и теории управления)1 / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1-18. – DOI 10.21515/1990-4665-131-001. – EDN ZRXVFN.

14. 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.

15. 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.

16. Луценко, Е. В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе "Эйдос") / Е. В. Луценко, В. Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 71. – С. 27-74. – EDN OIGYBB.

17. 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.

18. 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.

19. 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)

20. 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>

21. Луценко, Е. В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка - Абельсона / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2004. – № 5. – С. 14-35. – EDN JWXMKX.

22. Работы проф. Е.В. Луценко & С<sup>о</sup> по когнитивным функциям: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_cognitive\\_functions.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm)

23. Луценко, Е. В. Системы представления и приобретения знаний / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. – ISBN 978-5-94215-415-8. – EDN UZZBLC.

24. 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.

25. 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>
26. Монографии по АСК-анализу: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm#\\_Toc128746370](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746370)
27. 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).
28. 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).
29. Тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)
30. 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).
31. 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)
32. 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)
33. Работы по когнитивным функциям: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_cognitive\\_functions.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm)
34. 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)
35. 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)
36. 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)
37. Работы по виртуальной реальности: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual\\_reality\\_publications.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual_reality_publications.htm)
38. 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)
39. 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)
40. Работы по тематике, связанной с АПК: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_with\\_agricultural.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm)
41. Работы по наукометрии: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Works\\_on\\_scientometrics.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_scientometrics.htm)
42. 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)
43. Работы по разработке и применению профиограмм и тестов (психологических, профориентационных, медицинских и ветеринарных): [http://lc.kubagro.ru/aidos/Work\\_on\\_the\\_development\\_and\\_application\\_tests.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_development_and_application_tests.htm)
44. 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)

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

46. 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)

47. 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>

48. 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.

49. 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.