

УДК 004.8

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА БЕТОНА НА ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТОИМОСТЬ**Луценко Евгений Вениаминович  
д.э.н., к.т.н., профессор[Web of Science ResearcherID S-8667-2018](#)

Scopus Author ID: 57188763047

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)<http://lc.kubagro.ru>[https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)*Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Бетон является одним из самых древних и самых полуполярных строительных материалов, благодаря своим уникальным физическим свойствам, простоте технологии изготовления и низкой стоимости. Бетон известен человечеству уже как минимум около 6000 лет. За это время накоплен огромный опыт изготовления бетонных смесей различного состава. Строители на протяжении веков пытались добиться нужных им свойств бетона путем добавления в растворы и смеси различных компонент в различных пропорциях. Эта работа является весьма актуальной и интенсивно продолжается и сегодня. Основным методом исследования бетонных смесей на протяжении веков являлся эмпирический экспериментальный метод. Проще говоря, исследователи меняли дозировку различных компонент, добавляли и исключали определенные компоненты и просто на практике изучали физико-механические характеристики бетона, получившегося при использовании некоторой данной рецептуры и технологии. В последние столетия и в наше время появляется и бурно развивается теория бетона и бетонных смесей, которая разрабатывает содержательные модели взаимодействия различных компонент бетона и с помощью этих моделей объясняет получение тех или иных физико-механических свойств бетона на макроуровне. Сегодня настало время, когда к этой работе привлекаются и новые технологии искусственного интеллекта, в частности автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос». В данной статье приводится полный численный пример применения АСК-анализа для исследования влияния состава бетона на его физико-механические свойства и стоимость. Этот численный пример размещен в Эйдос-облаке и может быть установлен и изучен, а также усовершенствован или адаптирован и локализован любым пользователем системы «Эйдос» в мире. Это позволяет использовать данную статью в качестве основы для лабораторной работы по дисциплинам, связанным с искусственным интеллектом и бетоноведению.

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», БЕТОН, БЕТОНОВЕДЕНИЕ, ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И СТОИМОСТЬ БЕТОНА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-191-009>

UDC 004.8 UDC 004.8

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

**AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF CONCRETE COMPOSITION ON ITS PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND COST**

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich

Doctor of Economics, Ph.D., Professor

[Web of Science ResearcherID S-8667-2018](#)

Scopus Author ID: 57188763047

RSCI SPIN code: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)<http://lc.kubagro.ru>[https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)*Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

Concrete is one of the oldest and most semi-polar building materials, due to its unique physical properties, simplicity of manufacturing technology and low cost. Concrete has been known to mankind for at least about 6000 years. During this time, vast experience has been accumulated in the manufacture of concrete mixtures of various compositions. Builders have been trying for centuries to achieve the properties of concrete they need by adding various components to solutions and mixtures in various proportions. This work is very relevant and continues intensively today. The main method of studying concrete mixtures for centuries has been the empirical experimental method. Simply put, the researchers changed the dosage of various components, added and excluded certain components and simply studied in practice the physical and mechanical characteristics of concrete obtained by using some given formulation and technology. In recent centuries and in our time, the theory of concrete and concrete mixtures has been emerging and rapidly developing, which develops meaningful models of the interaction of various components of concrete and with the help of these models explains the obtaining of certain physical and mechanical properties of concrete at the macro level. Today is the time when new artificial intelligence technologies are involved in this work, in particular automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and its software tools – the intelligent system "Eidos". This article provides a complete numerical example of the use of ASC-analysis to study the effect of the composition of concrete on its physical and mechanical properties and cost. This numerical example is hosted in the Eidos cloud and can be installed and studied, as well as improved or adapted and localized by any user of the Eidos system in the world. This allows us to use this article as a basis for laboratory work in disciplines related to artificial intelligence and concrete science.

Keywords: ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, INTELLIGENT SYSTEM "EIDOS", CONCRETE, CONCRETE SCIENCE, PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES AND COST OF CONCRETE

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)</b> .....	<b>3</b>
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....	3
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ .....	4
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ.....	4
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	4
<b>2. METHODS (МЕТОДЫ)</b> .....	<b>4</b>
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ .....	4
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ .....	5
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	5
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА.....	7
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ .....	15
<b>3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)</b> .....	<b>17</b>
3.1. <b>Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации     классификационных и описательных шкал и градаций</b> .....	17
3.2. <b>Задача-2. Формализация предметной области</b> .....	19
3.3. <b>Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей.     Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний</b> .....	29
3.4. <b>Задача-4. Верификация моделей</b> .....	39
3.5. <b>Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели</b> .....	42
3.6. <b>Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование</b> .....	43
3.6.1. <i>Интегральный критерий «Сумма знаний»</i> .....	44
3.6.2. <i>Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»</i> .....	45
3.6.3. <i>Важные математические свойства интегральных критериев</i> .....	46
3.6.4. <i>Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос»</i> .....	47
3.7. <b>Задача-7. Поддержка принятия решений</b> .....	50
3.7.1. <i>Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования,         позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ</i> .....	50
3.7.2. <i>Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах         управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»</i> .....	52
3.8. <b>Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели</b> ....	56
3.8.1. <i>Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические         потенциалы)</i> .....	56
3.8.2. <i>Кластерно-конструктивный анализ классов</i> .....	58
3.8.3. <i>Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал</i> .....	62
3.8.4. <i>Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны</i> .....	65
3.8.5. <i>Нелокальная нейронная сеть</i> .....	68
3.8.6. <i>3D-интегральные когнитивные карты</i> .....	69
3.8.7. <i>2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов         (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)</i> .....	70
3.8.8. <i>2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов         (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)</i> .....	74
3.8.9. <i>Когнитивные функции</i> .....	76
3.8.10. <i>Значимость описательных шкал и их градаций</i> .....	83
3.8.11. <i>Степень детерминированности классов и классификационных шкал</i> .....	88
<b>4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)</b> .....	<b>92</b>
<b>5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)</b> .....	<b>93</b>
<b>REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)</b> .....	<b>93</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 подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом [1-4].

В работе решается задача выявления зависимостей физико-механических и экономических свойств бетона от его состава. На основе знания этих зависимостей решаются разнообразные задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели (СК-модель).

Бетон является одним из самых древних и самых полуполярных строительных материалов, благодаря своим уникальным физическим свойствам, простоте технологии изготовления и низкой стоимости. Бетон известен человечеству уже как минимум около 6000 лет [25]. За это время накоплен огромный опыт изготовления бетонных смесей различного состава. Строители на протяжении веков пытались добиться нужных им свойств бетона путем добавления в растворы и смеси различных компонент в различных пропорциях. Эта работа является весьма актуальной и интенсивно продолжается и сегодня.

Основным методом исследования бетонных смесей на протяжении веков являлся эмпирический экспериментальный метод. Проще говоря, исследователи меняли дозировку различных компонент, добавляли и исключали определенные компоненты и просто на практике изучали физико-механические характеристики бетона, получившегося при использовании некоторой данной рецептуры и технологии.

В последние столетия и в наше время появляется и бурно развивается теория бетона и бетонных смесей (бетонология), которая разрабатывает содержательные модели взаимодействия различных компонент бетона и с помощью этих моделей объясняет получение тех или иных физико-механические свойства бетона на макроуровне.

Сегодня настало время, когда к этой работе привлекаются и новые технологии искусственного интеллекта, в частности автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

В данной статье приводится полный численный пример применения АСК-анализа для исследования влияния состава бетона на его физико-механические свойства и стоимость. Этот численный пример размещен в Эйдос-облаке и может быть установлен и изучен, а также усовершенствован или адаптирован и локализован любым пользователем системы «Эйдос» в мире. Это позволяет использовать данную статью в

качестве основы для лабораторной работы по дисциплинам, связанным с искусственным интеллектом и бетонологией.

## 1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования (моделирования) – бетон.

Предмет исследования – выявление зависимостей физико-механических и экономических свойств бетона от его состава.

Под экономическими свойствами бетона понимается его стоимость.

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

Спецификой данной задачи является то, что многие зависимые и независимые переменные, т.е. факторы (состав бетона) и результаты их влияния на объект моделирования (свойства бетона), имеют очень низкую степень формализации, т.к. формализуются в виде *лингвистических* (категориальных) переменных. При этом многие другие зависимые и независимые переменные измеряются в числовых шкалах.

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 поставленной *проблемы сопоставимости* при выявлении зависимостей физико-механических и экономических свойств бетона от его состава в данной работе делает ее **актуальной**.

## 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 здесь практически нет [1-4].

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

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

*Сам термин: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)» был предложен проф.Е.В.Луценко в 2001 году. На тот момент этот термин вообще не встречался в Internet. Сегодня по соответствующему запросу в Гугле находится около 23000 сайтов с этим сочетанием слов<sup>2</sup>.*

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

### **АСК-анализ включает:**

- теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию;
- математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ);

<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)

– 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 688 опубликованных автором научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применениям в ряде предметных областей. На момент написания данной работы автором опубликовано более 40 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получен 33 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 с применением АСК-анализа находятся в стадии выхода на защиту.

Автор является основателем междисциплинарной научной школы: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ»<sup>5</sup>. Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" является междисциплинарным научным направлением на пересечении по крайней мере трех научных специальностей (согласно недавно утвержденной новой номенклатуры научных специальностей ВАК РФ<sup>6</sup>). Основные научные специальности, которым соответствует научная школа:

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

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

- Автоматизированный системно-когнитивный анализ числовых и текстовых табличных данных;
- Автоматизированный системно-когнитивный анализ текстовых данных;

<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/>

- Спектральный и контурный автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений;
- Сценарный автоматизированный системно-когнитивный анализ временных и динамических рядов.

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).

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://rudalle.ru/>, еще очень много отличных нейросетей: <https://problemb.com/ru/services> (и это здесь может пригодиться - почта на 10 минут: <https://10minutemail.net/>).

Полезные нейросети и приложения для разных сфер:

🌀 Для дизайнеров: SiteKick - нейросеть для создания лендингов; AdCreative - делает рекламные креативы, плакаты; Looka - логотипы по текстовому описанию; Watermarkremover - поможет удалить вотермарки; Booth ai - создает стоковые фотки по описанию; PatternedAI - паттерны по текстовому описанию; Nama - вырезать лишние элементы с фото или картинки; RoomGPT - «примеряет» новый ремонт на вашу квартиру, помогает выбрать дизайн;

📷 Для фотографов: ; Pallete fm - раскрашивает черно-белые изображения; Relight - меняет светотень на фотографиях; Photoroom - вырезать элементы из фото, поменять фон; LeiaPix - сделает из 2D-фотки

3D.; Nostalgia Photo - улучшает качество старых фото; pfrmaker - генератор аватарок для соцсетей; Picsart - заменяет или удаляет ненужные элементы на фото;

🎬 Для тех, кто монтирует видео.; CapCut - удобный редактор, доступен в браузере. Есть цветокорр, разные эффекты; vidyo ai - нарезать видео на короткие фрагменты; Reface - изменить лицо человека на видео; Runwayml - самые разные инструменты для монтажа; Colourlab AI - нейросеть для цветокоррекции; Topaz Video AI - сильно улучшит качество видео, уберет шум и трясущийся экран; Luma AI - сделает 3D изображение из серии фото; Simplified - анимация картинки; SpiritMe - твоя цифровая копия в сети;

🎵 Для звукарей и музыкантов; ; Mubert - создаёт музыку любого жанра; Beatoven - ИИ-композитор музыки для видео; Clip audio - подберет музыку для любого видоса; Fadr - порежет трек на отдельные дорожки инструментов и вокала; Adobe Enhance - чистит запись от шумов. Бесплатно; Elevenlabs - мощнейший синтезатор, подделает любой голос; The MetaVoice - меняйте свой голос на один из восьми пресетов; Cleanvoice - уберет из вашей разговорной записи мусор; ;

📄 Для айтишников; ; CodePal - пишет код с нуля, исправляет ошибки, оценивает готовый код; Codesnippets - создает код по текстовому запросу; Buildt AI - поисковик для VSCode, найдет готовый код в инете; Code GPT - плагин-генератор кода для VSCode; Autobackend - автоматический бэкэнд; Adrenaline - ищет и помогает чинить ошибки в коде; Tabnine - дописывает код, если у тебя не получается; ;

📖 Для школьников и студентов; ; Consensus - база научных статей; ExamCram - превратит сложные учебные материалы в карточки и тесты для самопроверки; MathGPT - решает задачи по математике; editGPT - исправляет ошибки в английском ; Yip - то же самое, но в вебе и с поддержкой Википедии; ChatBA - делает презентации за тебя; YouTube Summary with ChatGPT - конвертирует видео или лекции в текст; Explain Me Like I'm Five - объясняет сложные научные термины простым языком;

✂ Для тех, кто ищет работу.; InterviewGPT AI - задает каверзные вопросы и помогает готовиться к собеседованию; Resume Worded - улучшает резюме; kickresume - сделает крутое резюме и напишет мотивационное письмо; Cover Letter AI - написать сопроводительный текст к резюме; ;

🔍 Для тех, кому не помог Гугл.; Chord - напишет реферат в ответ на запрос в строке; Lexii ai - бот, который умеет ссылаться на источники; Perplexity - нейросеть-поисковик в виде расширения для браузера; Nuclia - поиск по облаку или серверу; Phind - умеет искать код, поможет айтишникам; ;



📺 Для отдыха и развлечения:; RadioGPT - радио, где музыку генерируют нейронки; EndlessVN - бесконечная визуальная новелла; Natural Language Playlist - подберет плейлист на 7 часов специально для тебя; Movie Deep Search - найдет фильм по запросу; FashionAdvisor AI - советы от нейро-стилиста; Hello History - с помощью нее пообщаешься с историческим персонажем; Cool Gift Ideas - выберет подарок для человека по его описанию; Endel - нейро-музыка, которая помогает засыпать; PlaylistAI - соберет плейлист в Apple и Spotify по тексту или картинке.; Tattoos AI - делает эскизы для татуировок.

И все не смотря на настоящую революцию в области искусственного интеллекта и связанный с ней бум Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++» отличается от большинства из этих систем, по крайней мере, некоторыми из следующих своих параметров:

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

- находится в полном открытом бесплатном доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>), причем с актуальными исходными текстами (<http://lc.kubagro.ru/AidosALL.txt>): открытая лицензия: CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со стороны первичного правообладателя – автора и разработчика системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 32 свидетельства РосПатента РФ);

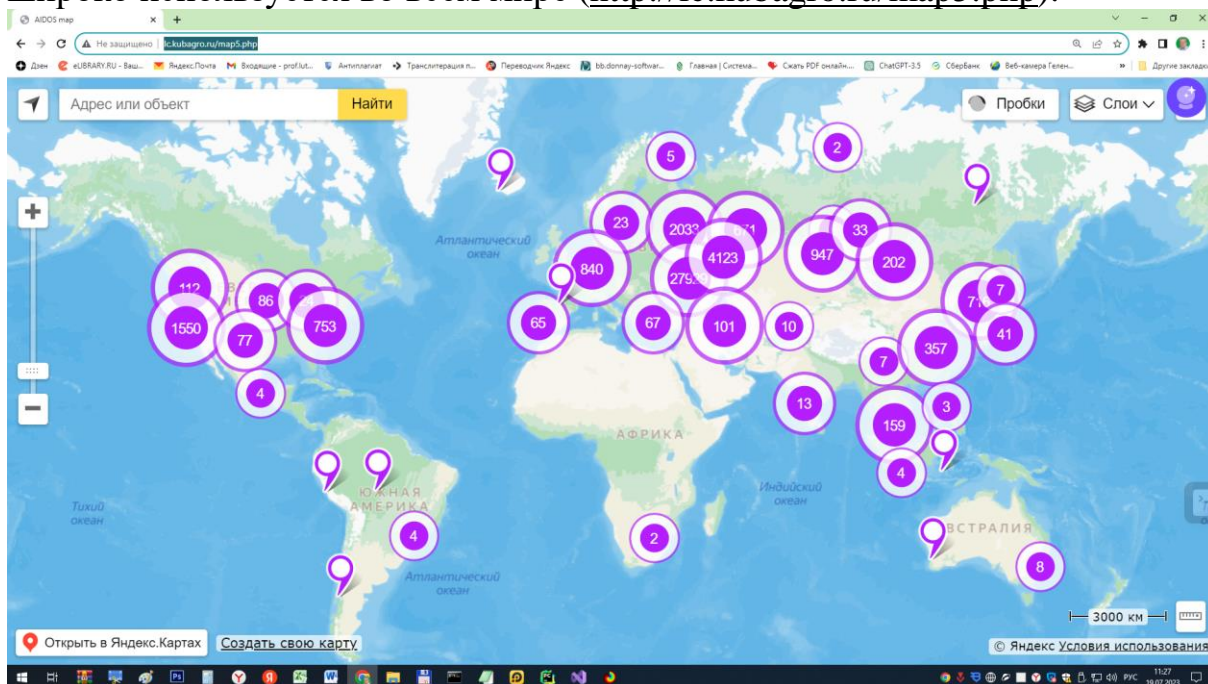
- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта: «имеет нулевой порог входа» (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- 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 локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных интеллектуальных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более 390, 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));

- 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);

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных

форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: [http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18\\_LLS/aidos18\\_LLS.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf));

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции;

- 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 эти данные и тем самым преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для 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 внедрения).

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

3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7»: 2012-2020 годы. С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке Аляска-1.9 + Экспресс++ + библиотека для работы с Internet xh2net. 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 xh2net 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»: с 2022 года по настоящее время. 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), а также на языке Питон (Python). Практически все новые режимы системы «Эйдос» и новые реализации старых режимов будут осуществляться на языке Питон.

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

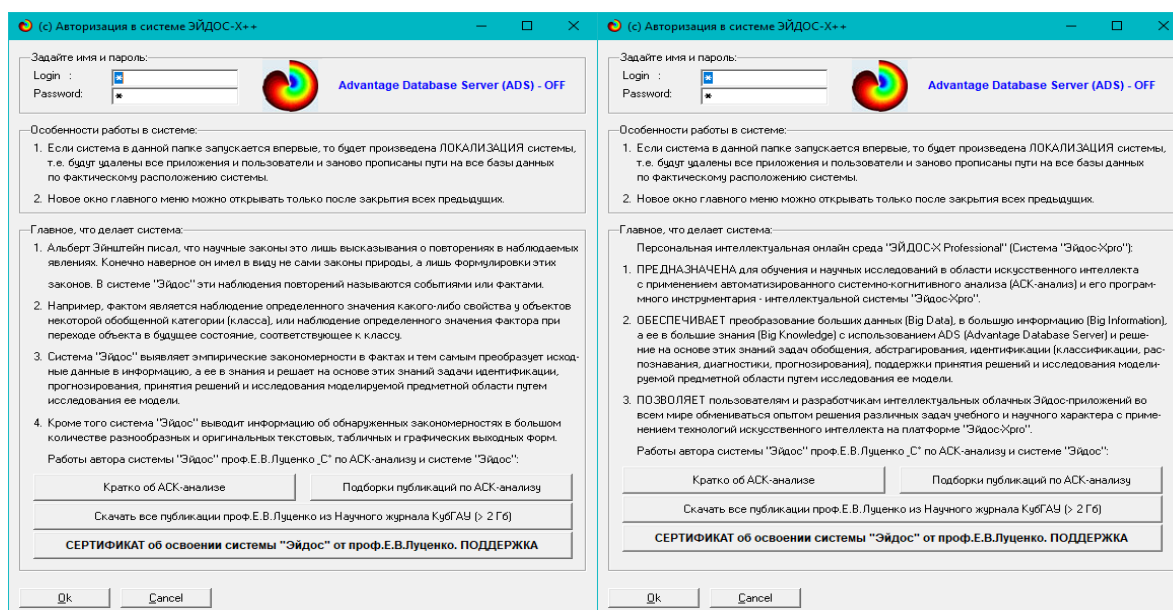
объем около 10 Мб. Кредо. Лаборатория в ResearchGate по АСК-анализу и системе «Эйдос».

Задание-инструкция для учащихся по разработке собственного интеллектуального облачного Эйдос-приложения<sup>7</sup>

На рисунке 1 приведена титульная видеограмма DOS-версии системы «Эйдос», а на рисунке 2 – текущей версии системы «Эйдос»:



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



<sup>7</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/How to make your own cloud Eidos-application.pdf>

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

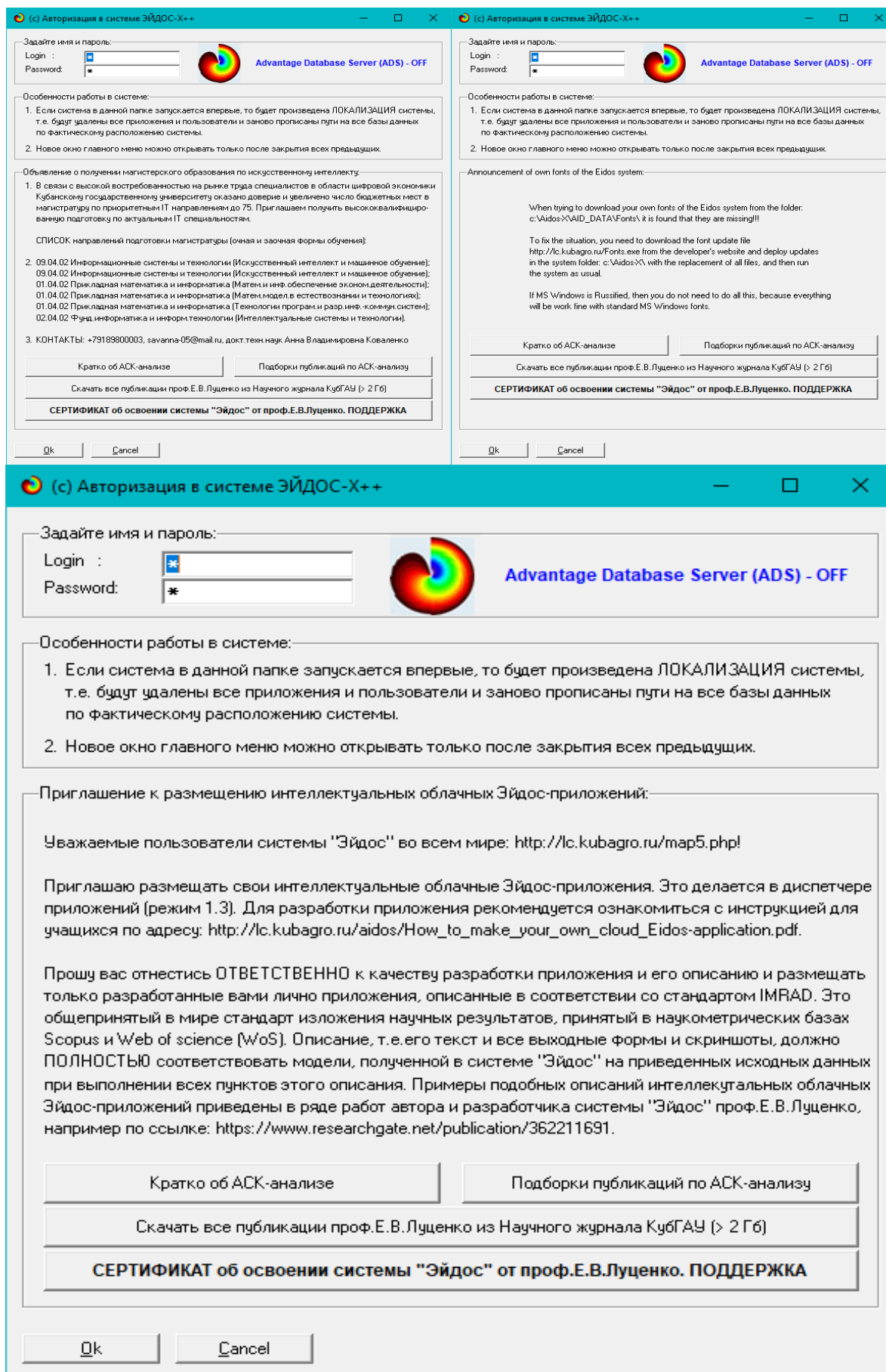


Рисунок 2. Титульные видеogramмы текущей версии системы «Эйдос»

## 2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

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

Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области.

Задача-2. Формализация предметной области.

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

Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний.

Задача-4. Верификация моделей.

Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели.

Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование.

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

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

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

8.2) кластерно-конструктивный анализ классов;

8.3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;

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

8.5) нелокальная нейронная сеть;

8.6) 3d-интегральные когнитивные карты;

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

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

8.9) когнитивные функции;

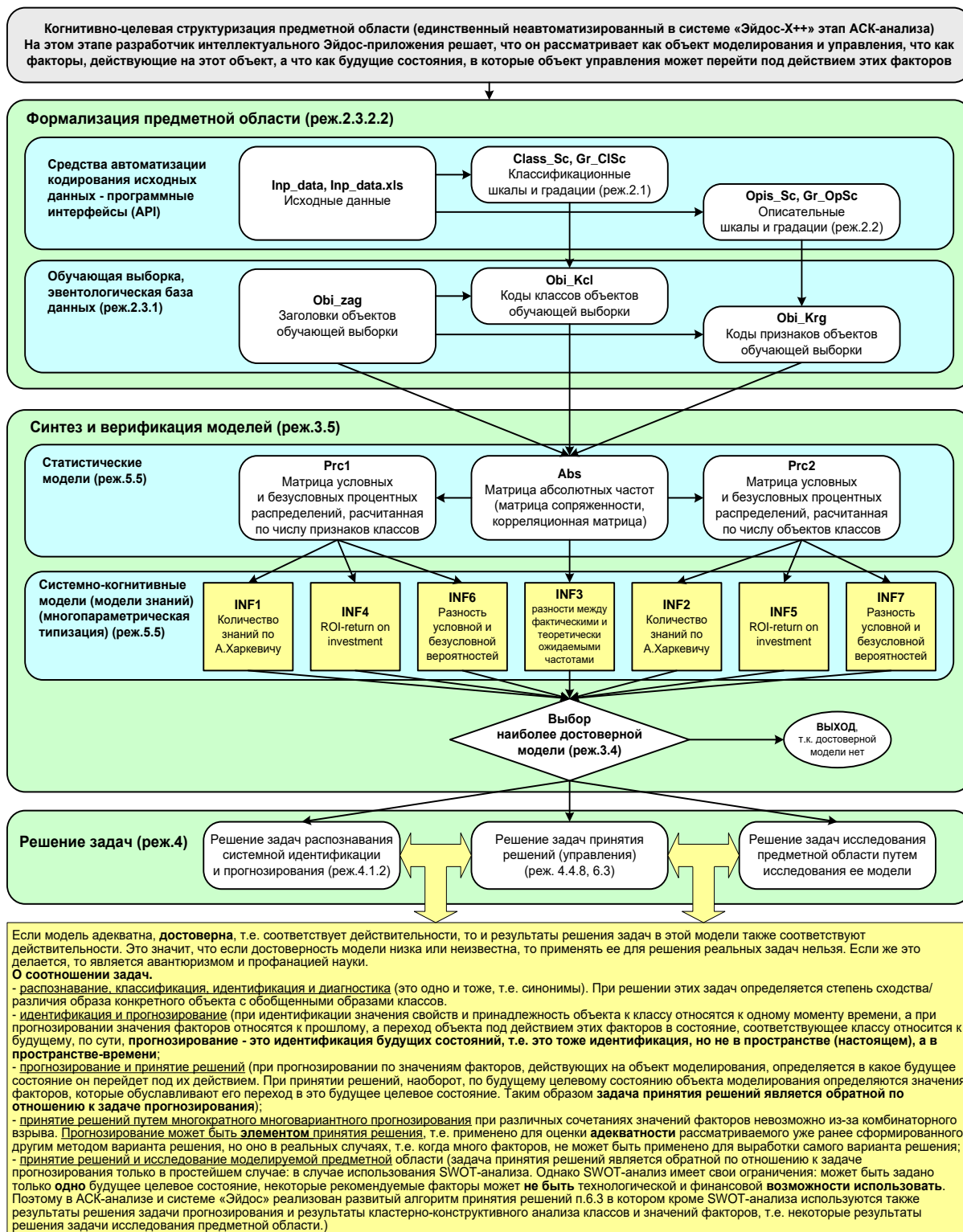
8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

Для данной работы особое значение имеет решение подзадачи 8.1, т.к. она позволяет детально исследовать влияние каждого значения каждого фактора на физико-механические свойства бетона и его стоимость.

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»**



### 3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

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

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

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

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

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

##### Статичная интерпретация и терминология:

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

##### Динамичная интерпретация и терминология:

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

##### Обобщающая терминология:

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

В данной работе в качестве *объекта моделирования* выступает бетон, в качестве *факторов* его состав (таблица 1), а в качестве *результатов* действия этих факторов физико-механические свойства бетона и его стоимость (таблица 2):

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

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	ПОРОДА ЩЕБНЯ
2	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ
3	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ
4	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ
5	КОЭФФ. G РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН
6	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ
7	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ
8	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ
9	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ
10	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ
11	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ
12	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ
13	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ
14	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ

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

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

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ
2	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ
3	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.
4	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.
5	МАРКА ПО ВОДОНЕПР
6	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА
7	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.
8	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ
9	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК
10	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.
11	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ
12	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ
13	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ
14	СТОИМ. ПЕСКА РУБ
15	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ
16	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ

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

### 3.2. Задача-2. Формализация предметной области

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

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

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

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем Excel-таблицы из работы [26]<sup>9</sup> (см. таблицы 3 и 4):

**Таблица 3 – Исходные данные по влиянию состава бетона на его физико-механические свойства и стоимость**

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following content:

- Header:** Microsoft Excel - 1-Расчет БСГ по программе Пастухова НГ-1 - укороч-копия
- Menu:** Файл, Правка, Вид, Вставка, Формат, Сервис, Данные, Окно, Справка, Adobe PDF
- Formulas:**
  - 4. К1 - определяем значение этого коэффициента исходя из того, какой тип добавки мы применяем в паспорте на химию добавки, указывается обычно на сколько снижается водопоглощение бетонной смеси при применении этой добавки. Обычно значение этого коэф. в от 0,75 до 0,8.
  - 5. К2 - коэффициент, позволяющий вводить произвольную химию добавки на повышение прочности бетона. Значения этого коэф. указывается в паспорте на химию добавки, обычно он устанавливается в размере от 1,05 до 1,2.
  - 6. Плотность химию добавки в г/см3. Этот показатель вводится непосредственно в формулу во все ячейки столбца "Z".
- Text:**
  - Четвертый этап: Значения выделенных коэффициентов вносятся в соответствующие графы таблицы.
  - Пятый этап: Программа и формулы введенные в соответствующие ячейки считывает все введенные данные и выдает окончательные результаты.
  - Шестой этап: Следом за этим ячейки со скрытыми формулами появляются правильный состав бетонной смеси.
- Table: Расчет себестоимости 1м3 товарного бетона**

Наименование материала	Средняя цена, руб/м3	Масса материала, кг/м3	Цена за кг, руб	Стоимость, руб
Цемент марки М-500	1000	2700	0,88	2376
Щебень фракция 5-20 мм	1000	2600	0,50	1300
Щебень фракция 20-40 мм	900	2600	0,50	1170
Песок чистый класс 0,2	900	2700	0,50	1350
- Table: Таблица №2**

Класс бетона	Объем, м3	Цемент, кг	Щебень, кг	Песок, кг	Вода, л	Доп. материалы, кг	Стоимость, руб
B7,5	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B10	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B15	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B20	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B25	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B30	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B35	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B40	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B45	100	2700	2600	2700	180	0	5070
B50	100	2700	2600	2700	180	0	5070

Источник: [25]: <https://i.ytimg.com/vi/fLZJImHTALQ/maxresdefault.jpg>

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

**Таблица 4 – Таблица исходных данных в стандарте системы «Эйдос» (фрагмент)**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AI		
1	Марка бетона	Класс прочности при сжатии	Марка по прочности	Марка по удобнотелу	Марка по морозост.	Марка по водонепр.	Марка по долговечности	Водопроницаемость	ВЛД водонепроницаемость	Водопроницаемость	К1 - коэфф. улета хим. добавок	К2 - коэфф. улета х.д. на прощ.	Марка бет. смеси М	Степень износост.	Средн. стоимость БСГ	Плотность бетона	Коэфф. пустотности	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	Коэфф. Г	
2	B-7.5	B-7.5	100/СЖ2	F50	W2	400	1.12	140	0.9	1.16	100	320	26	844.7	296.1	39.3	1500.4	известняк	0.49	2650	1340	1.1	2620	0.55	124.9	3100	112	1239	889	126	1.0	0.01	2367	0.97	1.12		
3	B-7.5	B-7.5	100/СЖ2	F50	W2	400	1.12	140	0.9	1.16	100	320	26	844.7	296.1	39.3	1500.4	известняк	0.49	2650	1340	1.1	2620	0.55	124.9	3100	112	1239	889	126	1.0	0.01	2367	0.97	1.12		
4	B-7.5	B-7.5	100/Ж1	F50	W2	400	1.12	170	0.9	1.16	100	388.89	1048.2	206.6	47.8	1785.5	300.6	47.8	1785.5	известняк	0.49	2650	1340	1.3	2620	0.55	151.6	3100	136	1132	903	153	1.2	0.01	2325	0.97	1.36

**Примечание:** Полностью в MS Excel таблицу 4 можно скачать по ссылке: [http://lc.kubagro.ru/Source\\_data\\_applications/Applications-000391/Inp\\_data.xlsx](http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/Applications-000391/Inp_data.xlsx).

Таблица 4 имеет следующую структуру:

- каждая строка описывает одно наблюдение, т.е. один вид бетона определенного состава, всего 154 наблюдения;
- каждое **наблюдение** описывается одновременно двумя способами: с одной стороны значениями факторов, действующих на объект моделирования (лингвистические и числовые переменные, градации описательных шкал, бесцветный фон), а с другой стороны результатами действия этих факторов, т.е. физико-механические характеристики бетона и его стоимость, выраженными в текстовых и числовых шкалах в разных единицах измерения (желтый фон). Такая структура описания наблюдений в технологиях искусственного интеллекта называется «онтологией» и модели представлений знаний Марвина Мински (1975) называется «фрейм-экземпляр»;
- 1-я колонка – номер наблюдения (не является шкалой);
- колонки со 2-й по 17-ю – это классификационные шкалы – это шкалы *текстового* и *числового* типа описывающие *результаты* действия факторов, в данном случае физико-механические и стоимостные характеристики бетона в различных единицах измерения (таблица 2). В общем случае в исходных данных может быть значительно больше классификационных шкал, описывающих результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении [8]: например количество и качество продукции, прибыль и рентабельность. В

системе «Эйдос» существует не очень жесткое ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

– колонки с 18-й по 35-ю – это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования (таблица 1). Эти шкалы имеют числовой и текстовый тип и их градациями являются лингвистические и числовые переменные;

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

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

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

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

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

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

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 7):

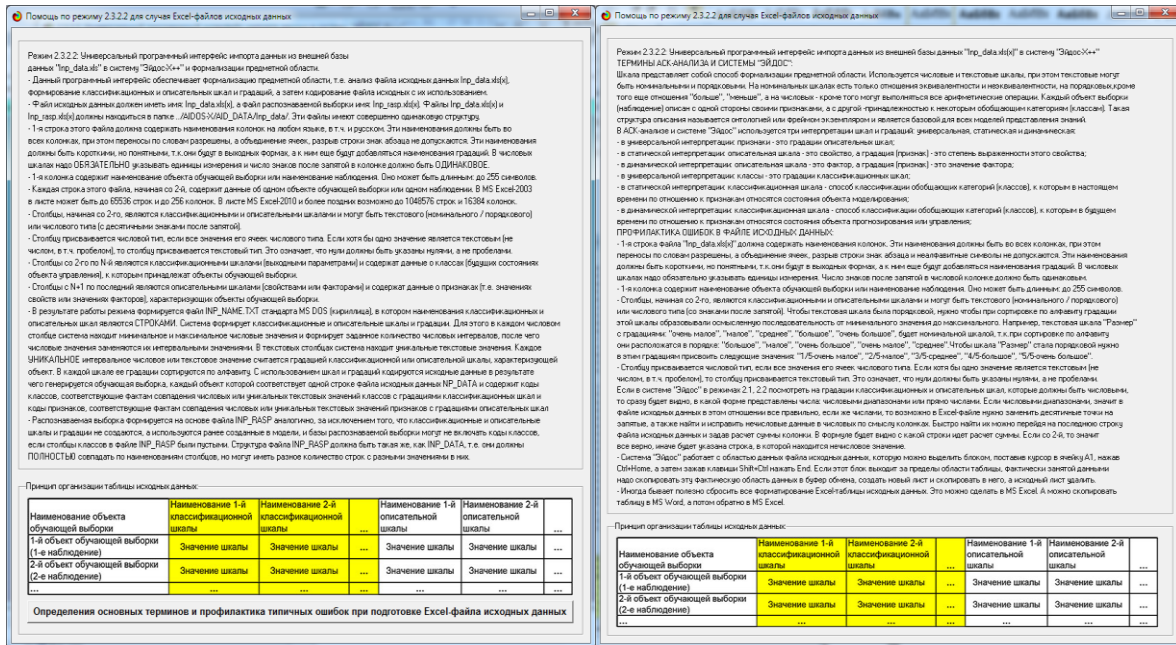


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос» с *реальными параметрами*, использованными в данной работе, приведены на рисунках 8.

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 8.

На 2-м рисунке 8 указано, что в описательных шкалах суммарное количество градаций 95, а в таблице 6 их приведено лишь 75. Это потому, что в некоторых описательных шкалах есть градации «Пробел» или нули, которые в соответствии с параметрами на 1-м рисунке 8 рассматриваются не как значащие, а как *отсутствие данных*.

*Под несбалансированностью данных понимается неравномерность распределения значений свойств объекта моделирования или действующих на него факторов по диапозону 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).*

2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "Эйдос-Х++"

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

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

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

— Задайте параметры:

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

**Требования к файлу исходных данных**

— Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:   
 Конечный столбец классификационных шкал:

— Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:   
 Конечный столбец описательных шкал:

— Задайте режим:

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

— Задайте способ выбора размера интервалов:

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

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

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

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

— Интерпретация TXT-полей классов:

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

— Интерпретация TXT-полей признаков:

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

— Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

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

---

2.3.2.2. Задание размерности модели системы "Эйдос-Х++"

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

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [97 классов x 95 признаков]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс.шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис.шкалу
Числовые	12	60	5,00	17	85	5,00
Текстовые	4	37	9,25	1	10	10,00
ВСЕГО:	16	97	6,06	18	95	5,28

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

В классификационных шкалах:  В описательных шкалах:

---

2.3.2.2. Процесс импорта данных из внешней БД "Inp\_data" в систему "Эйдос-Х++"

— Стадии исполнения процесса

1/3: Формирование классификационных и описательных шкал и градаций на основе БД "Inp\_data"- Готово  
 2/3: Генерация обучающей выборки и базы событий "EventsKO" на основе БД "Inp\_data"- Готово  
 3/3: Переиндексация всех баз данных нового приложения- Готово

**ПРОЦЕСС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!**

— Прогноз времени исполнения

Начало: 16:54:19 Окончание: 16:54:29

100%

Прошло: 0:00:09 Осталось: 0:00:00

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

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

KOD_CLS	NAME_CLS
1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В-7,5
3	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В 12,5
4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
5	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В15
6	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В20
7	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В22,5
8	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В25
9	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В30
10	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В35
11	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В40
12	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М 100
13	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М100
14	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М150
15	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М200
16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-{100.0000000, 190.0000000}
17	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-2/5-{190.0000000, 280.0000000}
18	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-3/5-{280.0000000, 370.0000000}
19	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-4/5-{370.0000000, 460.0000000}
20	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-5/5-{460.0000000, 550.0000000}
21	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-Ж1
22	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П2
23	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П3
24	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П4
25	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П5 б. нас.
26	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П5 б.нас
27	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П5(б нас)
28	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-СЖ-2
29	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-СЖ2
30	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F100
31	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F150
32	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F200
33	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F25
34	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F50
35	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F75
36	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W 4
37	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W10
38	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W12
39	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W2
40	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W4
41	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W6
42	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W8
43	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-1/5-{400.0000000, 420.0000000}
44	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-2/5-{420.0000000, 440.0000000}
45	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-3/5-{440.0000000, 460.0000000}
46	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-4/5-{460.0000000, 480.0000000}
47	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-5/5-{480.0000000, 500.0000000}
48	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-1/5-{0.4496124, 0.6055473}
49	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-2/5-{0.6055473, 0.7614823}
50	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-3/5-{0.7614823, 0.9174172}



51	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-4/5-{0.9174172, 1.0733522}
52	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-5/5-{1.0733522, 1.2292871}
53	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-1/5-{140.0000000, 160.0000000}
54	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-2/5-{160.0000000, 180.0000000}
55	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-3/5-{180.0000000, 200.0000000}
56	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-4/5-{200.0000000, 220.0000000}
57	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-5/5-{220.0000000, 240.0000000}
58	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-1/5-{0.8000000, 0.8200000}
59	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-2/5-{0.8200000, 0.8400000}
60	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-3/5-{0.8400000, 0.8600000}
61	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-4/5-{0.8600000, 0.8800000}
62	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-5/5-{0.8800000, 0.9000000}
63	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-1/5-{1.0000000, 1.0320000}
64	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-2/5-{1.0320000, 1.0640000}
65	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-3/5-{1.0640000, 1.0960000}
66	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-4/5-{1.0960000, 1.1280000}
67	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-5/5-{1.1280000, 1.1600000}
68	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-1/5-{100.0000000, 190.0000000}
69	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-2/5-{190.0000000, 280.0000000}
70	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-3/5-{280.0000000, 370.0000000}
71	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-4/5-{370.0000000, 460.0000000}
72	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-5/5-{460.0000000, 550.0000000}
73	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-1/5-{320.2631661, 547.2705329}
74	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-2/5-{547.2705329, 774.2778997}
75	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-3/5-{774.2778997, 1001.2852664}
76	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-4/5-{1001.2852664, 1228.2926332}
77	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-5/5-{1228.2926332, 1455.3000000}
78	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-1/5-{722.2309967, 807.1684162}
79	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-2/5-{807.1684162, 892.1058357}
80	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-3/5-{892.1058357, 977.0432552}
81	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-4/5-{977.0432552, 1061.9806747}
82	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-5/5-{1061.9806747, 1146.9180942}
83	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-1/5-{183.6644758, 252.0263806}
84	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-2/5-{252.0263806, 320.3882855}
85	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-3/5-{320.3882855, 388.7501903}
86	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-4/5-{388.7501903, 457.1120952}
87	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-5/5-{457.1120952, 525.4740000}
88	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-1/5-{35.8744514, 62.9995611}
89	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-2/5-{62.9995611, 90.1246708}
90	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-3/5-{90.1246708, 117.2497806}
91	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-4/5-{117.2497806, 144.3748903}
92	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-5/5-{144.3748903, 171.5000000}
93	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-1/5-{1107.5740322, 1418.7886437}
94	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-2/5-{1418.7886437, 1730.0032553}
95	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-3/5-{1730.0032553, 2041.2178668}
96	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-4/5-{2041.2178668, 2352.4324784}
97	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-5/5-{2352.4324784, 2663.6470899}

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

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (полностью)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	ПОРОДА ЩЕБНЯ-гранит
2	ПОРОДА ЩЕБНЯ-известн
3	ПОРОДА ЩЕБНЯ-известняк
4	ПОРОДА ЩЕБНЯ-Песок
5	ПОРОДА ЩЕБНЯ-СМС
6	ПОРОДА ЩЕБНЯ-тв.п, гран
7	ПОРОДА ЩЕБНЯ-тв.п.гран
8	ПОРОДА ЩЕБНЯ-тв.породы
9	ПОРОДА ЩЕБНЯ-щеб.грав
10	ПОРОДА ЩЕБНЯ-щеб.грав.
11	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-1/5-{0.4669118, 0.4723974}
12	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-2/5-{0.4723974, 0.4778829}
13	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-3/5-{0.4778829, 0.4833685}
14	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-4/5-{0.4833685, 0.4888540}
15	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-5/5-{0.4888540, 0.4943396}
16	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-{2650.0000000, 2664.0000000}
17	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-2/5-{2664.0000000, 2678.0000000}
18	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-3/5-{2678.0000000, 2692.0000000}
19	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-4/5-{2692.0000000, 2706.0000000}
20	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5-{2706.0000000, 2720.0000000}
21	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-1/5-{1340.0000000, 1362.0000000}
22	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-2/5-{1362.0000000, 1384.0000000}
23	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-3/5-{1384.0000000, 1406.0000000}
24	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-4/5-{1406.0000000, 1428.0000000}
25	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-5/5-{1428.0000000, 1450.0000000}
26	КОЭФФ. G РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-1/5-{1.1000000, 1.1920000}
27	КОЭФФ. G РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-2/5-{1.1920000, 1.2840000}
28	КОЭФФ. G РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-3/5-{1.2840000, 1.3760000}
29	КОЭФФ. G РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-4/5-{1.3760000, 1.4680000}
30	КОЭФФ. G РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-5/5-{1.4680000, 1.5600000}
31	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ X ДОБ. КГ/М КУБ-1/5-{113.8871473, 197.8683385}
32	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ X ДОБ. КГ/М КУБ-2/5-{197.8683385, 281.8495297}
33	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ X ДОБ. КГ/М КУБ-3/5-{281.8495297, 365.8307210}
34	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ X ДОБ. КГ/М КУБ-4/5-{365.8307210, 449.8119122}
35	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ X ДОБ. КГ/М КУБ-5/5-{449.8119122, 533.7931034}
36	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-1/5-{102.4984326, 179.9987461}
37	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-2/5-{179.9987461, 257.4990596}
38	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-3/5-{257.4990596, 334.9993730}
39	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-4/5-{334.9993730, 412.4996865}
40	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-5/5-{412.4996865, 490.0000000}
41	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-{1017.9897151, 1062.1062633}
42	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-2/5-{1062.1062633, 1106.2228115}
43	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-3/5-{1106.2228115, 1150.3393596}
44	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-4/5-{1150.3393596, 1194.4559078}
45	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5-{1194.4559078, 1238.5724560}
46	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-1/5-{551.5449724, 756.8359779}
47	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-2/5-{756.8359779, 962.1269834}
48	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-3/5-{962.1269834, 1167.4179890}
49	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-4/5-{1167.4179890, 1372.7089945}
50	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-5/5-{1372.7089945, 1578.0000000}

51	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-1/5-{126.000000, 154.800000}
52	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-2/5-{154.800000, 183.600000}
53	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-3/5-{183.600000, 212.400000}
54	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-4/5-{212.400000, 241.200000}
55	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-5/5-{241.200000, 270.000000}
56	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-1/5-{0.9318039, 1.7254431}
57	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-2/5-{1.7254431, 2.5190823}
58	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-3/5-{2.5190823, 3.3127216}
59	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-4/5-{3.3127216, 4.1063608}
60	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-5/5-{4.1063608, 4.9000000}
61	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-1/5-{2068.480000, 2129.4506545}
62	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-2/5-{2129.4506545, 2190.4213090}
63	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-3/5-{2190.4213090, 2251.3919636}
64	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-4/5-{2251.3919636, 2312.3626181}
65	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-5/5-{2312.3626181, 2373.3332726}
66	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-1/5-{0.9700000, 0.9760000}
67	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-2/5-{0.9760000, 0.9820000}
68	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-3/5-{0.9820000, 0.9880000}
69	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-4/5-{0.9880000, 0.9940000}
70	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-5/5-{0.9940000, 1.0000000}
71	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-1/5-{1.0249843, 1.7999874}
72	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-2/5-{1.7999874, 2.5749906}
73	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-3/5-{2.5749906, 3.3499937}
74	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-4/5-{3.3499937, 4.1249969}
75	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-5/5-{4.1249969, 4.9000000}

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

Таблица 7 – Обучающая выборка (полностью)

NAME_OBI	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30	N31	N32	N33	N34	N35
B-7,5	2	16	29	34	39	43	52	53	62	67	68	73	79	84	88	94	3	15	16	21	26			31	36	45	47	51	56	65	66	71		
B-7,5	2	16	29	34	39	43	52	53	62	67	68	73	82	84	88	95	6	15	16	21	26			31	36	45	47	51	56	65	66	71		
B-7,5	2	16	21	34	39	43	52	54	62	67	68	73	81	84	88	95	6	15	16	21	28			31	36	43	47	51	56	65	66	71		
B-7,5	2	16	22	34	39	43	52	56	62	67	68	73	81	84	88	95	3	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	23	34	39	43	52	56	62	67	68	73	78	84	88	94	3	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	24	34	39	43	52	57	62	67	68	73	78	83	89	94	3	15	16	21	28			32	37	43	46	53	56	64	66	72		
B-7,5	2	16	22	34	39	43	52	56	62	67	68	73	81	84	88	95	6	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	23	34	39	43	52	56	62	67	68	73	81	84	88	95	6	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	24	34	39	43	52	57	62	67	68	73	81	83	89	95	6	15	16	21	28			32	37	43	46	53	56	64	66	72		
B-7,5	2	16	22	34	39	43	52	56	62	67	68	73	80	84	88	94	9	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	23	34	39	43	52	56	62	67	68	73	80	84	88	94	9	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	24	34	39	43	52	57	62	67	68	73	80	83	89	94	9	15	16	21	28			32	37	43	46	53	56	64	66	72		
B-7,5	2	16	28	34	39	47	52	53	62	67	68	73	79	84	88	94	3	15	16	21	26			31	36	45	47	51	56	65	66	71		
B-7,5	2	16	29	34	39	47	52	53	62	67	68	73	82	84	88	95	6	15	16	21	26			31	36	45	47	51	56	65	66	71		
B-7,5	2	16	21	34	39	47	52	54	62	67	68	73	78	84	88	94	3	15	16	21	28			31	36	43	47	51	56	65	66	71		
B-7,5	2	16	22	34	39	47	52	56	62	67	68	73	78	84	88	94	3	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	23	34	39	47	52	56	62	67	68	73	78	84	88	94	3	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	24	34	39	47	52	57	62	67	68	73	78	83	88	94	3	15	16	21	28			31	36	43	46	53	56	63	66	71		
B-7,5	2	16	22	34	39	47	52	56	62	67	68	73	81	84	88	95	6	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	23	34	39	47	52	56	62	67	68	73	81	84	88	95	6	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	24	34	39	47	52	57	62	67	68	73	81	83	88	95	6	15	16	21	28			31	36	43	46	53	56	63	66	71		
B-7,5	2	16	22	34	39	47	52	56	62	67	68	73	80	84	88	94	9	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	23	34	39	47	52	56	62	67	68	73	80	84	88	95	9	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
B-7,5	2	16	24	34	39	47	52	57	62	67	68	73	80	83	88	95	9	15	16	21	28			31	36	43	47	53	56	64	66	71		
M 100	12	16	23	33	39	43						75		87	90	93	4									38		50	55	58	61	70	73	
M100	13	16	23	33	39	47						75		87	89	94	4									37		50	54	57	61	70	72	
M150	14	16	23	34	39	43						76		87	91	95	4								39		50	55	59	62	70	74		
M150	14	16	23	34	39	47						76		87	91	95	4								39		50	55	59	62	70	74		
M200	15	17	23	34	39	43						77		87	92	96	4								40		50	55	60	63	70	75		
M200	15	17	23	34	39	47						77		87	92	96	4								40		50	55	60	63	70	75		



B22,5	7	18	24	30	40	43	48	57	62	67	70	76	79	83	91	96	10	15	16	21	30			33	39	41	46	53	58	64	66	74
B22,5	7	18	22	30	41	43	48	56	62	67	70	75	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B22,5	7	18	23	30	41	43	48	56	62	67	70	75	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B22,5	7	18	24	30	41	43	48	57	62	67	70	76	80	83	91	96	7	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B22,5	7	18	26	30	41	43	48	57	62	67	70	76	80	83	91	97	7	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B22,5	7	18	21	30	41	47	49	54	62	67	70	74	80	84	89	96	7	15	16	21	30			32	37	41	47	51	57	65	66	72
B22,5	7	18	21	30	41	47	49	54	62	67	70	74	80	84	89	93	5	15	16	21	30			32	37	41	47	51	57	65	66	72
B22,5	7	18	22	30	40	47	49	56	62	67	70	75	79	84	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	47	53	57	64	66	73
B22,5	7	18	23	30	40	47	49	56	62	67	70	75	79	83	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B22,5	7	18	24	30	40	47	49	57	62	67	70	75	79	83	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B22,5	7	18	22	30	41	47	49	56	62	67	70	75	80	84	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	47	53	57	64	66	73
B22,5	7	18	23	30	41	47	49	56	62	67	70	75	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B22,5	7	18	24	30	41	47	49	57	62	67	70	75	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B22,5	7	18	26	30	41	47	49	57	62	67	70	76	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	21	31	41	47	49	54	62	67	70	74	80	84	89	96	7	15	16	21	30			32	37	41	47	51	57	65	66	72
B25	8	18	21	31	42	47	49	54	62	67	70	74	79	84	89	95	10	15	16	21	30			32	37	41	47	51	57	65	66	72
B25	8	18	22	31	41	47	49	56	62	67	70	75	80	84	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	47	53	58	64	66	73
B25	8	18	23	31	41	47	49	56	62	67	70	75	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	24	31	41	47	49	57	62	67	70	75	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	22	31	42	47	49	56	62	67	70	75	79	84	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	47	53	58	64	66	73
B25	8	18	23	31	42	47	49	56	62	67	70	75	79	83	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	24	31	42	47	49	57	62	67	70	75	79	83	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	25	31	41	47	49	57	62	67	70	76	80	83	91	96	10	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B25	8	18	25	31	41	47	49	57	62	67	70	76	79	83	91	96	10	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B25	8	18	21	31	41	47	49	54	62	67	70	75	80	84	89	96	7	15	16	21	30			32	37	41	47	51	57	65	66	72
B25	8	18	21	31	42	47	49	54	62	67	70	75	79	84	89	95	10	15	16	21	30			32	37	41	47	51	57	65	66	72
B25	8	18	22	31	41	47	49	56	62	67	70	75	80	84	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	47	53	58	64	66	73
B25	8	18	23	31	41	47	49	56	62	67	70	76	80	83	90	96	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	24	31	41	47	49	57	62	67	70	76	80	83	90	97	7	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	22	31	42	47	49	56	62	67	70	75	79	84	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	47	53	58	64	66	73
B25	8	18	23	31	42	47	49	56	62	67	70	76	79	83	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	24	31	42	47	49	57	62	67	70	76	79	83	90	96	10	15	16	21	30			33	38	41	46	53	58	64	66	73
B25	8	18	25	31	42	47	49	57	62	67	70	76	80	83	91	97	7	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B25	8	18	25	31	42	47	49	57	62	67	70	76	79	83	91	96	10	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B30	9	19	23	32	37	47	48	56	62	67	71	75	80	83	91	96	1	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B30	9	19	24	32	42	47	48	57	62	67	71	76	80	83	91	96	8	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B30	9	19	25	32	42	47	48	57	62	67	71	76	80	83	91	97	8	15	16	21	30			34	39	41	46	54	59	64	66	74
B30	9	19	24	32	37	47	48	57	62	67	71	76	80	83	91	96	1	15	16	21	30			34	39	41	46	53	58	64	66	74
B30	9	19	25	32	37	47	48	57	62	67	71	76	80	83	91	97	1	15	16	21	30			34	39	41	46	54	59	64	66	74
B35	10	19	23	32	37	47	48	56	62	67	71	76	80	83	91	97	8	15	16	21	30			34	39	41	46	53	59	64	66	74
B35	10	19	24	32	37	47	48	57	62	67	71	76	80	83	91	97	8	15	16	21	30			34	39	41	46	53	59	64	66	74
B35	10	19	25	32	37	47	48	57	62	67	71	76	80	83	92	97	8	15	16	21	30			35	40	41	46	54	59	64	66	75
B35	10	19	24	32	37	47	48	57	62	67	71	76	80	83	91	97	1	15	16	21	30			34	39	41	46	53	59	64	66	74
B35	10	19	25	32	37	47	48	57	62	67	71	76	80	83	92	97	1	15	16	21	30			35	40	41	46	54	59	64	66	75
B40	11	20	23	32	38	47	48	56	62	67	72	76	80	83	92	97	7	15	16	21	30			35	40	41	46	53	59	64	66	75
B40	11	20	24	32	38	47	48	57	62	67	72	77	80	83	92	97	7	15	16	21	30			35	40	41	46	53	59	64	66	75
B40	11	20	25	32	38	47	48	57	62	67	72	77	80	83	92	97	7	15	16	21	30			35	40	41	46	54	60	64	66	75

*Источник:* c:\Aidos-X\AID\_DATA\A000001\System\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

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).

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

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

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

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

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

На практике часто встречается существенная несбалансированность данных, под которой понимается сильно отличающееся количество наблюдений объектов обучающейся выборки, относящихся к различным градациям одной классификационной или описательной шкалы. Поэтому решать задачу на основе непосредственно матрицы абсолютных частот (таблица 8) было бы очень неразумно 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	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
<b>INF2</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект $j$ -го класса, то у него будет обнаружен $i$ -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
<b>INF3</b> , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	...	$I_{ij} = N_{ij} - \bar{N}_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
<b>INF4</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
<b>INF5</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
<b>INF6</b> , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$
<b>INF7</b> , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$



**Обозначения к таблице:***i* – значение прошлого параметра;*j* – значение будущего параметра;*N<sub>ij</sub>* – 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<sub>i</sub>* – количество встреч *i*-м значения прошлого параметра по всей выборке;*N<sub>j</sub>* – 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<sub>ij</sub>* – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения *i*-го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее *j*-му значению будущего параметра;*Ψ* – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;*P<sub>i</sub>* – безусловная относительная частота встречи *i*-го значения прошлого параметра в обучающей выборке;*P<sub>ij</sub>* – 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	...	<i>j</i>	...	<i>W</i>	
Значения факторов	1	<i>I<sub>11</sub></i>		<i>I<sub>1j</sub></i>		<i>I<sub>1W</sub></i>	$\sigma_{1\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{1j} - \bar{I}_1)^2}$
	...						
	<i>i</i>	<i>I<sub>i1</sub></i>		<i>I<sub>ij</sub></i>		<i>I<sub>iW</sub></i>	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
	...						
<i>M</i>	<i>I<sub>M1</sub></i>		<i>I<sub>Mj</sub></i>		<i>I<sub>MW</sub></i>	$\sigma_{M\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{Mj} - \bar{I}_M)^2}$	
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<sub>j</sub>* рассматривается как суммарное количество или признаков, или объектов обучающей выборки в *j*-м классе, а **нормировка к нулю** (для аддитивных интегральных критериев), если нет связи между наличием признака и принадлежностью объекта к классу, осуществляется либо логарифмированием, либо вычитанием единицы (таблица 12).

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

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

Обратим особое внимание на то, что сравнение фактических и теоретических абсолютных частот путем деления приводит при нормировках к нулю (что нужно для применения аддитивных интегральных критериев) путем взятия логарифма и путем вычитания 1 к *тем же самым* моделям, что и сравнение условных и безусловных относительных частот путем деления с теми же самыми способами нормировки. Таким образом, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и провести нормировку к 0 путем взятия логарифма и путем вычитания 1, то получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Других же системно-когнитивных моделей, рассчитываемых на основе приведенных статистических моделей просто нет. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра. *Под конфигуратором В.А.Лефевр понимал минимальный полный набор понятийных шкал или конструктов, т.е. понятий, достаточный для адекватного описания предметной области* [4]<sup>10</sup>. Необходимо отметить, что все эти модели рассчитываются в интеллектуальной системе «Эйдос».

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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):

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

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 конфигурактор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра, содержащий минимальное количество

моделей, позволяющих полно описать моделируемую предметную область.

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

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

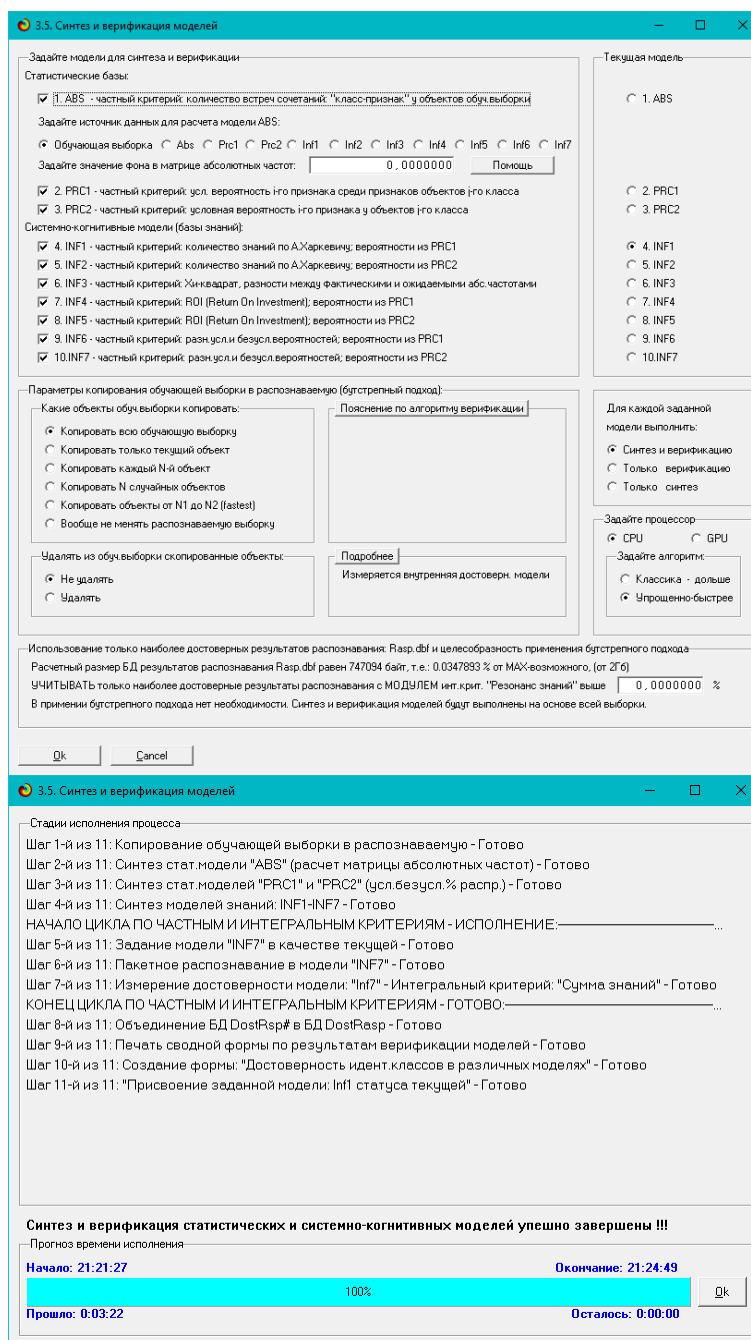


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

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

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	2. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 7,5	3. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	4. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	5. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 15	6. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 20	7. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 22,5	8. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 25	9. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 30	10. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 35	
1.0	Порода ШЕЕНЯ-грант							3.0			3.0	2.0
2.0	Порода ШЕЕНЯ-известняк	2.0			6.0	8.0	6.0					
3.0	Порода ШЕЕНЯ-известняк		9.0									
4.0	Порода ШЕЕНЯ-Песок											
5.0	Порода ШЕЕНЯ-СМС							1.0				
6.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. гран		9.0									
7.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. гран	1.0		1.0	6.0	10.0	12.0	10.0	10.0			
8.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. породы										2.0	3.0
9.0	Порода ШЕЕНЯ-шеб. грае		6.0		6.0	6.0	3.0					
10.0	Порода ШЕЕНЯ-шеб. грае						3.0	7.0	10.0			
11.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-1/5-10.4669118.0.4723974						4.0					
12.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-2/5-10.4723974.0.4778823											
13.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-3/5-10.4778823.0.4833685											
14.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-4/5-10.4833685.0.4888540											
15.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-5/5-10.4888540.0.4943396	3.0	24.0	1.0	18.0	24.0	23.0	18.0	20.0	5.0	5.0	
16.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-1/5-(2650.0000000, 2654.0000000)	3.0	24.0	1.0	18.0	24.0	23.0	18.0	20.0	5.0	5.0	
17.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-2/5-(2684.0000000, 2678.0000000)											
18.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-3/5-(2678.0000000, 2632.0000000)											
19.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-4/5-(2632.0000000, 2706.0000000)											
20.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-5/5-(2706.0000000, 2720.0000000)											
21.0	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕЕНЯ-1/5-(1940.0000000, 1362.0000000)	3.0	24.0	1.0	18.0	24.0	23.0	18.0	20.0	5.0	5.0	

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

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	2. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 7,5	3. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	4. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	5. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 15	6. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 20	7. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 22,5	8. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 25	9. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 30	10. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 35	11. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 40	12. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 100
1.0	Порода ШЕЕНЯ-грант						11.111			60.000	40.000		
2.0	Порода ШЕЕНЯ-известняк	66.667			33.333	33.333	22.222						
3.0	Порода ШЕЕНЯ-известняк		37.500										
4.0	Порода ШЕЕНЯ-Песок												100.00
5.0	Порода ШЕЕНЯ-СМС						5.556						
6.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. гран		37.500										
7.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. гран	33.333		100.000	33.333	41.667	44.444	55.556	50.000			100.000	
8.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. породы									40.000	60.000		
9.0	Порода ШЕЕНЯ-шеб. грае		25.000		33.333	25.000	11.111	11.111	38.889	50.000			
10.0	Порода ШЕЕНЯ-шеб. грае						14.815						
11.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-1/5-10.4669118.0.4723974												
12.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-2/5-10.4723974.0.4778823												
13.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-3/5-10.4778823.0.4833685												
14.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-4/5-10.4833685.0.4888540												
15.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-5/5-10.4888540.0.4943396	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	85.185	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
16.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-1/5-(2650.0000000, 2654.0000000)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	85.185	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
17.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-2/5-(2684.0000000, 2678.0000000)												
18.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-3/5-(2678.0000000, 2632.0000000)												
19.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-4/5-(2632.0000000, 2706.0000000)												
20.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-5/5-(2706.0000000, 2720.0000000)						14.815						
21.0	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕЕНЯ-1/5-(1940.0000000, 1362.0000000)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	85.185	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

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

5.3. Модель: "4. INF1 - частный критерий: количество значений по А.Харкевичу; вероятности из PRC1"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	2. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 7,5	3. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	4. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	5. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 15	6. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 20	7. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 22,5	8. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 25	9. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 30	10. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 35
1.0	Порода ШЕЕНЯ-грант							0.465			1.533
2.0	Порода ШЕЕНЯ-известняк	0.959				0.520	0.520	0.263			
3.0	Порода ШЕЕНЯ-известняк		1.161								
4.0	Порода ШЕЕНЯ-Песок									1.384	
5.0	Порода ШЕЕНЯ-СМС										
6.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. гран		1.161								
7.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. гран	-0.037		0.659	-0.037	0.105	0.146	0.287	0.220		
8.0	Порода ШЕЕНЯ-г.п. породы										1.574
9.0	Порода ШЕЕНЯ-шеб. грае		0.367		0.550	0.367	-0.146	-0.115	0.678	0.837	
10.0	Порода ШЕЕНЯ-шеб. грае						1.086				
11.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-1/5-10.4669118.0.4723974										
12.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-2/5-10.4723974.0.4778823										
13.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-3/5-10.4778823.0.4833685										
14.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-4/5-10.4833685.0.4888540										
15.0	КОЗФФ. ПУСТОТН. ШЕЕНЯ-5/5-10.4888540.0.4943396	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	-0.075	0.026	0.026	0.026
16.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-1/5-(2650.0000000, 2654.0000000)	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	-0.075	0.026	0.026	0.026
17.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-2/5-(2684.0000000, 2678.0000000)										
18.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-3/5-(2678.0000000, 2632.0000000)										
19.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-4/5-(2632.0000000, 2706.0000000)										
20.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕЕНЯ КТМ КМБ-5/5-(2706.0000000, 2720.0000000)							1.086			
21.0	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕЕНЯ-1/5-(1940.0000000, 1362.0000000)	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	0.026	-0.075	0.026	0.026	0.026

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В12,5	2. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 7,5	3. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В 12,5	4. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В12,5	5. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В15	6. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В20	7. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В22,5	8. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В25	9. КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СКАТИИ В30
1.0	Порода ШЕБНЯ-гранит	-0.160	-1.279	-0.053	-0.959	-1.279	1.561	-0.959	-1.066	2.733
2.0	Порода ШЕБНЯ-известн	1.560	-3.518	-0.147	3.361	4.482	2.042	-2.639	-2.932	-0.733
3.0	Порода ШЕБНЯ-известнж	-0.180	7.561	-0.060	-1.079	-1.439	-1.619	-1.079	-1.199	-0.300
4.0	Порода ШЕБНЯ-Песок	-0.075	-0.600	-0.025	-0.450	-0.600	-0.675	-0.450	-0.500	-0.125
5.0	Порода ШЕБНЯ-СМС	-0.019	-0.150	-0.006	-0.112	-0.150	-0.169	0.888	-0.125	-0.031
6.0	Порода ШЕБНЯ-тв.п. гран	-0.180	7.561	-0.060	-1.079	-1.439	-1.619	-1.079	-1.199	-0.300
7.0	Порода ШЕБНЯ-тв.п.гран	-0.059	-8.475	0.647	-0.357	1.525	2.465	3.643	2.937	-1.766
8.0	Порода ШЕБНЯ-тв.п.породы	-0.100	-0.800	-0.033	-0.600	-0.800	-0.900	-0.600	-0.666	1.833
9.0	Порода ШЕБНЯ-щеб.грав	-0.420	2.642	-0.140	3.481	2.642	-0.778	-2.519	-2.799	-0.700
10.0	Порода ШЕБНЯ-щеб.грав.	-0.400	-3.198	-0.133	-2.399	-3.198	-0.598	4.601	7.335	-0.666
11.0	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ-1/5 (0.4669118, 0.4723974)	-0.080	-0.640	-0.027	-0.480	-0.640	3.280	-0.480	-0.533	-0.133
12.0	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ-2/5 (0.4723974, 0.4778829)									
13.0	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ-3/5 (0.4778829, 0.4833685)									
14.0	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ-4/5 (0.4833685, 0.4888540)									
15.0	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ-5/5 (0.4888540, 0.4943396)	0.123	0.982	0.041	0.737	0.982	-2.895	0.737	0.819	0.205
16.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-2/5 (2650.0000000, 2678.0000000)	0.123	0.982	0.041	0.737	0.982	-2.895	0.737	0.819	0.205
17.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-2/5 (2664.0000000, 2678.0000000)									
18.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-3/5 (2678.0000000, 2692.0000000)									
19.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-4/5 (2692.0000000, 2706.0000000)									
20.0	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5 (2706.0000000, 2720.0000000)	-0.080	-0.640	-0.027	-0.480	-0.640	3.280	-0.480	-0.533	-0.133
21.0	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕБНЯ-1/5 (1340.0000000, 1362.0000000)	0.123	0.982	0.041	0.737	0.982	-2.895	0.737	0.819	0.205

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

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

### 3.4. Задача-4. Верификация моделей

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

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

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

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF3 (хи-квадрат К.Пирсона) с интегральным критерием: «Сумма знаний»: L1=0.813 (рисунок 12). Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.

34. Обобщенная форма по довер. моделям при разн. крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Фигера Ван Рызбергера	Сумма модул. уровней сход. истинно-полож. решений (STP)	Сумма модул. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модул. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)	Сумма модул. уровней сход. ложно-отриц. решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сход. истинно-полож. решений	Средний модуль уровней сход. истинно-отриц. решений	Средний уровень ложно-полож. решен
1. ABS - частный критерий: количество встреч сометаний "клас...	Корреляция абс частот с обр...	0.335	1646.250	164.628	3771.859	4.590	0.304	0.997	0.466	0.687	0.137	0.000
1. ABS - частный критерий: количество встреч сометаний "клас...	Сумма абс частот по признак...	0.326	926.506		1192.697		0.437	1.000	0.608	0.382		0.000
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред...	Корреляция усл отн частот с о...	0.335	1646.250	164.628	3771.859	4.590	0.304	0.997	0.466	0.687	0.137	0.000
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред...	Сумма усл отн частот по признак...	0.326	1557.301		4558.426		0.255	1.000	0.406	0.642		0.000
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака...	Корреляция усл отн частот с о...	0.335	1646.267	164.628	3771.902	4.590	0.304	0.997	0.466	0.687	0.137	0.000
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака...	Сумма усл отн частот по признак...	0.326	1540.993		4477.168		0.256	1.000	0.408	0.635		0.000
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.620	492.127	1376.530	352.643	48.356	0.583	0.911	0.711	0.241	0.161	0.000
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.400	305.356	235.045	415.515	10.874	0.424	0.966	0.589	0.142	0.053	0.000
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.621	499.467	1382.603	359.604	48.239	0.581	0.912	0.710	0.245	0.161	0.000
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.408	352.842	287.264	469.160	12.769	0.429	0.965	0.594	0.163	0.062	0.000
6. INF3 - частный критерий: Мinkвадрат, разности между фактик...	Семантический резонанс зна...	0.607	957.589	1976.702	655.984	29.136	0.593	0.970	0.737	0.425	0.250	0.000
6. INF3 - частный критерий: Мinkвадрат, разности между фактик...	Сумма знаний	0.607	821.102	1155.673	355.570	20.999	0.698	0.975	0.813	0.364	0.146	0.000
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	0.636	489.901	1372.820	263.985	57.686	0.650	0.895	0.753	0.256	0.153	0.000
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	0.389	52.301	7.374	66.489	0.275	0.440	0.995	0.610	0.023	0.002	0.000
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	0.637	498.371	1369.259	268.409	57.901	0.650	0.896	0.753	0.259	0.153	0.000
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	0.394	82.904	13.828	101.914	0.522	0.449	0.994	0.618	0.037	0.004	0.000
9. INF6 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.553	853.120	1144.456	652.615	38.208	0.567	0.957	0.712	0.390	0.155	0.000
9. INF6 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.392	299.818	114.250	549.081	3.512	0.353	0.988	0.520	0.133	0.030	0.000
10. INF7 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	0.544	874.338	1172.374	671.813	44.693	0.565	0.951	0.709	0.406	0.160	0.000
10. INF7 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; ве...	Сумма знаний	0.391	469.831	215.991	841.669	7.171	0.358	0.985	0.525	0.211	0.055	0.000

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

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

На рисунках 13 приведены частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF3.

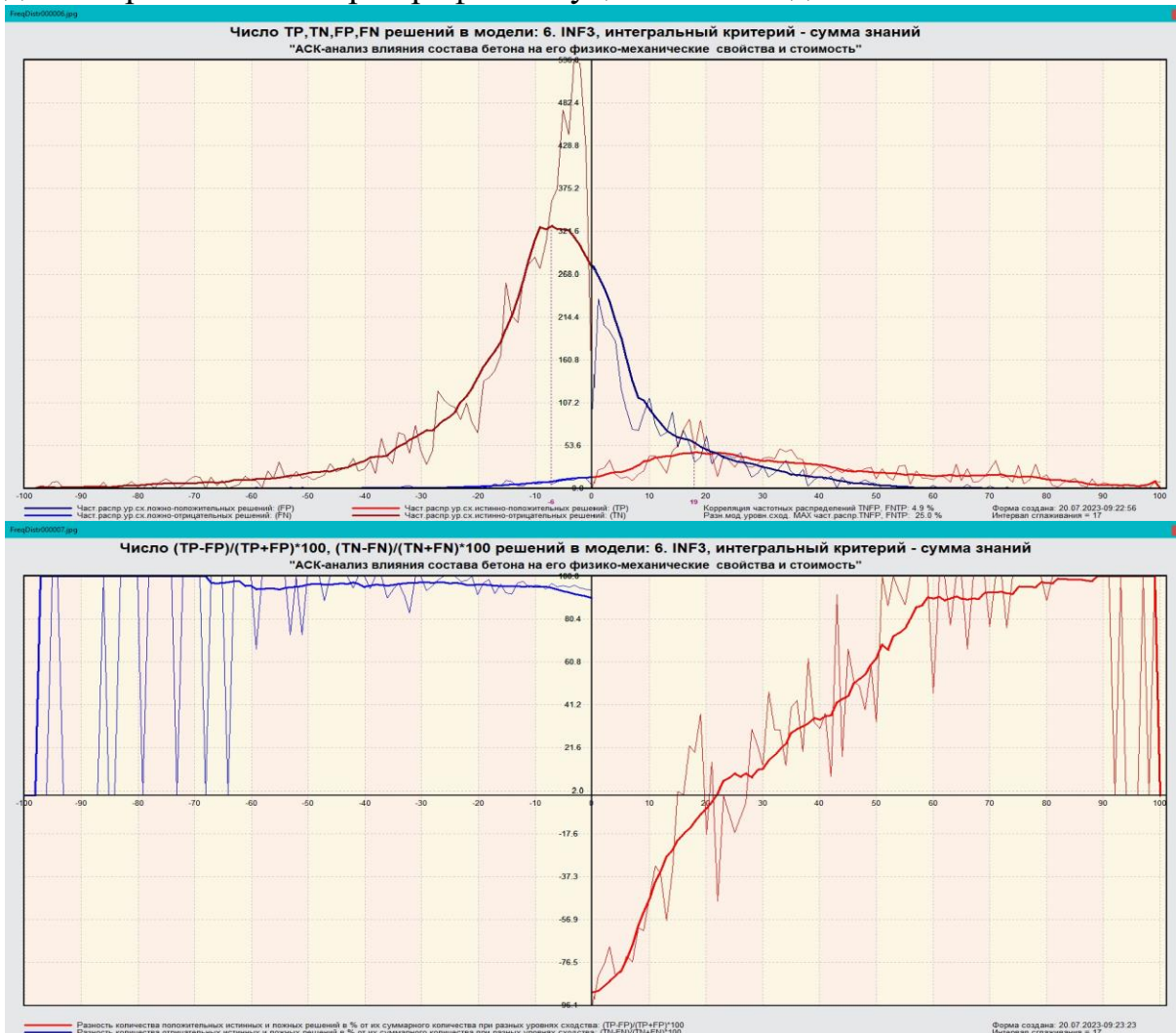


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF3



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

– отрицательные ложные решения вообще практически не встречаются не встречаются, за исключением очень небольшого `rjkbxtcdf` случаев с очень низкими уровнями различия –10-20%;

– при уровнях сходства меньше 20% преобладают ложные положительные решения, а при более высоких уровнях сходства – истинные положительные решения. При уровнях сходства выше 60% ложных положительных решений вообще нет;

– *чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Поэтому уровень сходства является адекватной внутренней мерой системы «Эйдос», так сказать адекватной мерой самооценки или аудита степени достоверности решений и уровня риска ошибочного решения.*

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

Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.3: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-X++"

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

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

РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.  
На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда 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 отнести 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  $\{0, 1\}$ :  

$$L_a = \frac{TP + TN - FP - FN}{TP + TN + FP + FN}$$
 (нормировка:  $\{-1, +1\}$ )  

$$L_b = \frac{1 + (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)}{2}$$
 (нормировка:  $\{0, 1\}$ )

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

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Ризбергена (колонка выделена ярко-голубым фоном):  

$$F\text{-мера} = 2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)$$
 - достоверность модели  
Precision = TP / (TP + FP) - точность модели;  
Recall = TP / (TP + FN) - полнота модели;

L1-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СУММ уровней сходства (колонка выделена ярко-зеленым фоном):  

$$L1\text{-мера} = 2 * (SPrecision * SRecall) / (SPrecision + SRecall)$$
  
SPrecision = STP / (STP + SFP) - точность с учетом сумм уровней сходства;  
SRecall = STP / (STP + SFN) - полнота с учетом сумм уровней сходства;  
STP - Сумма модулей сходства истинно-положительных решений; STN - Сумма модулей сходства истинно-отрицательных решений;  
SFP - Сумма модулей сходства ложно-положительных решений; SFN - Сумма модулей сходства ложно-отрицательных решений.

L2-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):  

$$L2\text{-мера} = 2 * (APrecision * ARecall) / (APrecision + ARecall)$$
  
APrecision = ATP / (ATP + AFP) - точность с учетом средних уровней сходства;  
ARecall = ATP / (ATP + AFN) - полнота с учетом средних уровней сходства;  
ATP = STP / TP - Среднее модулей сходства истинно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее модулей сходства истинно-отрицательных решений;  
AFP = SFP / FP - Среднее модулей сходства ложно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее модулей сходства ложно-отрицательных решений.

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

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

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

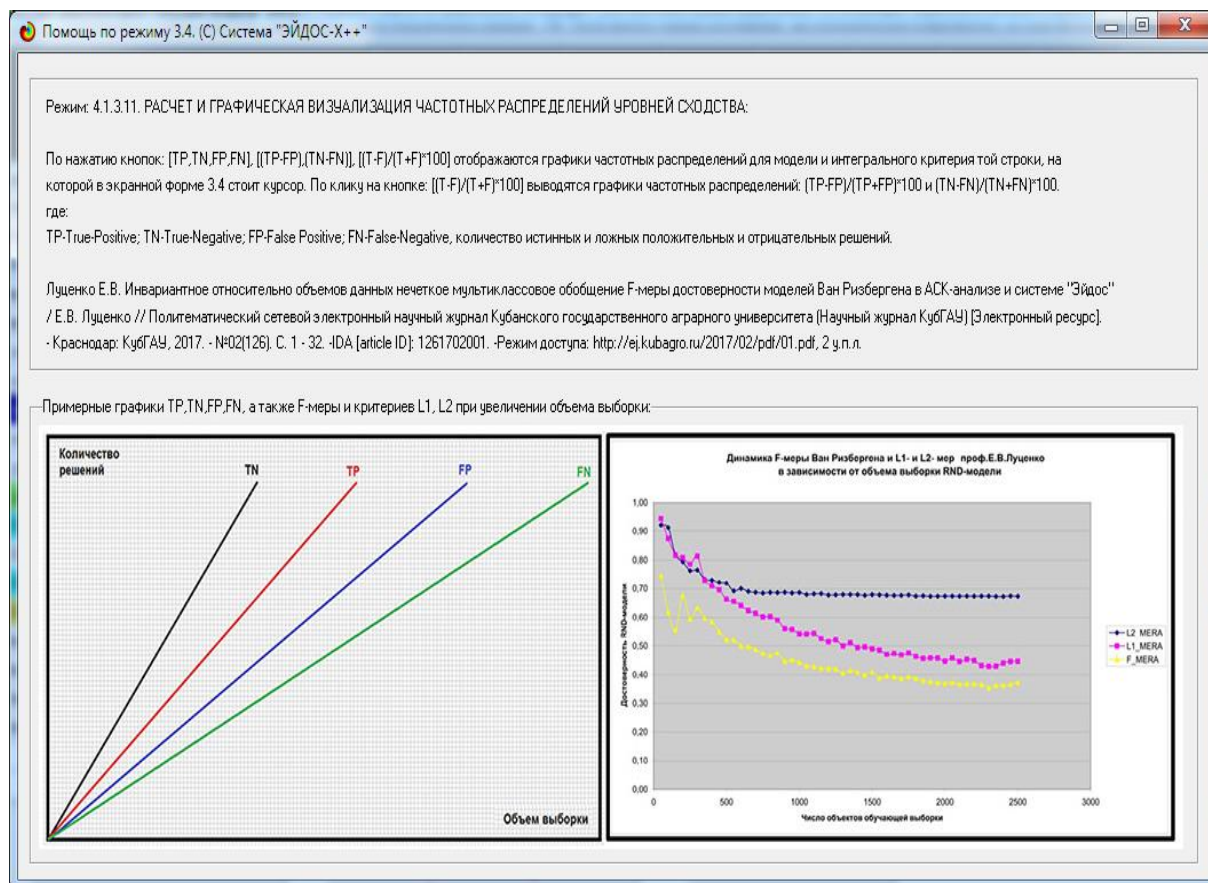


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

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

*Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.*

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

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

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



Рисунок 15. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

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

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

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

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

Сравнение осуществляется путем применения *неметрических интегральных критериев*, которых в настоящее время в системе «Эйдос» используется два. Эти интегральные критерии интересны тем, что корректны<sup>11</sup> в неортонормированных пространствах, которые всегда и встречаются на практике, и являются фильтрами подавления шума.

### 3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

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

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

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

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

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

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

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

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

<sup>11</sup> В отличие от Евклидова расстояния, которое используется для подобных целей наиболее часто

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

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

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

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

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;

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

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

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

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с

интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

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

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

Произведением двух стандартизированных (единичных) векторов класса и объекта. Существуют и много других способов нормирования, например, путем применяя сплайнов, в частности линейной интерполяции:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}}.$$

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

### 3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев

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

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

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

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

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

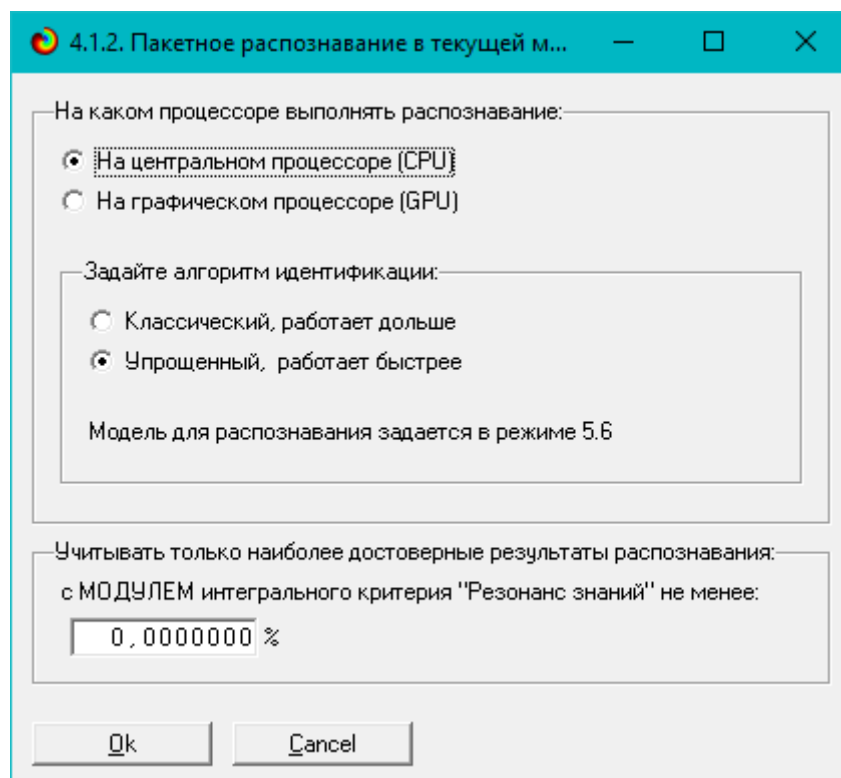
*В-пятых*, по сути, при распознавании происходит расчет коэффициентов  $I_j$  разложения функции объекта  $L_i$  в ряд по функциям классов  $I_{ij}$ , т.е. определяется **вес** каждого обобщенного образа класса в образе объекта, что подробнее описано в работах [2, 3, 4].

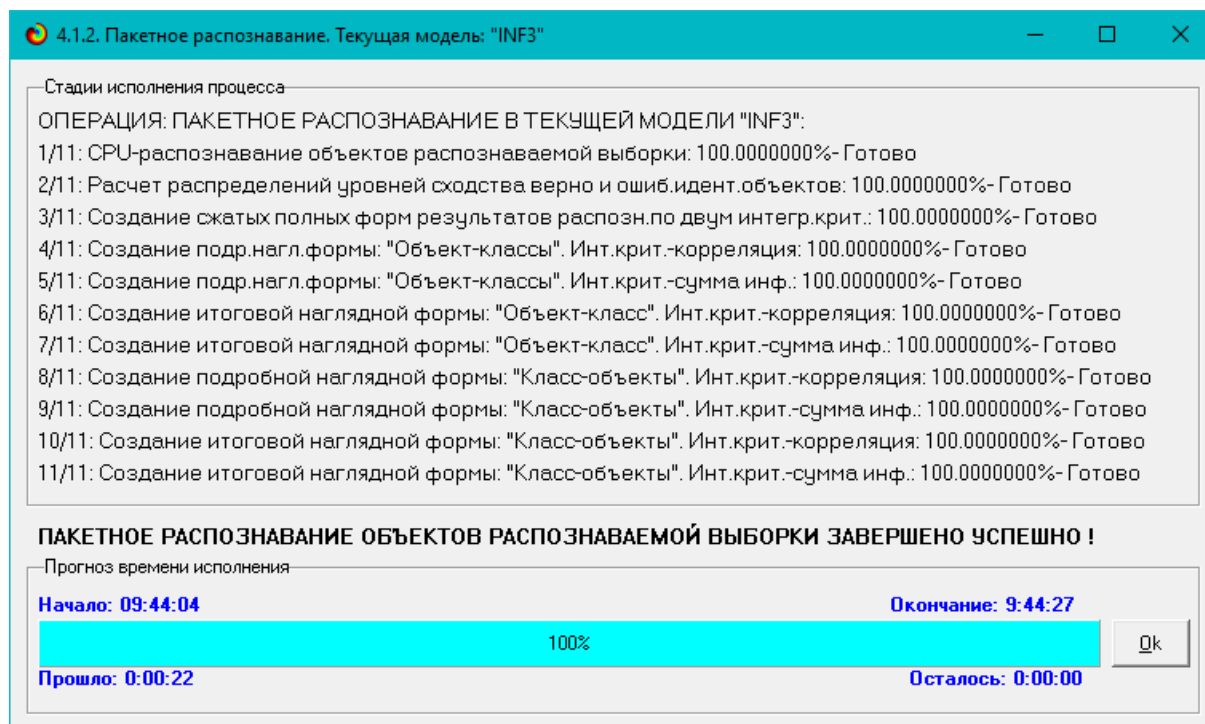
На рисунках 17 приведены экранные формы режима идентификации и прогнозирования 4.1.2 системы «Эйдос»:

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

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

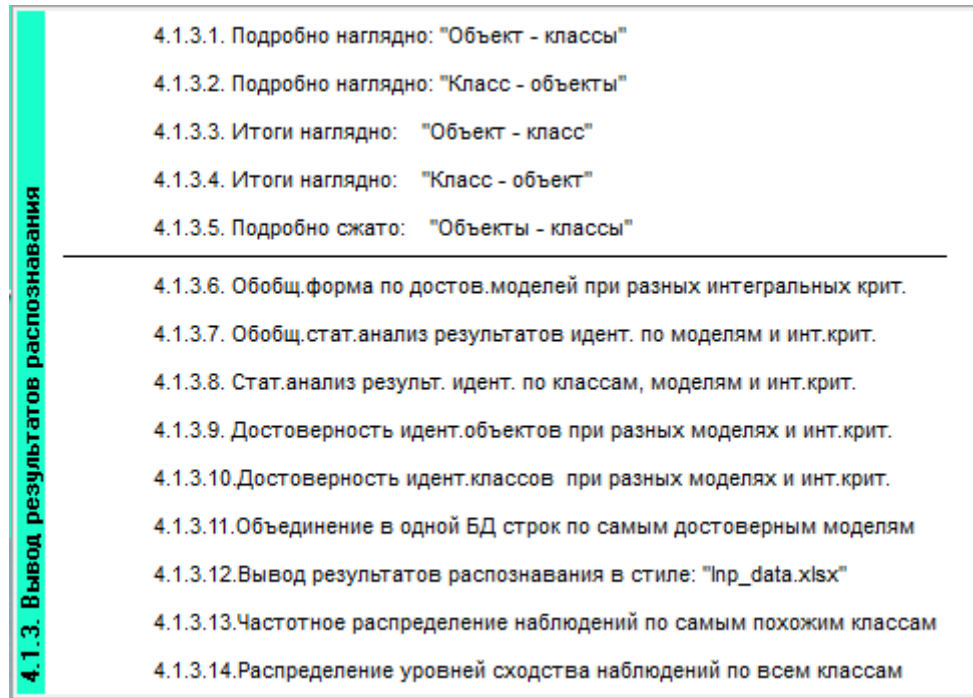
Поэтому в данной работе рассмотрим стандартный несколько упрощенный вариант решения задачи идентификации и прогнозирования. Запустим режим 4.1.2 системы «Эйдос» (рисунок 16):





**Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования**

По результатам решения задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос» выдается большое количество разнообразных выходных форм, которых в настоящее время 12 (рисунок 17):



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

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



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

Распознаваемые объекты		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"			
Код	Наим. объекта	Код	Наименование класса	Сходство	Ф...
1	B-7.5	2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B-7.5	62.75...	v
2	B-7.5	52	В/Д ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-5/5-(1.1, 1.2)	62.75...	v
3	B-7.5	62	K1 - КОЭФФ. УЧЕТА ЖИМ. ДОБАВОК-5/5-(0.9, 0.9)	62.39...	v
4	B-7.5	67	K2 - КОЭФФ. УЧЕТА Ж.Д. НА ПРОЧН.-5/5-(1.1, 1.2)	62.39...	v
5	B-7.5	68	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-1/5-(100.0, 190.0)	60.21...	v
6	B-7.5	73	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-1/5-(320.3, 547.3)	55.54...	v
7	B-7.5	88	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-1/5-(35.9, 63.0)	53.92...	v
8	B-7.5	16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-(100.0, 190.0)	53.61...	v
9	B-7.5	94	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-2/5-(1418.8, 1730.0)	53.51...	v
10	B-7.5	34	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F50	43.11...	v
11	B-7.5	56	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-4/5-(200.0, 220.0)	41.89...	v
12	B-7.5	22	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П2	41.79...	v
13	B-7.5	51	В/Д ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-4/5-(0.9, 1.1)	36.38...	v
14	B-7.5	39	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-В2	34.61...	v
15	B-7.5	78	СТОИМ. ШЕБНЯ РУБ-1/5-(722.2, 807.2)	33.29...	v
16	B-7.5	4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B12.5	32.48...	v
17	B-7.5	84	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-2/5-(252.0, 320.4)	31.20...	v
18	B-7.5	43	МАРКА АКТИВНОСТИ ЦЕМЕНТА-1/5-(400.0, 420.0)	23.37...	v
19	B-7.5				
20	B-7.5				
21	B-7.5				
22	B-7.5				
23	B-7.5				
24	B-7.5				
25	M 100	68	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-1/5-(100.0, 190.0)	88.16...	v
26	M100	16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-(100.0, 190.0)	78.14...	v
27	M150	88	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-1/5-(35.9, 63.0)	77.07...	v
28	M150	34	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F50	70.54...	v
29	M200	73	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-1/5-(320.3, 547.3)	70.27...	v
30	M200	2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B-7.5	64.24...	v
31	B12.5	52	В/Д ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-5/5-(1.1, 1.2)	64.24...	v
32	B12.5	39	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-В2	48.28...	v
33	B12.5	84	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-2/5-(252.0, 320.4)	46.67...	v
34	B12.5	94	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-2/5-(1418.8, 1730.0)	39.37...	v
35	B12.5	56	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-4/5-(200.0, 220.0)	33.66...	v
36	B 12.5	22	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П2	24.60...	v
37	B12.5	51	В/Д ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-4/5-(0.9, 1.1)	23.91...	v
38	B12.5	62	K1 - КОЭФФ. УЧЕТА ЖИМ. ДОБАВОК-5/5-(0.9, 0.9)	23.24...	v
39	B12.5	67	K2 - КОЭФФ. УЧЕТА Ж.Д. НА ПРОЧН.-5/5-(1.1, 1.2)	23.24...	v
40	B12.5	4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B12.5	19.89...	v
41	B12.5	78	СТОИМ. ШЕБНЯ РУБ-1/5-(722.2, 807.2)	19.55...	v
		95	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-3/5-(1730.0, 2041.2)	14.81...	v

Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"

Код	Наименование класса	Сходство	Ф...	Сходство
68	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-1/5-(100.0, 190.0)	88.16...	v	
16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-(100.0, 190.0)	78.14...	v	
88	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-1/5-(35.9, 63.0)	77.07...	v	
34	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F50	70.54...	v	
73	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-1/5-(320.3, 547.3)	70.27...	v	
2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B-7.5	64.24...	v	
52	В/Д ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-5/5-(1.1, 1.2)	64.24...	v	
39	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-В2	48.28...	v	
84	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-2/5-(252.0, 320.4)	46.67...	v	
94	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-2/5-(1418.8, 1730.0)	39.37...	v	
56	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-4/5-(200.0, 220.0)	33.66...	v	
22	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П2	24.60...	v	
51	В/Д ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-4/5-(0.9, 1.1)	23.91...	v	
62	K1 - КОЭФФ. УЧЕТА ЖИМ. ДОБАВОК-5/5-(0.9, 0.9)	23.24...	v	
67	K2 - КОЭФФ. УЧЕТА Ж.Д. НА ПРОЧН.-5/5-(1.1, 1.2)	23.24...	v	
4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B12.5	19.89...	v	
78	СТОИМ. ШЕБНЯ РУБ-1/5-(722.2, 807.2)	19.55...	v	
95	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-3/5-(1730.0, 2041.2)	14.81...	v	

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

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

Классы		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"			
Код	Наим. класса	Код	Наименование объекта	Сходство	Ф...
1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B12.5	29	M200	100.00...	v
2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B-7.5	30	M200	100.00...	v
3	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B 12.5	27	M150	48.00...	v
4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B12.5	28	M150	48.00...	v
5	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B15	25	M 100	44.13...	v
6	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B20	26	M100	28.89...	v
7	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B22.5	154	B40	-6.459...	v
8	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B25	149	B35	-14.22...	v
9	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B30	151	B35	-14.33...	v
10	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B35	152	B40	-19.72...	v
11	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B40				
12	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M 100				
13	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M100				
14	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M150				
15	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M200				
16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-(100.0000000, ...)				
17	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-2/5-(190.0000000, ...)				
18	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-3/5-(280.0000000, ...)				
19	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-4/5-(370.0000000, ...)				
20	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-5/5-(460.0000000, ...)				
21	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-Ж1				
22	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П2				
23	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П3				

Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"

Код	Наименование объекта	Сходство	Ф...	Сходство
29	M200	9.422...	v	
30	M200	9.422...	v	
27	M150	4.523...	v	
28	M150	4.523...	v	
25	M 100	4.158...	v	
26	M100	2.722...	v	
154	B40	-0.843...	v	
149	B35	-1.858...	v	
151	B35	-1.872...	v	
152	B40	-2.576...	v	

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

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

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

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

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

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

– при прогнозировании по значениям факторов, действующих на объект моделирования, определяется в какое будущее состояние он перейдет под их действием;

– при принятии решений, наоборот, по будущему целевому состоянию объекта моделирования определяются значения факторов, которые обуславливают его переход в это будущее целевое состояние.

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

На первом рисунке 19 приведена экранная форма задания в диалоге параметров отображения SWOT-диаграммы. На этой экранной форме в верхнем окне пользователь курсором выбирает исследуемый класс, внизу слева задает модель для исследования, а справа внизу задает отображать ли SWOT-диаграмму. Кроме того пользователь может включить или выключить фильтры по факторам и посмотреть помощь по режиму. При включении фильтра по фактору, на котором стоит курсор, на экранных формах отображается влияние только значения этого фактора.

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

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

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

### Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов (абс.)	N объектов (%)
14	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M150	0,7339384	16	1,2987013
15	<b>КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M200</b>	0,7406378	16	1,2987013
16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-(100.0000000, 190.0000000)	8,2627074	676	32,4675325
17	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-2/5-(190.0000000, 280.0000000)	6,2486122	730	34,4155844
18	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-3/5-(280.0000000, 370.0000000)	6,3399051	532	24,6753247
19	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-4/5-(370.0000000, 460.0000000)	2,6648350	140	6,4935065

SWOT-анализ класса: 15 "КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-M200" в модели: 6 "INF3"

#### Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
60	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-5/5-(4.1063608, 4.900...)	1.983
55	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-5/5-(241.2000000, 270.0...)	1.976
4	ПОРДА ШЕБНЯ-Песок	1.971
50	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-5/5-(1372.7089945, 1578.0...)	1.971
70	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-5/5-(0.9940000, 1.00000...)	1.971
63	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-3/5-(2190.4213090, 2251.3919636)	1.960
40	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-5/5-(412.4996865, 490....)	1.952
75	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-5/5-(4.1249969, 4.9...)	1.952

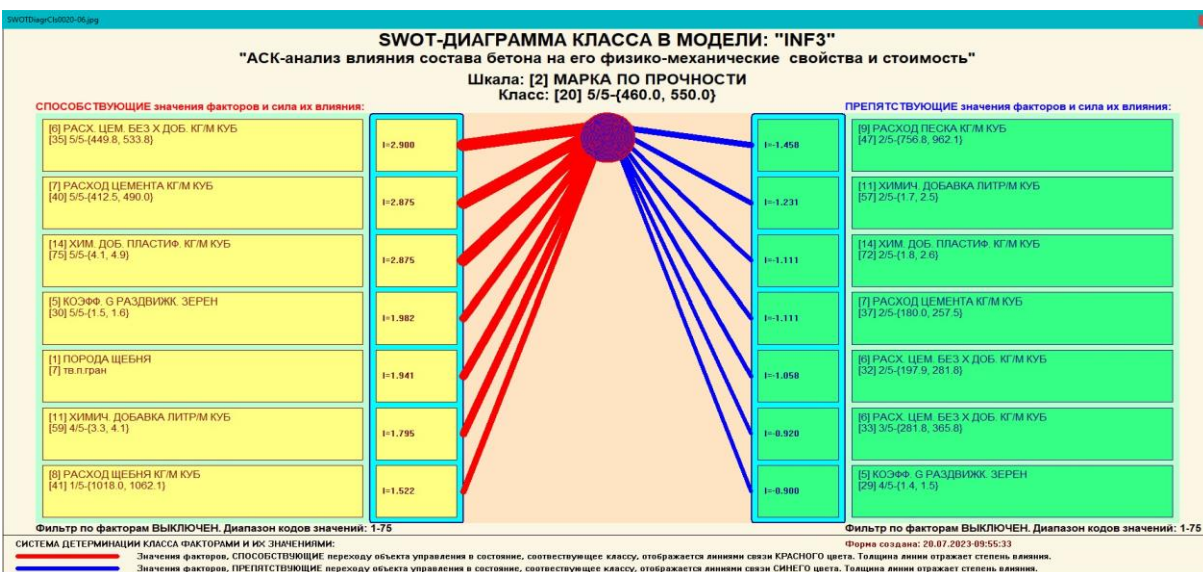
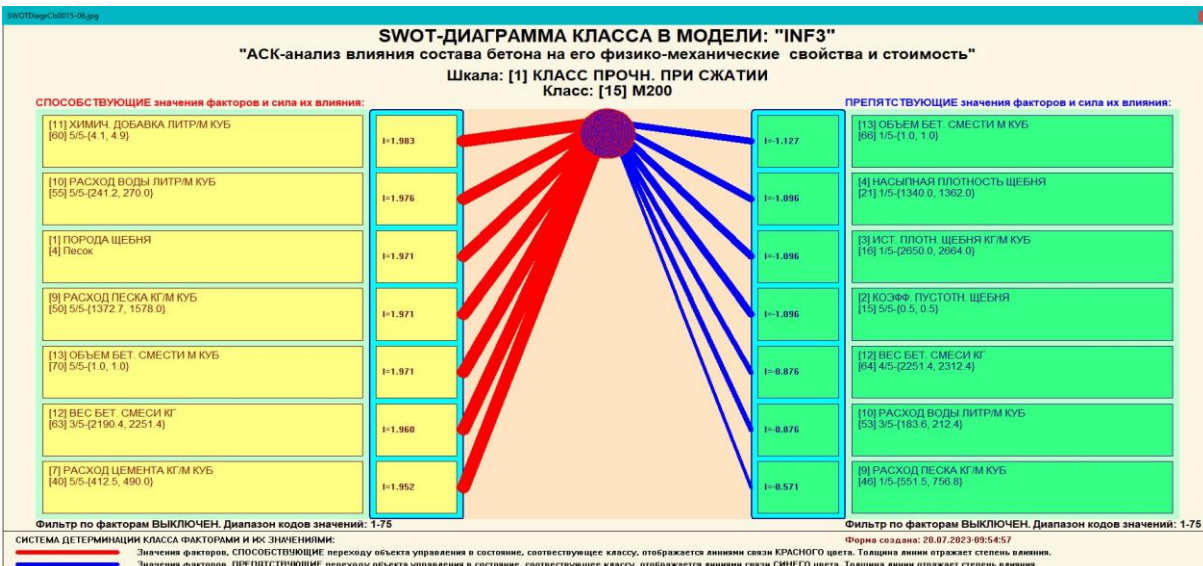
#### Препятствующие факторы и сила их влияния

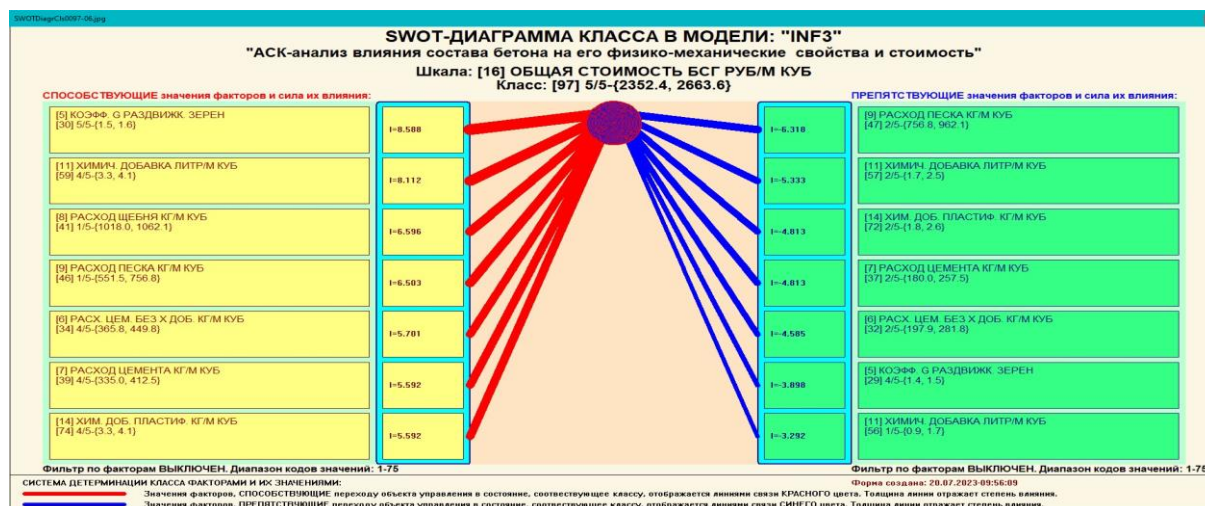
Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
66	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-1/5-(0.9700000, 0.97600...)	-1.127
21	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕБНЯ-1/5-(1340.0000000, ...)	-1.096
16	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-(2650.0000000, 2...)	-1.096
15	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ-5/5-(0.4888940, 0.49433...)	-1.096
64	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-4/5-(2251.3919636, 2312.3626181}	-0.876
53	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-3/5-(183.6000000, 212.4...)	-0.876
46	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-1/5-(551.5449724, 756.835...)	-0.571
41	РАСХОД ШЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-(1017.9897151, 1062...)	-0.563
47	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-2/5-(756.8359779, 962.126...)	-0.555
57	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-2/5-(1.7254431, 2.51...)	-0.469
72	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-2/5-(1.7999874, 2.5...)	-0.423
37	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-2/5-(179.9987461, 257...)	-0.423
7	ПОРДА ШЕБНЯ-тв.гран	-0.404
32	РАСХ. ПЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ-2/5-(197.8683395...)	-0.403

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    **Inf3**    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

SWOT-диаграмма





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

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

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

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

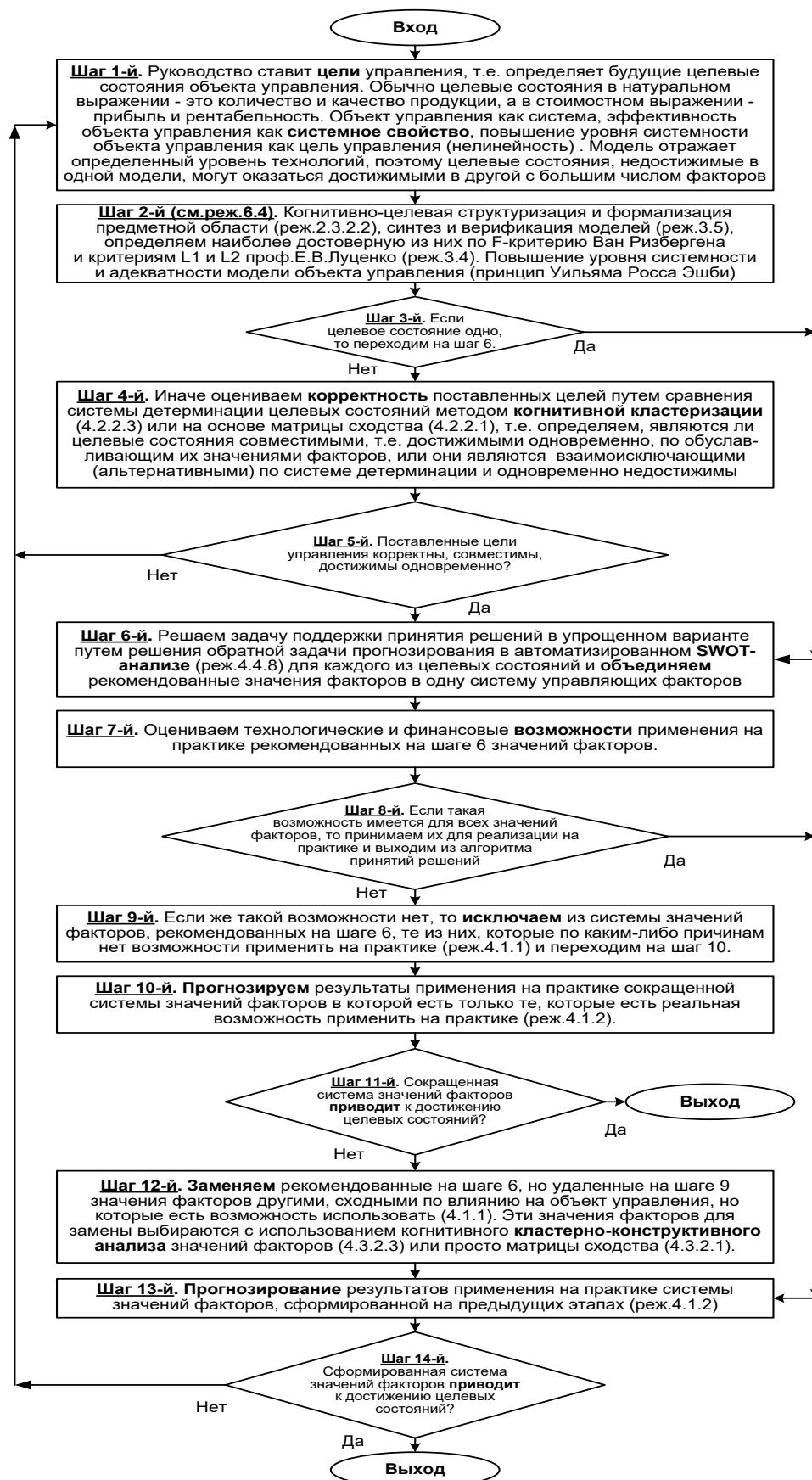


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

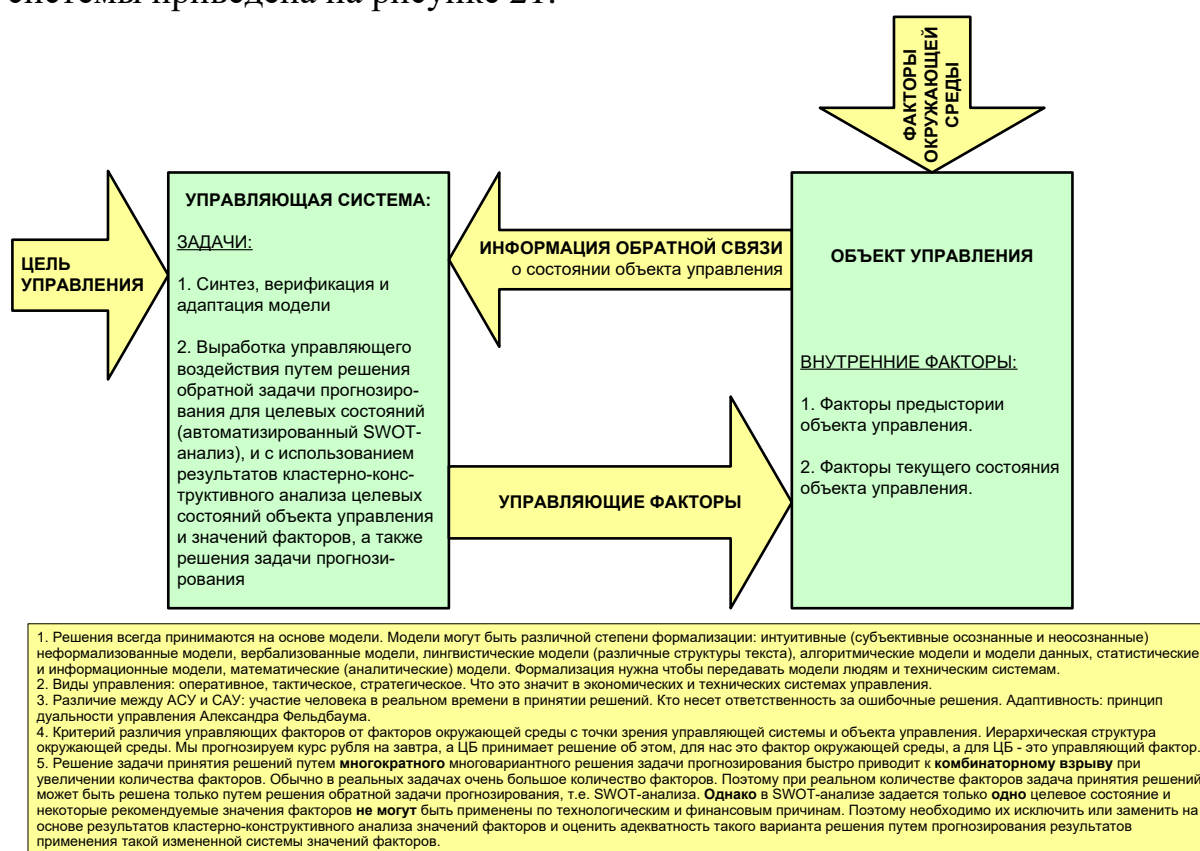
**Шаг 12-й.** **Заменяем** рекомендованные на шаге 6, но удаленные на шаге 9 значения факторов другими, сходными по влиянию на объект управления, но которые есть возможность использовать (4.1.1). Эти значения факторов для замены выбираются с использованием

когнитивного кластерно-конструктивного анализа значений факторов (4.3.2.3) или просто матрицы сходства (4.3.2.1) [16].

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

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

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



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

Как мы видим в развитом алгоритме принятия решений широко используются результаты 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 задач, которые необходимо решать в развитом алгоритме принятия решений. Потому ниже кратко рассмотрим решение этих и некоторых других задач.

Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности

в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [12, 17].

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

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

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

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

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

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

Код	Наименование значения фактора
1	ПОРОДА ЩЕБНЯ-гранит
2	ПОРОДА ЩЕБНЯ-известн
3	ПОРОДА ЩЕБНЯ-известняк
4	ПОРОДА ЩЕБНЯ-Песок
5	ПОРОДА ЩЕБНЯ-СМС
6	ПОРОДА ЩЕБНЯ-т.п. гран

SWOT-анализ значения фактора:1 "ПОРОДА ЩЕБНЯ-гранит" в модели:6 "INF3"

**СПОСОБСТВУЕТ:**

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора СПОСОБСТВУЕТ	Сила влия...
37	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-П10	4.574
19	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-4/5-{370.0000000, 460.0000000}	4.467
71	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-4/5-{370.0000000, 460.0000000}	4.467
32	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F200	4.307
48	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-1/5-{0.4496124, 0.6...}	3.827
91	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РЧБ-4/5-{117.2497806, 144.3748903}	3.140
80	СТОИМ. ЩЕБНЯ РЧБ-3/5-{892.1058357, 977.0432552}	2.921
47	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-5/5-{480.0000000, 500.0000000}	2.845
76	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РЧБ-4/5-{1001.2852664, 1228.292633...}	2.766
9	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В30	2.733
36	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-П 4	2.680
97	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РЧБ/М КЧБ-5/5-{2352.432478...}	2.307
96	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РЧБ/М КЧБ-4/5-{2041.217866...}	2.274
57	ВЛ ППРПРНЦАМФМОСТЬ-5/5-{220.0000000, 240.0000000}	2.228

**ПРЕПЯТСТВУЕТ:**

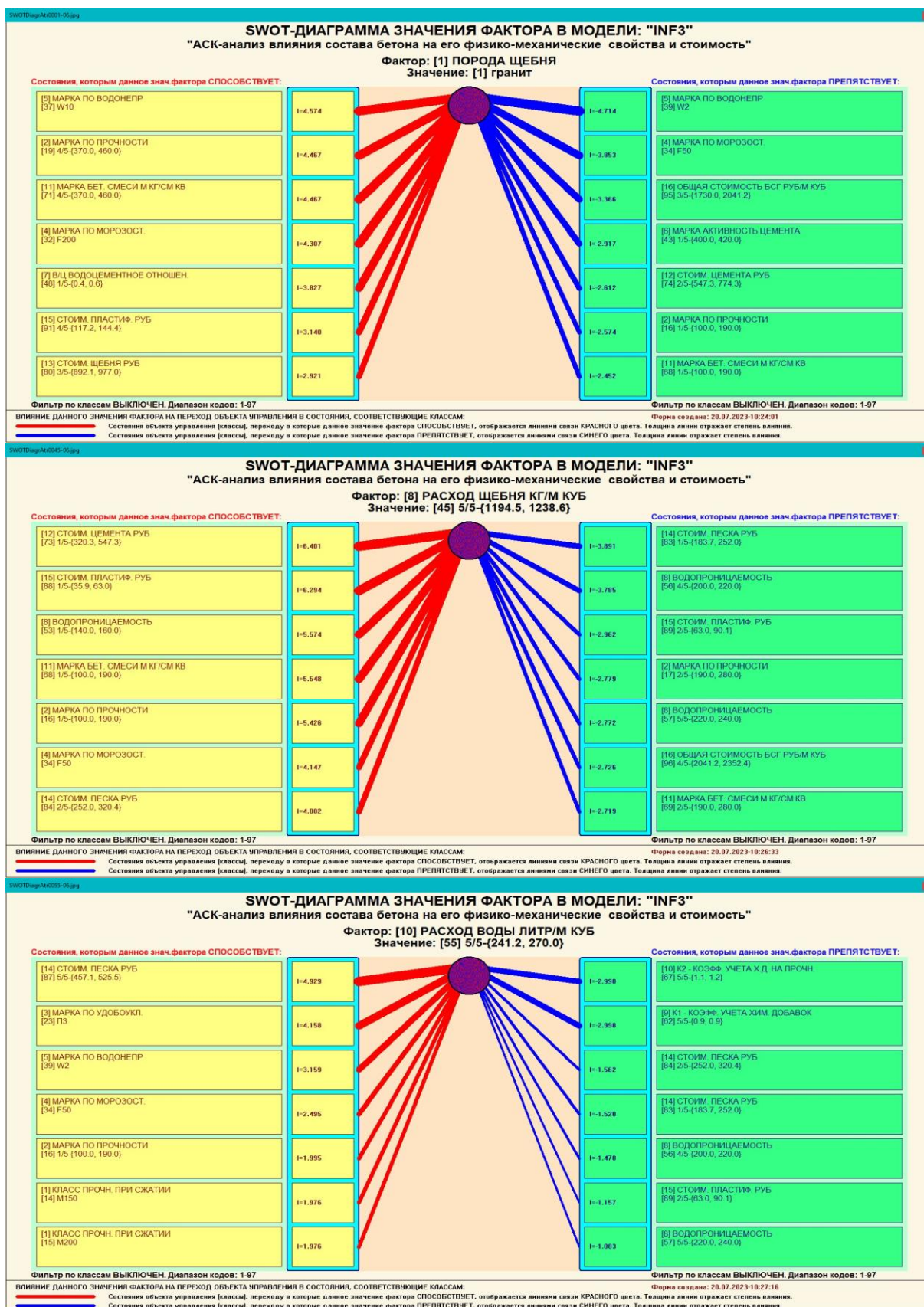
Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора ПРЕПЯТСТВУЕТ	Сила влияния
39	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-П2	-4.714
34	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F50	-3.853
95	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РЧБ/М КЧБ-3/5-{1730.0032553...}	-3.366
43	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-1/5-{400.0000000, 420.0000000}	-2.917
74	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РЧБ-2/5-{547.2705329, 774.2778997}	-2.612
16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-{100.0000000, 190.0000000}	-2.574
68	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-1/5-{100.0000000, 190.0000000}	-2.452
49	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-2/5-{0.6055473, 0.761...}	-2.239
79	СТОИМ. ЩЕБНЯ РЧБ-2/5-{807.1684162, 892.1058357}	-2.079
70	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-3/5-{280.0000000, 370.0000000}	-2.026
18	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-3/5-{280.0000000, 370.0000000}	-2.026
84	СТОИМ. ПЕСКА РЧБ-2/5-{252.0263806, 320.3882855}	-1.998
88	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РЧБ-1/5-{35.8744514, 62.9995611}	-1.706
73	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РЧБ-1/5-{320.2631661, 547.2705329}	-1.599

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

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    **Inf3**    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

SWOT-диаграмма





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

Приведенные на рисунке 22 инвертированные SWOT-диаграммы исчерпывающим образом отражают силу и направление влияния каждого значения каждого фактора на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие различным классам. Во многом это и есть решение проблемы, поставленной в работе.

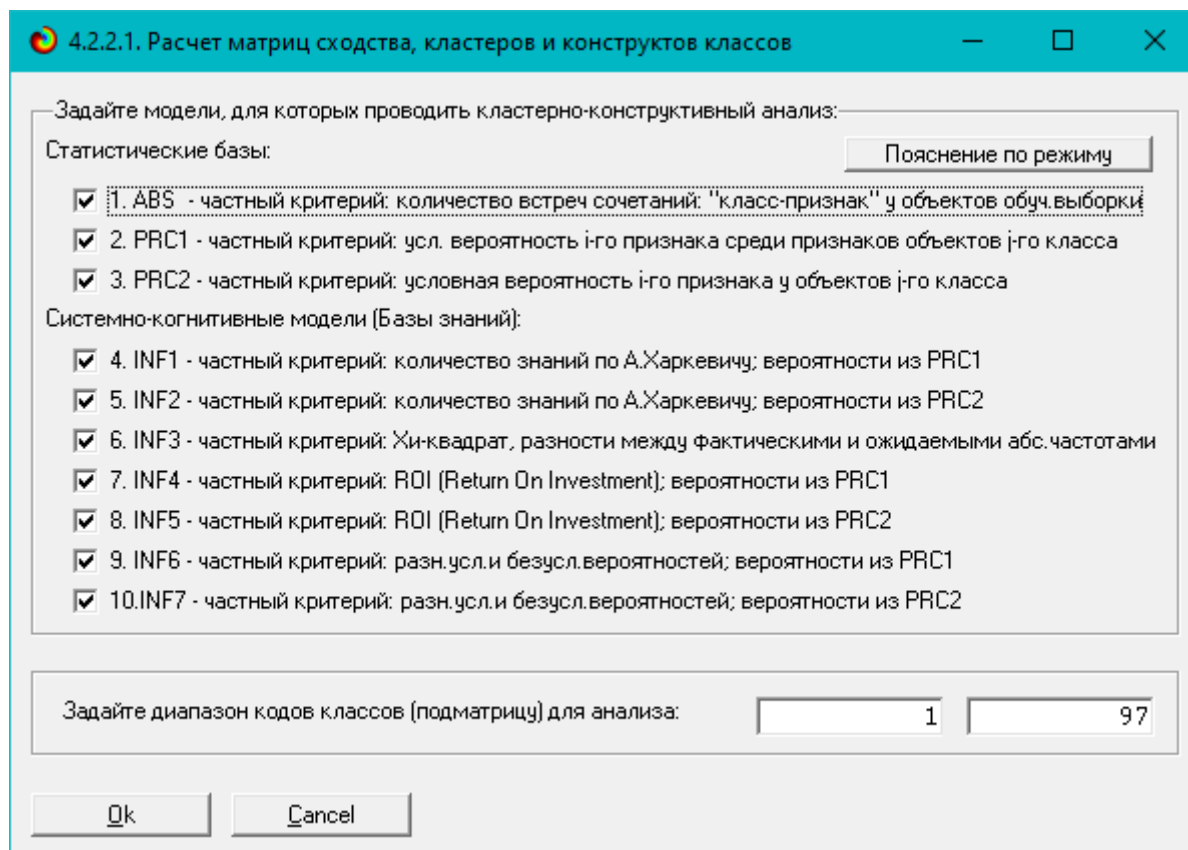
### 3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

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

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

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

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





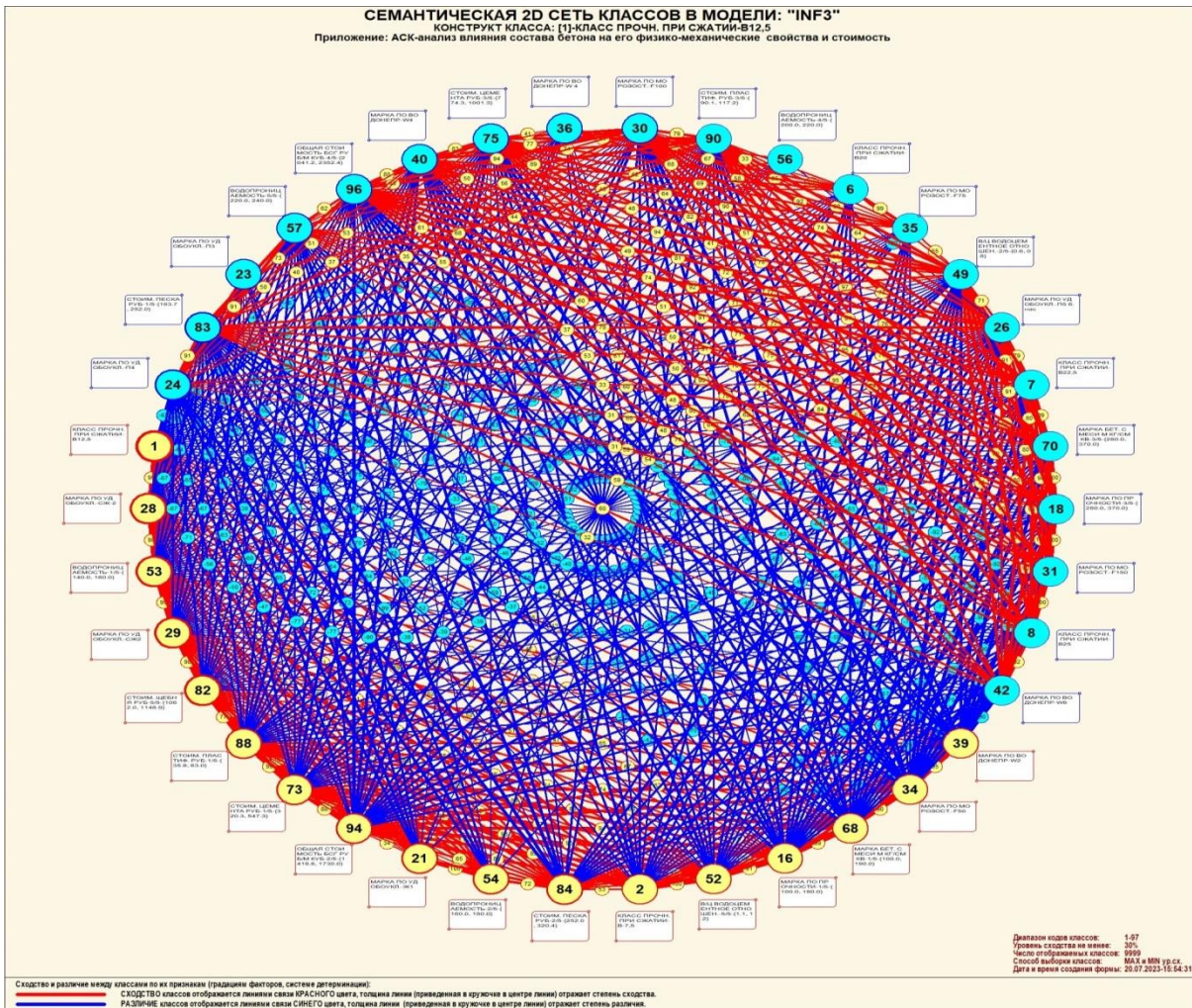


Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)

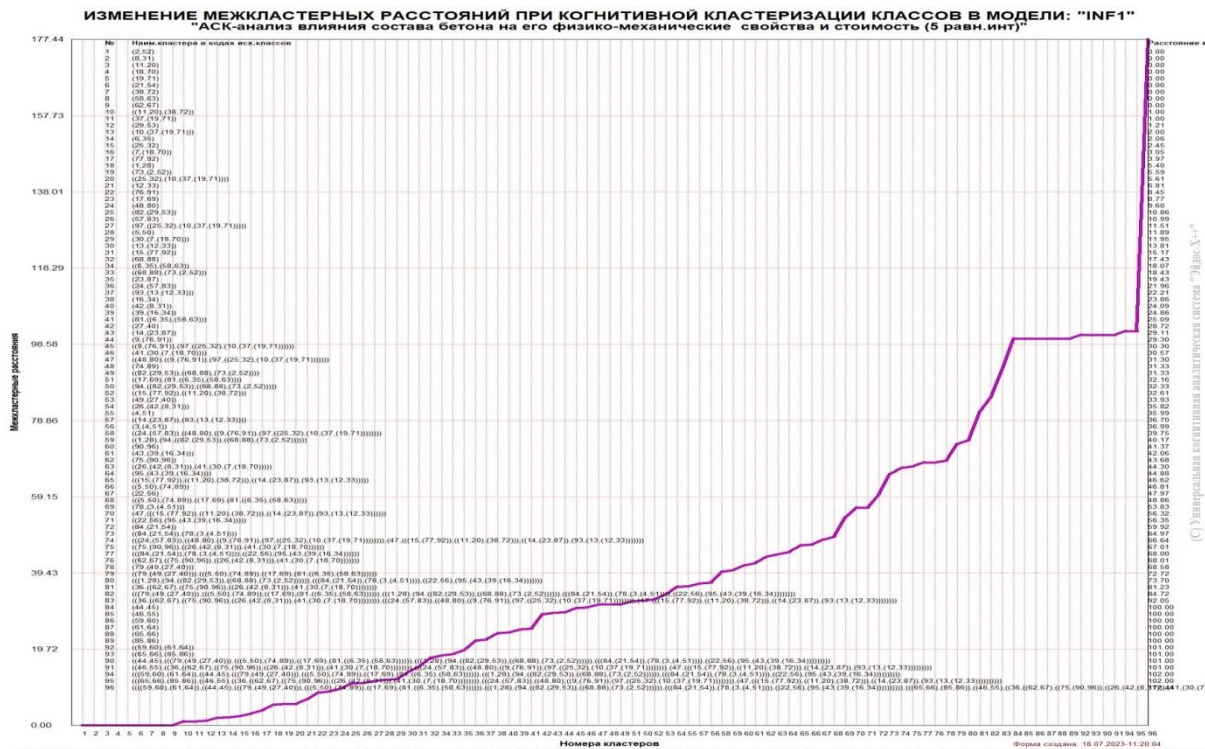
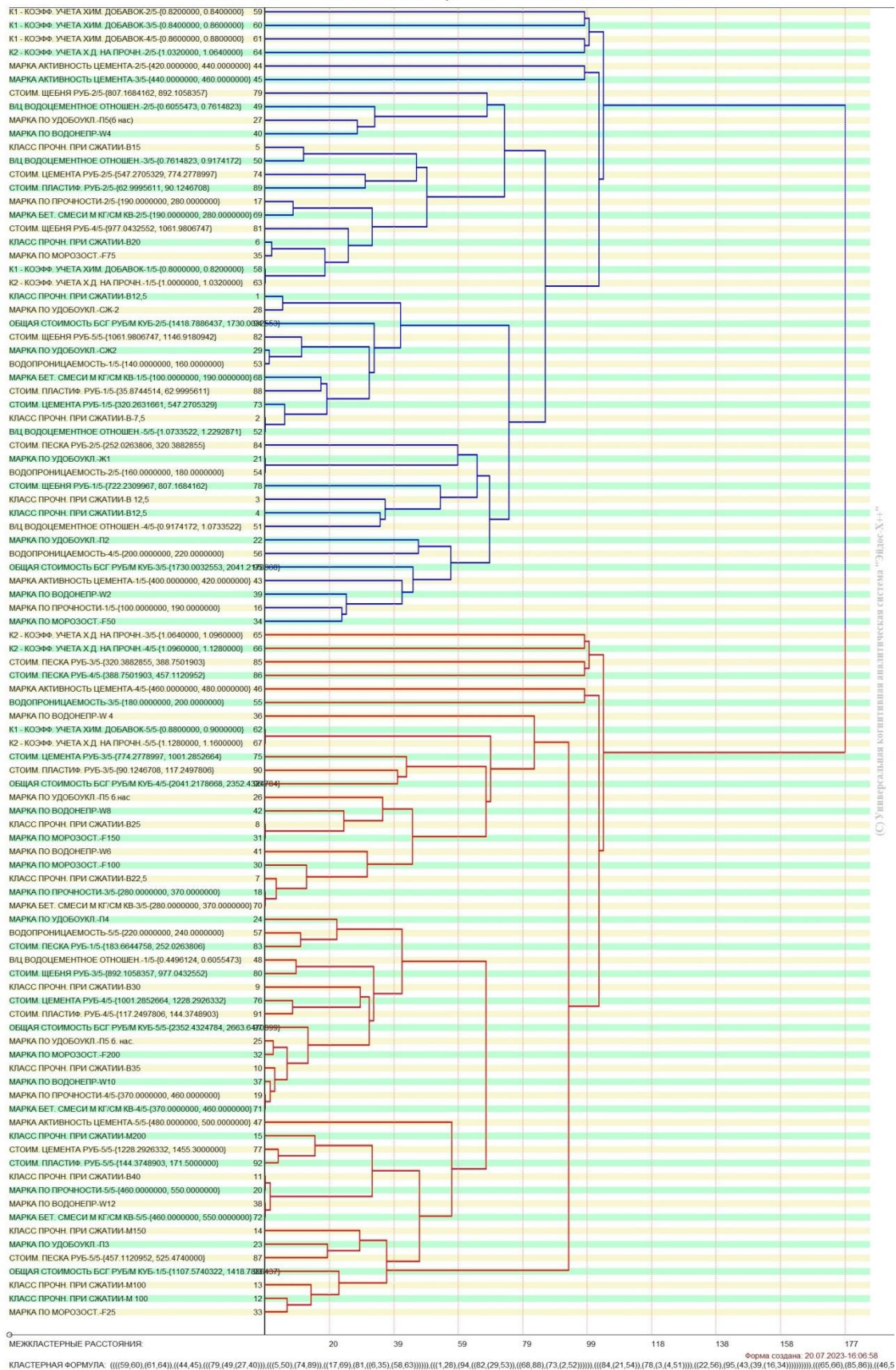


Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)

**ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF1"  
"АСК-анализ влияния состава бетона на его физико-механические свойства и стоимость"**



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

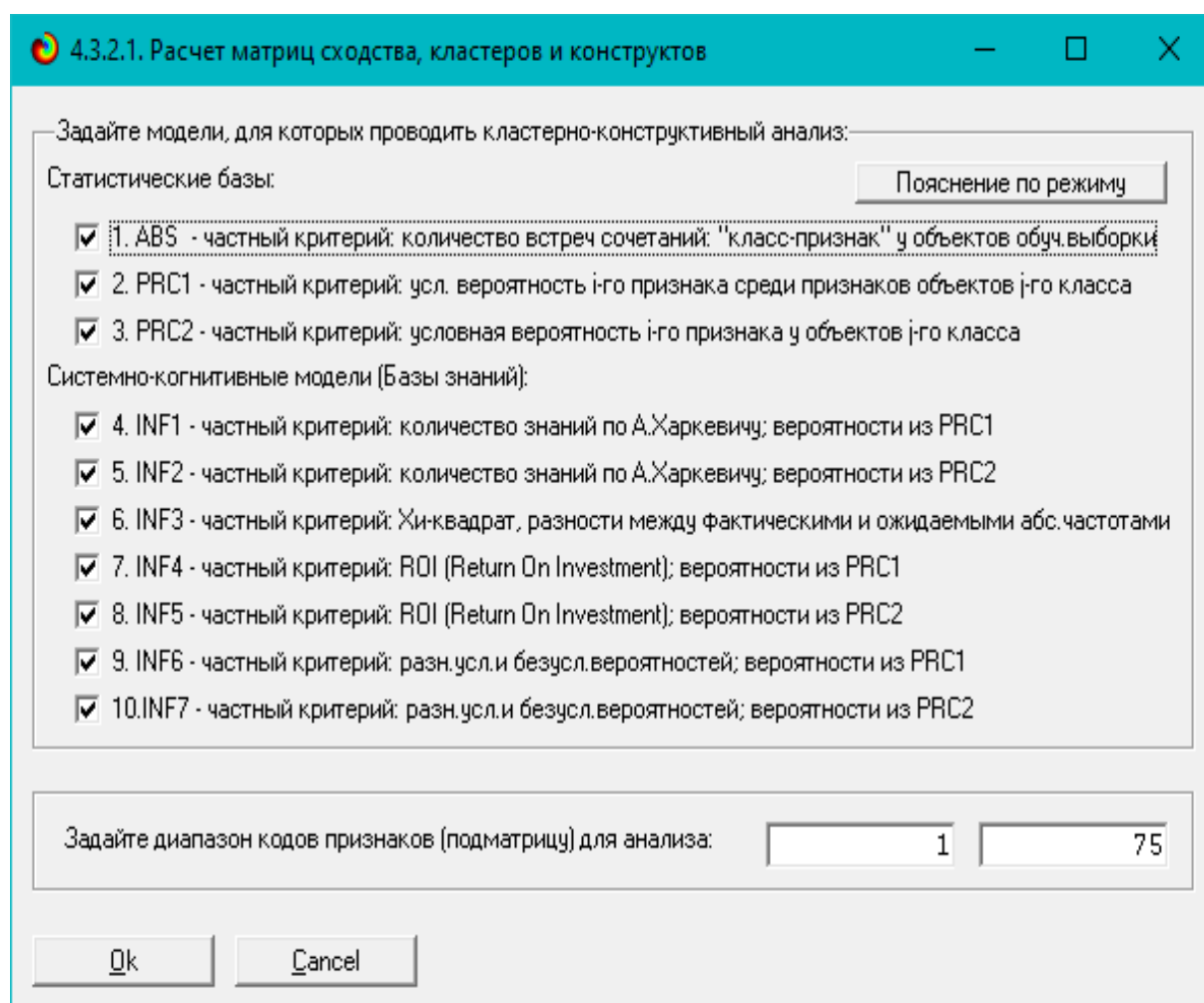
### 3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

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

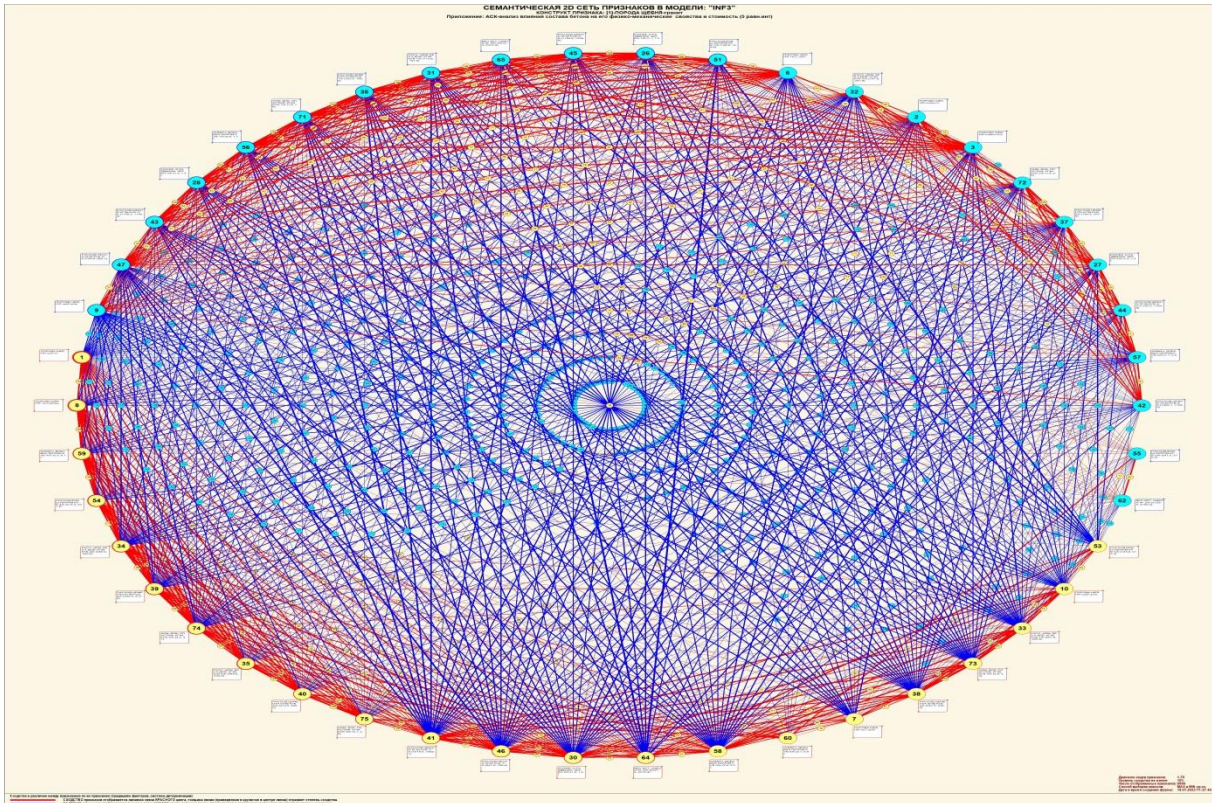
- круговая 2d-когнитивная диаграмма признаков (режим 4.3.2.2) рисунок 28);
- агломеративные дендрограммы, полученные в результате *когнитивной (истинной) кластеризации признаков* (предложена автором в 2011 году в работе [16]) (режим 4.3.2.3) рисунок 29);
- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3) рисунок 30).

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

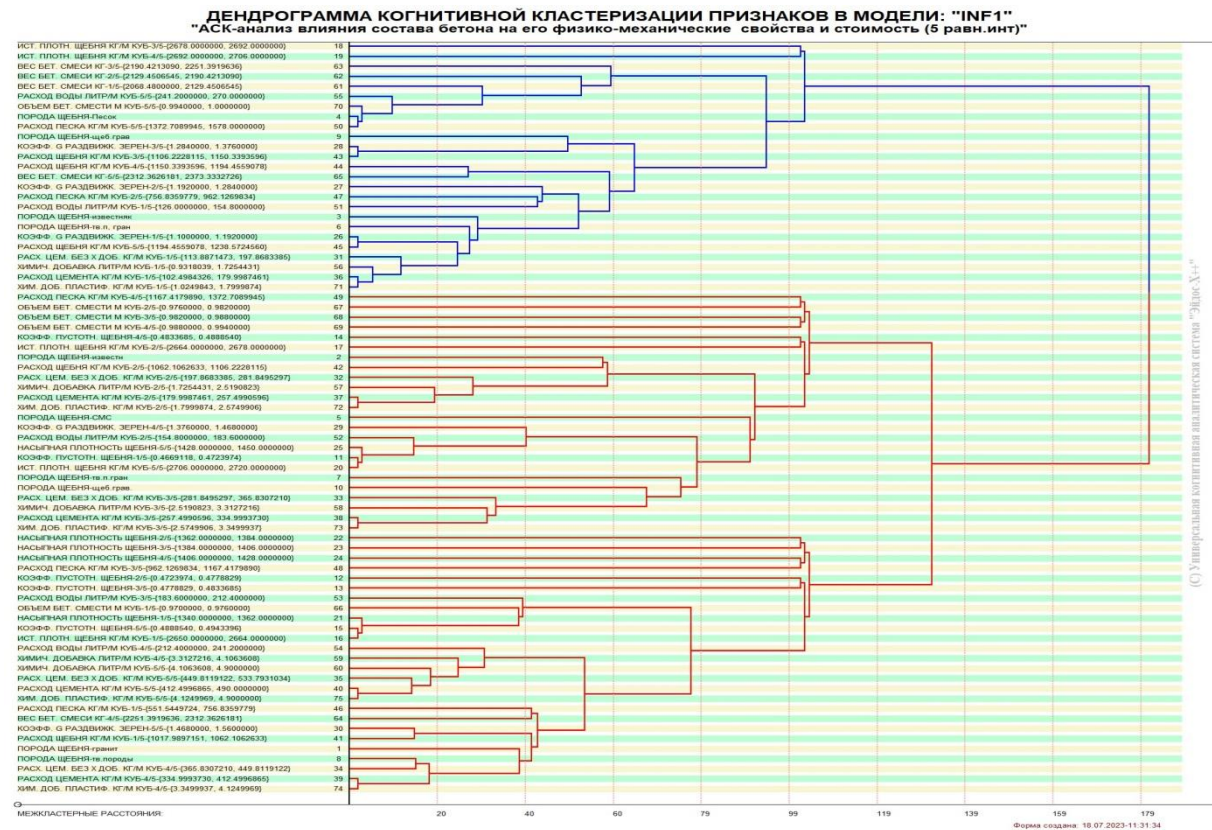
На рисунке 27 представлены экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства значений факторов по силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам:





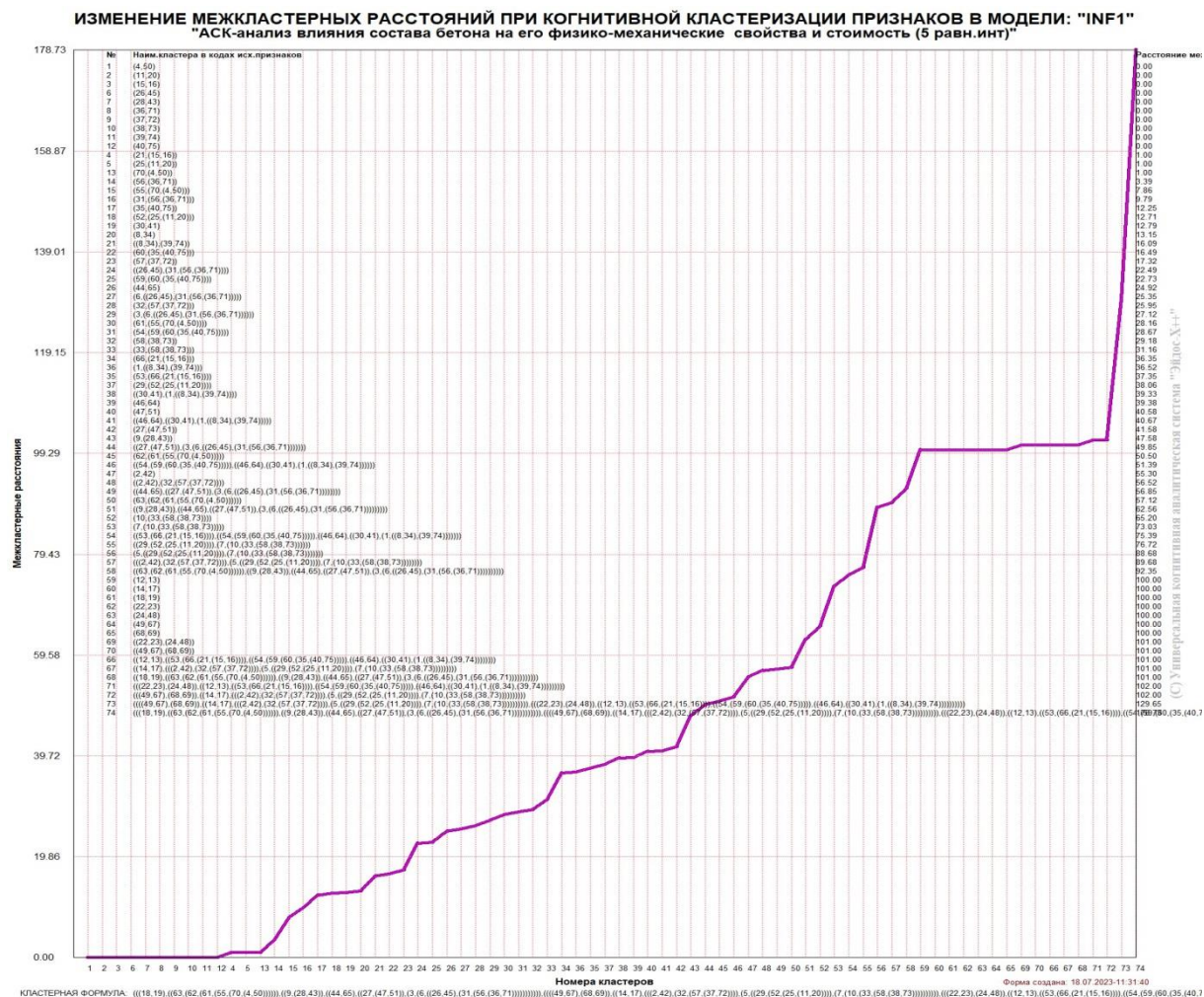


**Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF3 (режим 4.3.2.2)**



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





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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
12	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М 100
13	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М100
14	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М150
15	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М200
16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-{100.0000000, 190.0000000}
17	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-2/5-{190.0000000, 280.0000000}
18	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-3/5-{280.0000000, 370.0000000}
19	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-4/5-{370.0000000, 460.0000000}
20	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-5/5-{460.0000000, 550.0000000}

Подготовка визуализации нейрона: 15 "КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М200" в модели: 6 "INF3"

**АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
60	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-5/5-{4.1063608, 4.9000000...}	1.983
55	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-5/5-{241.2000000, 270.0000...}	1.976
4	ПОРОДА ШЕБНЯ-Песок	1.971
50	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-5/5-{1372.7089945, 1578.000000...}	1.971
70	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-5/5-{0.9940000, 1.0000000}	1.971
63	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-3/5-{2190.4213090, 2251.3919636}	1.960
40	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-5/5-{412.4996865, 490.0000...}	1.952
75	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-5/5-{4.1249969, 4.900000...}	1.952

**ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
66	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-1/5-{0.9700000, 0.9760000}	-1.127
21	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕБНЯ-1/5-{1340.0000000, 1...}	-1.096
16	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-{2650.0000000, 266...}	-1.096
15	КОЭФФ. ЧУСТОТН. ШЕБНЯ-5/5-{0.4888540, 0.4943396}	-1.096
64	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-4/5-{2251.3919636, 2312.3626181}	-0.876
53	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-3/5-{183.6000000, 212.40...}	-0.876
46	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-1/5-{551.5449724, 756.83597...}	-0.571
41	РАСХОД ШЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-{1017.9897151, 1062.10...}	-0.563
47	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-2/5-{756.8359779, 962.12698...}	-0.555

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    **Inf3**    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

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

Сортировать рецепторы:  
 по информативности  
 по модулю информативности

Отображать рецепторы:  
 с наименованиями  
 только с кодами

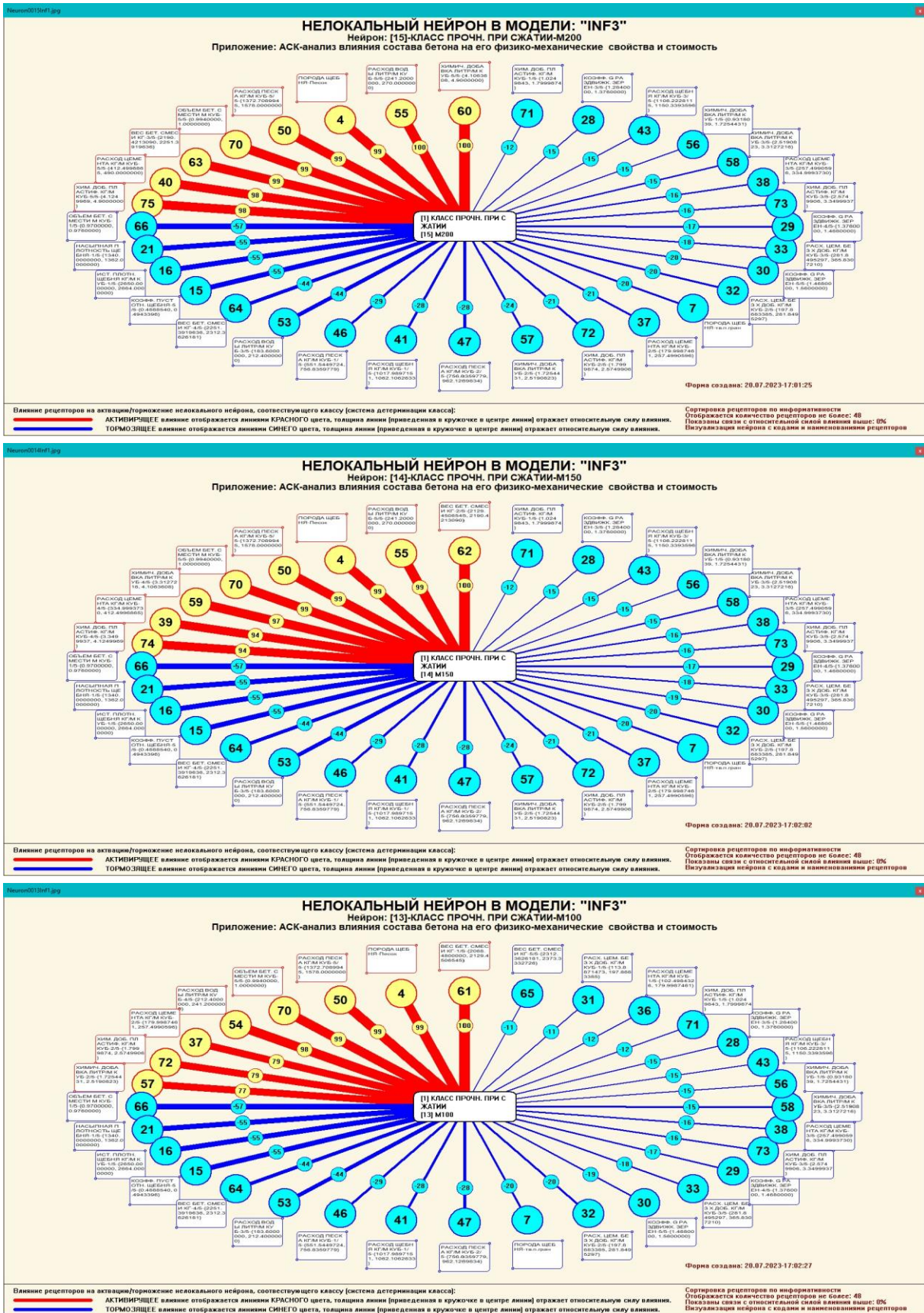


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

### 3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

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

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

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

Нейроны на изображении слоя нейронной сети расположены слева направо в порядке убывания модуля суммарной силы их детерминации рецепторами, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные действующими на них значениями факторов, а справа – менее жестко обусловленные (рисунок 32). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

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

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

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
<input type="checkbox"/>	2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В-7,5
<input type="checkbox"/>	3	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В 12,5
<input type="checkbox"/>	4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
<input type="checkbox"/>	5	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В15
<input type="checkbox"/>	6	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В20
<input type="checkbox"/>	7	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В22,5
<input type="checkbox"/>	8	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В25
<input type="checkbox"/>	9	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В30

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

**Подготовка визуализации нейрона:1 "КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5" в модели:6 "INF3"**

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

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
26	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-1/5-(1.1000000, 1.1920000)	2.840
45	РАСХОД ШЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5-(1194.4559078, 1238.5724...	2.840
51	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-1/5-(126.0000000, 154.8000...	2.502
65	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-5/5-(2312.3626181, 2373.3332726)	2.422
31	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗХ ДОБ. КГ/М КУБ-1/5-(113.8871473, 197...	2.420
36	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-1/5-(102.4984326, 179.9987...	2.360
71	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-1/5-(1.0249843, 1.79998...	2.360
56	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-1/5-(0.9318039, 1.725443...	2.240
2	ПОРОДА ШЕБНЯ-известн	1.560
47	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-2/5-(750.050730, 902.1200000)	1.540

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
64	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-4/5-(2251.3919636, 2312.3626181)	-2.299
53	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-3/5-(183.6000000, 212.40...	-2.299
46	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-1/5-(551.5449724, 756.83597...	-1.499
41	РАСХОД ШЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-(1017.9897151, 1062.10...	-1.478
57	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-2/5-(1.7254431, 2.5190...	-1.231
72	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-2/5-(1.7999874, 2.574...	-1.111
37	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-2/5-(179.9987461, 257.49...	-1.111
32	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗХ ДОБ. КГ/М КУБ-2/5-(197.8683385, 28...	-1.058
30	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-5/5-(1.4680000, 1.5600...	-1.018
23	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗХ ДОБ. КГ/М КУБ-2/5-(201.0480000, 20...	0.000

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

**НейроСеть**    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    **Inf3**    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

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

Сортировать связи:  
 по модулю информативности  
 по информативности и знаку

Отображать наименования:  
 нейронов  
 рецепторов

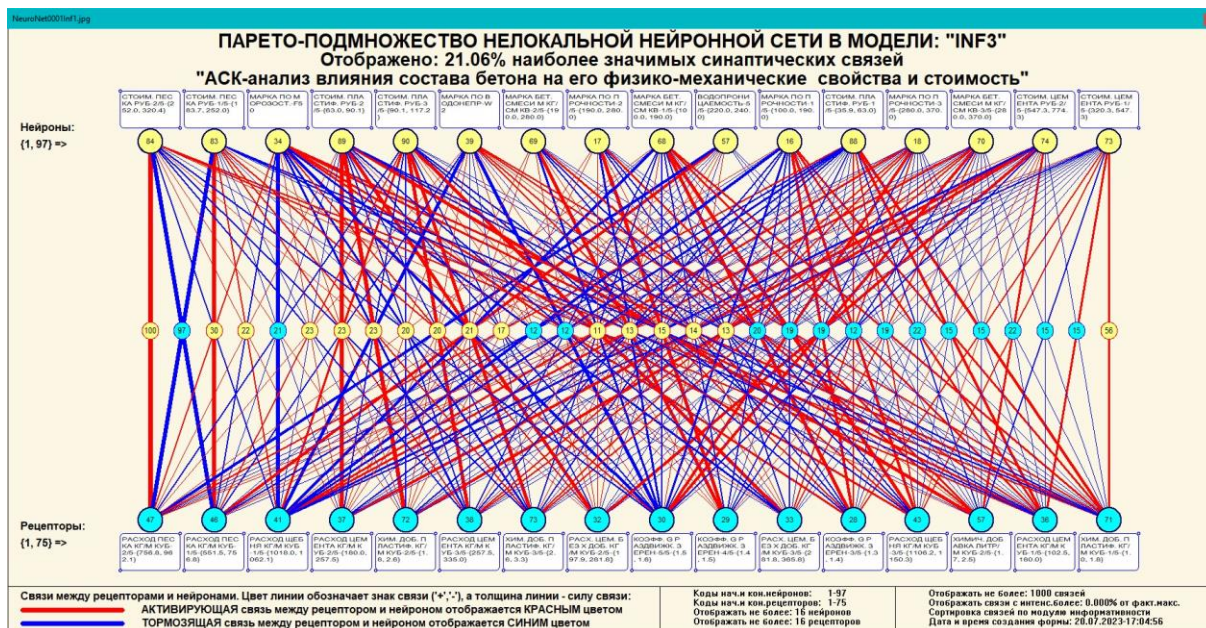


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF3

### 3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

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

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

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в когнитивной карте

№	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
2		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В-7,5
3		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В 12,5
4		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
5		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В15
6		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В20
7		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В22,5
8		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В25
9		КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В30

Помощь Максимальное количество отображаемых нейронов: 5 Диапазон кодов отображаемых нейронов: 1 97  
 Максимальное количество отображаемых связей: 9999999 ClearSet Диапазон кодов отображаемых рецепторов: 1 75

Подготовка визуализации нейрона:1 "КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5" в модели:6 "INF3"  
 АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
26	КОЭФФ. Б РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-1/5-(1.1000000, 1.1920000)	2.840
45	РАСХОД ШЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5-(1194.4559078, 1238.5724...)	2.840
51	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-1/5-(126.0000000, 154.8000...)	2.502
65	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-5/5-(2312.3626181, 2373.3332726)	2.422
31	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗХ ДОБ. КГ/М КУБ-1/5-(113.8871473, 197...)	2.420
36	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-1/5-(102.4984326, 179.9987...)	2.360
71	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-1/5-(1.0249843, 1.79998...)	2.360
56	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-1/5-(0.9318039, 1.725443...)	2.240
2	ПОРОДА ШЕБНЯ-известн	1.560
47	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-3/5-(35.050730, 95.1320034)	1.547

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
64	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-4/5-(2251.3919636, 2312.3626181)	-2.299
53	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-3/5-(183.6000000, 212.40...)	-2.299
46	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-1/5-(551.5449724, 756.83597...)	-1.499
41	РАСХОД ШЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-(1017.9897151, 1062.10...)	-1.478
57	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-2/5-(1.7254431, 2.5190...)	-1.231
72	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-2/5-(1.7999874, 2.574...)	-1.111
37	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-2/5-(179.9987461, 257.49...)	-1.111
32	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗХ ДОБ. КГ/М КУБ-2/5-(197.8683385, 28...)	-1.058
30	КОЭФФ. Б РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-5/5-(1.4680000, 1.5600...)	-1.018
23	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗХ ДОБ. КГ/М КУБ-3/5-(91.0495977, 26...)	0.000

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Когн. карта Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7  
 Максимальное количество отображаемых рецепторов: 7  
 Отображать связи с интенсивностью >= от макс.: 30, 000

Сортировка связи:  
 по модулю информативности  
 по информативности и знаку

Отображать наименования:  
 нейронов  
 рецепторов



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

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

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

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

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

2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов являются примерами опосредованных нечетких правдоподобных логических заключений, о которых может быть одним из первых писал Дьердь Пойа [19, 20]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [2] на странице 521<sup>12</sup>. Позже об этом писалось в работе [3]<sup>13</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-

<sup>12</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>13</sup> <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, стр.44.

конструктивного анализа классов и значений факторов (признаков) известно, насколько те или иные признаки сходны или отличаются по их влиянию на объект моделирования. Поэтому понятно, что человек с голубыми глазами вероятнее всего блондин, а брюнет, скорее всего, имеет темные глаза. Так что понятно, что эти признаки вносят вклад в различие этих двух людей.

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 34. Всего системой в данной модели генерируется 9409 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 97 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается  $97^2=9409$  подобных диаграмм. Естественно, все они не приводятся. Но 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 №391 и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.

4.2.3. Когнитивные диаграммы классов. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор классов для когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование класса
0	ВСЕ КЛАССЫ
1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В-7,5
3	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В 12,5
4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5
5	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В15
6	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В20

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

Выбор способа фильтрации признаков в информационных портретах когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование описательной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ	1	75
1	ПОРОДА ШЕБНЯ	1	10
2	КОЭФФ. ПУСТОТН. ШЕБНЯ	11	15
3	ИСТ. ПЛОТН. ШЕБНЯ КГ/М КУБ	16	20
4	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ШЕБНЯ	21	25
5	КОЭФФ. В РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН	26	30

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs  Prc1  Prc2  Inf1  Inf2  Inf3  Inf4  Inf5  Inf6  Inf7

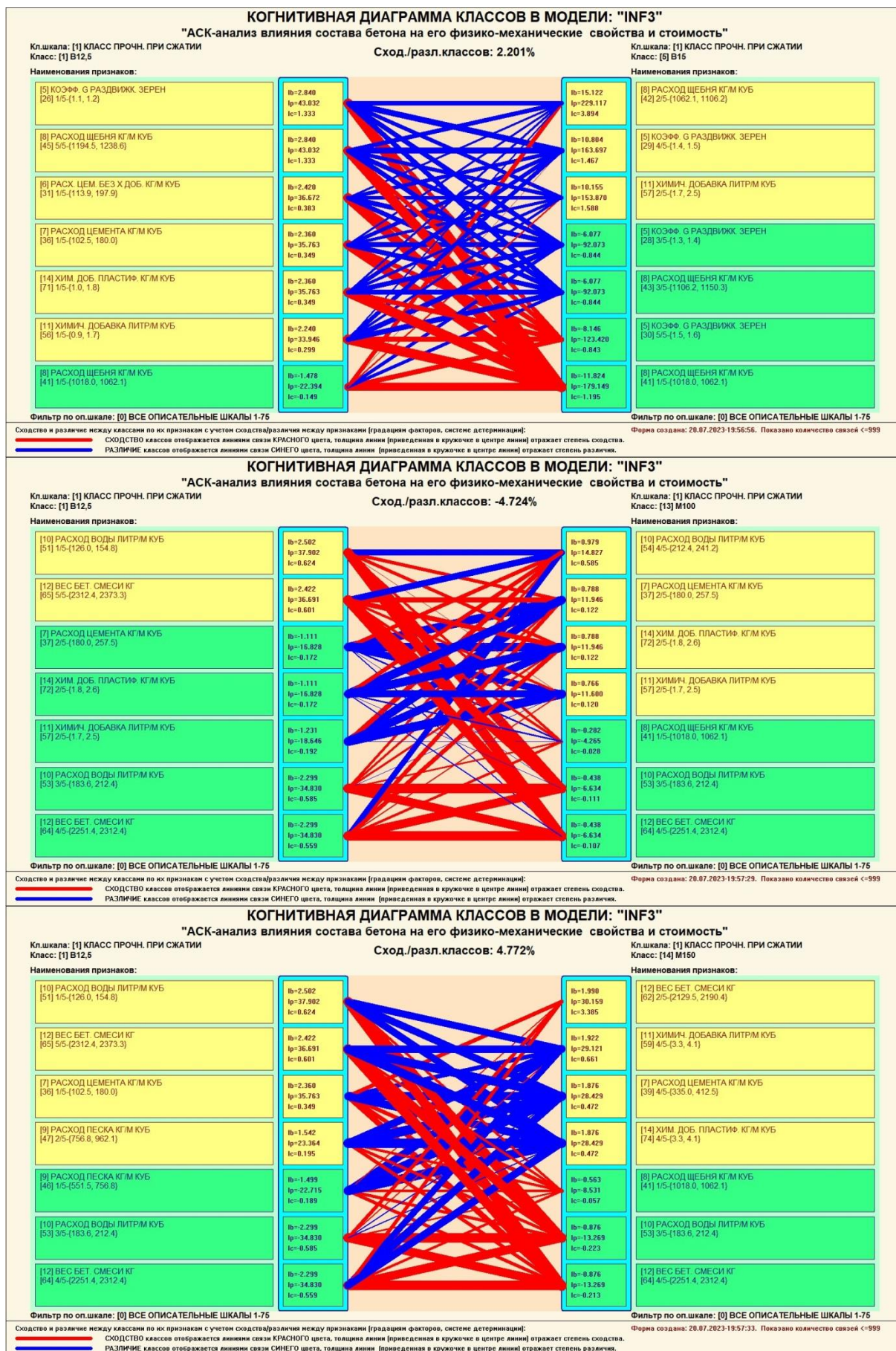
Задайте max количество отображаемых связей:

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

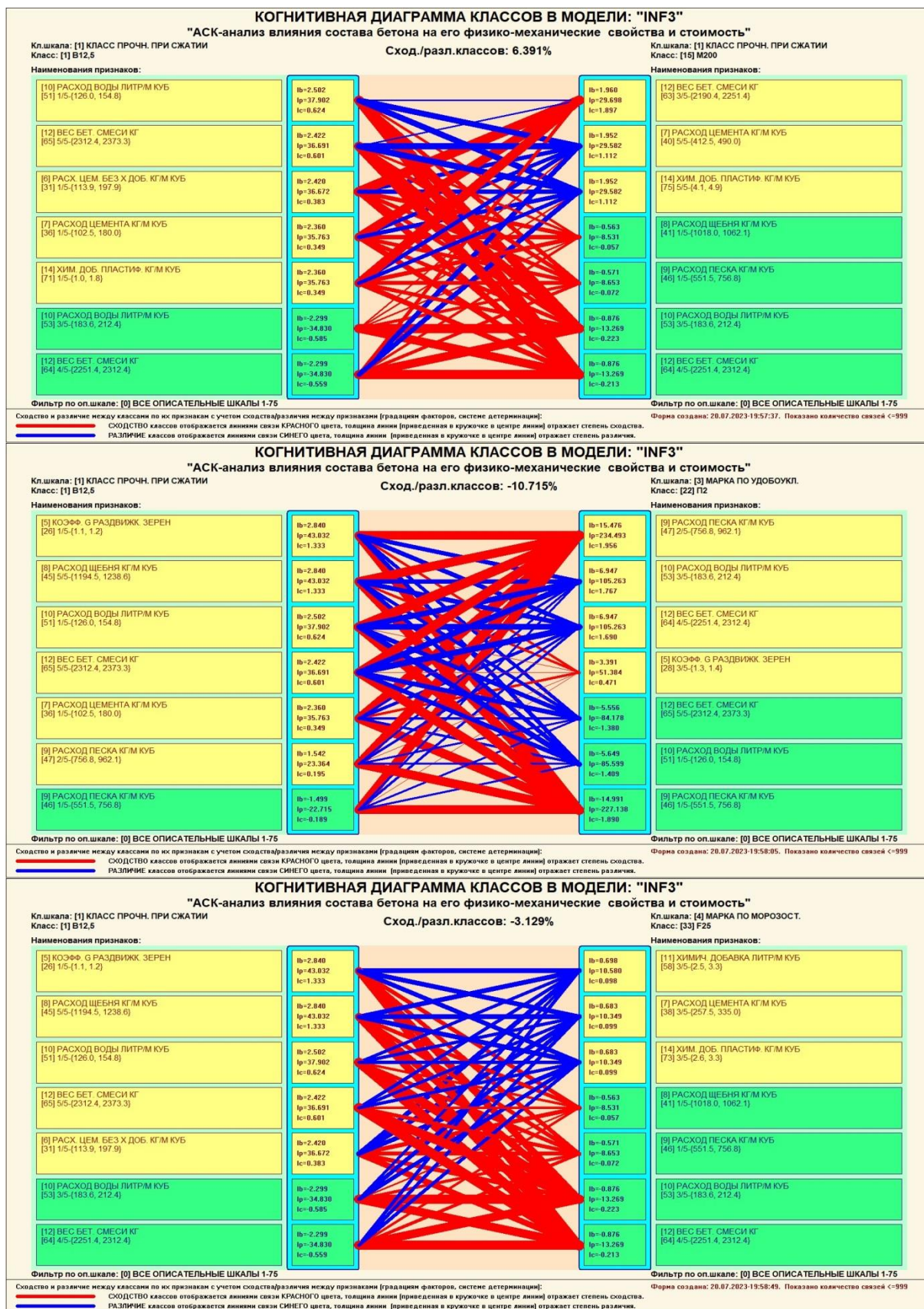
Класс для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ  
Класс для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ  
Описат.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ  
Описат.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ  
Модели, заданные для расчета: Abs, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4,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

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой  
 Записать все диаграммы без показа







**Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3**

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

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

Напомним, что смысл событий, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий этих событий [21].

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

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

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

**4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков. Задание параметров генерации выходных форм**

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

Код	Наименование признака
0	ВСЕ ПРИЗНАКИ
1	ПОРОДА ШЕБНЯ-гранит
2	ПОРОДА ШЕБНЯ-известн
3	ПОРОДА ШЕБНЯ-известняк
4	ПОРОДА ШЕБНЯ-Песок
5	ПОРОДА ШЕБНЯ-СМС
6	ПОРОДА ШЕБНЯ-тв.п. гран

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

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

Код	Наименование классификационной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ	1	97
1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ	1	15
2	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ	16	20
3	МАРКА ПО УДОБНОУКЛ.	21	29
4	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.	30	35
5	МАРКА ПО ВОДОНЕПР	36	42

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

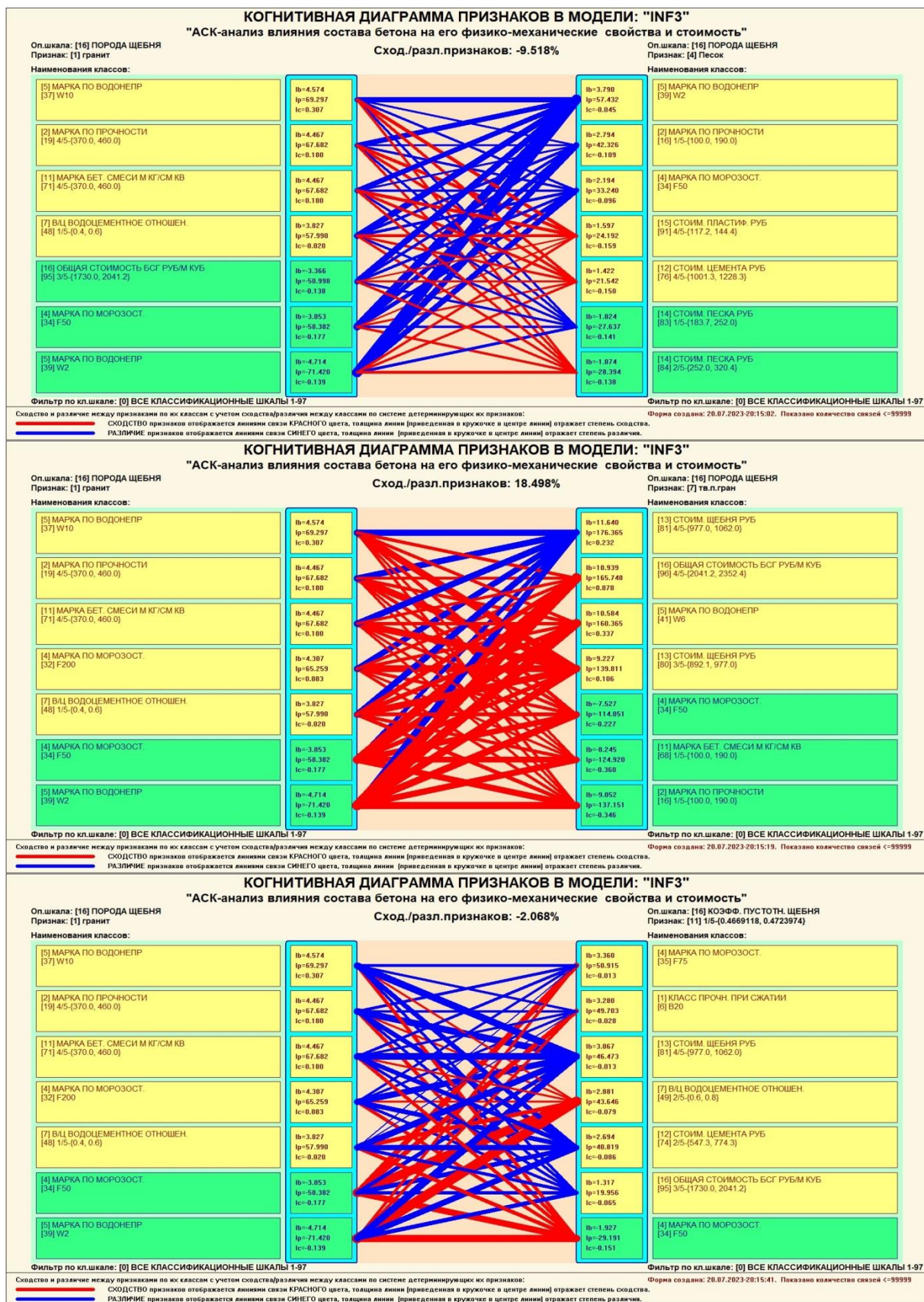
Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:  
 Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7

Задайте max количество отображаемых связей:

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:  
**Признак для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ**  
**Признак для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ**  
**Классиф.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ**  
**Классиф.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ**  
**Модели, заданные для расчета: Inf3**

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:  
 Показать все диаграммы с остановкой  
 Записать все диаграммы без показа

Ok      Cancel



**Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF3**

Всего системой в данной модели генерируется  $75^2=5625$  подобных диаграмм содержательного сравнения значений факторов по их смыслу, т.е. по влиянию на объект моделирования. Естественно, все они в данной работе не приводятся. Но 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 №391 и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.

### 3.8.9. Когнитивные функции

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году [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, имеющих в системе «Эйдос», позволяющих отобразить силу и направление влияния каждого значения фактора на переход объекта моделирования в каждое из будущих состояний.

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].

## 4.5. Визуализация когнитивных функций

Что такое когнитивная функция:

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

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

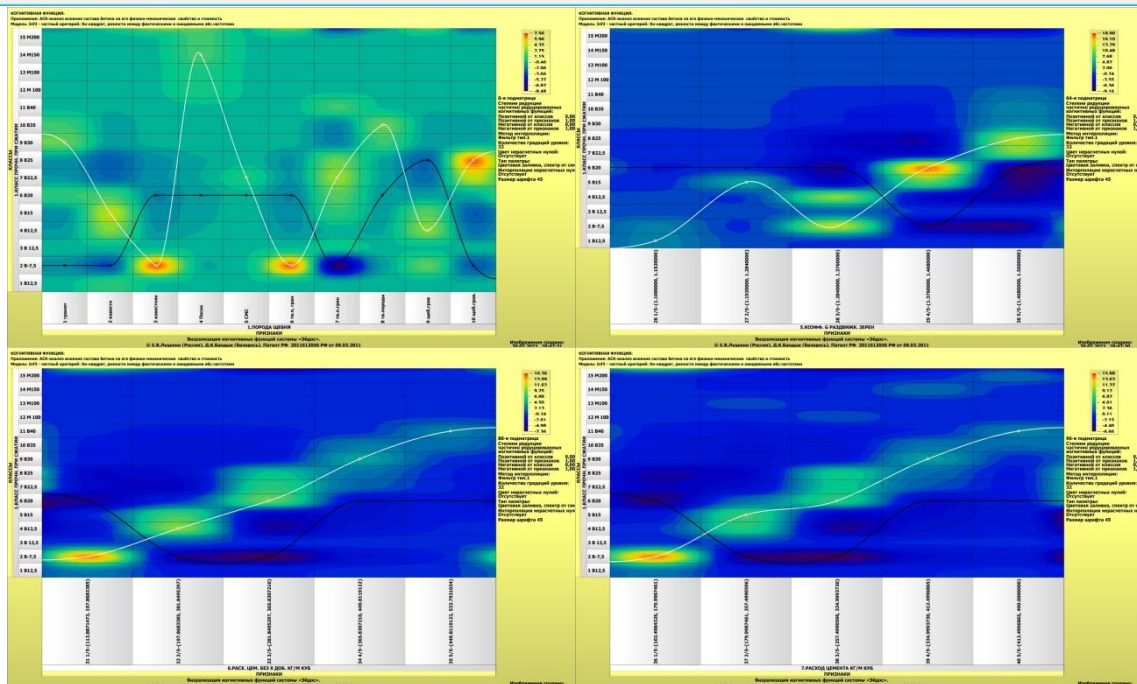
Задайте нужный режим:

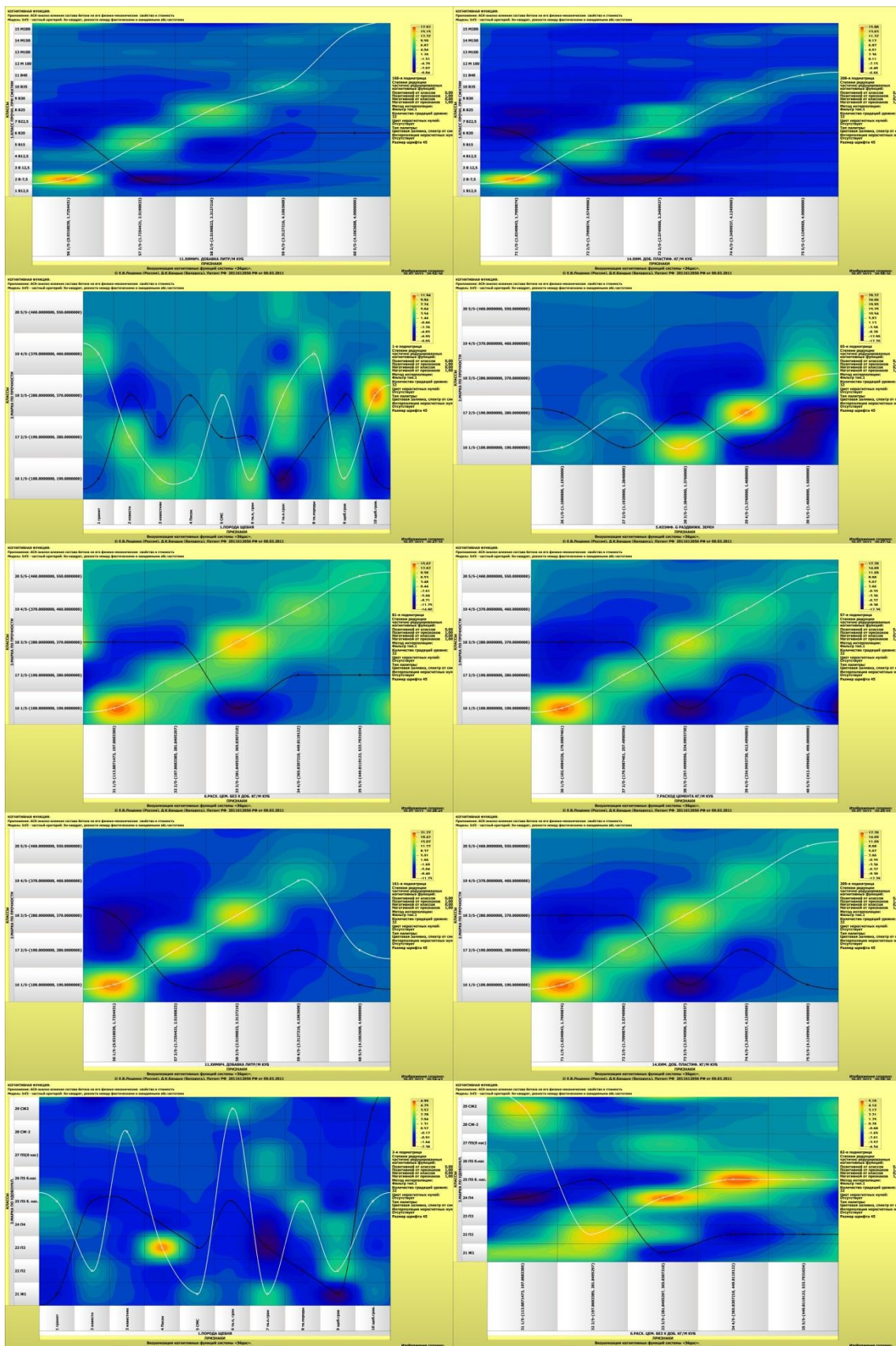
Визуализации когнитивных функций

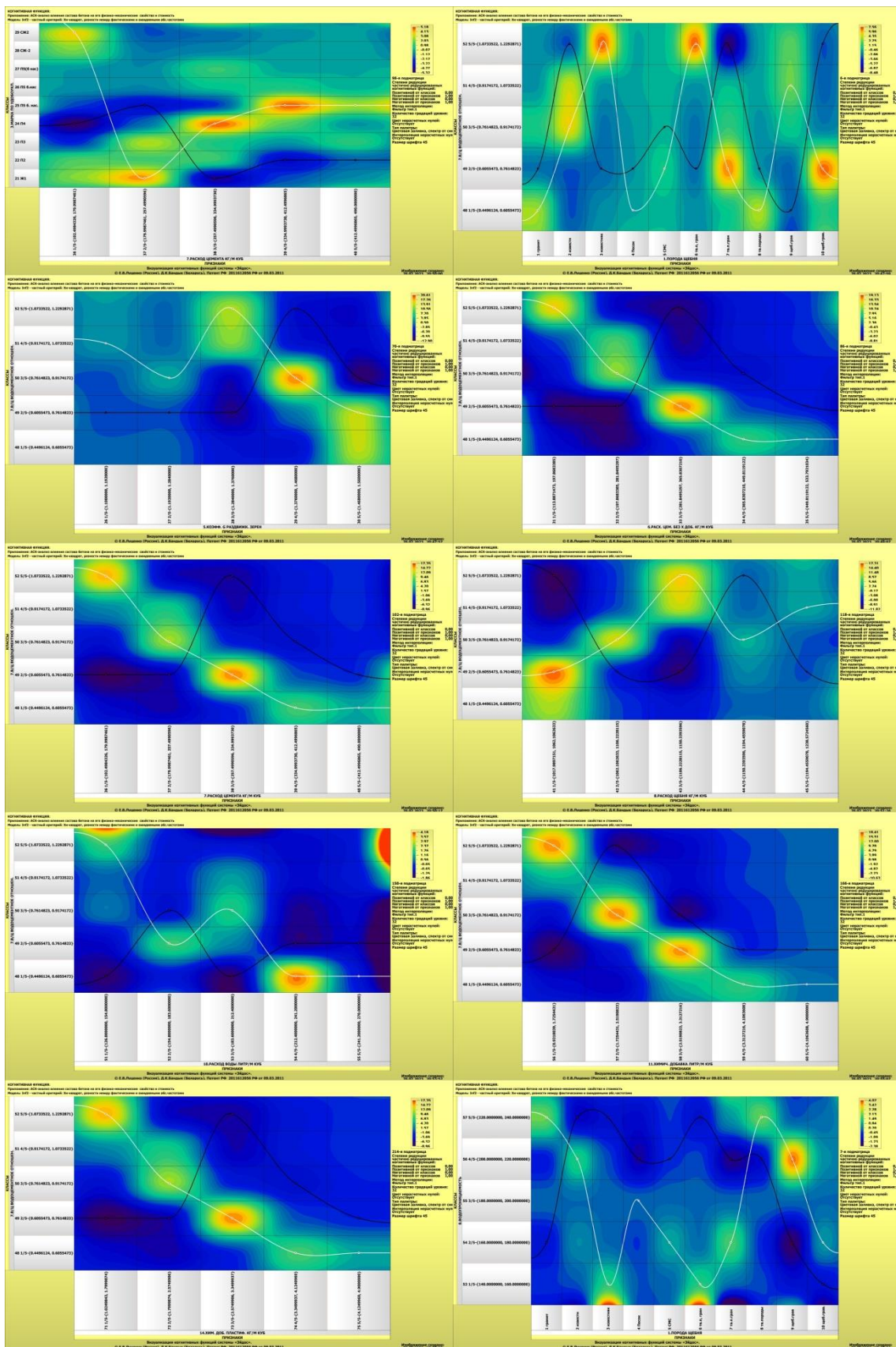
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

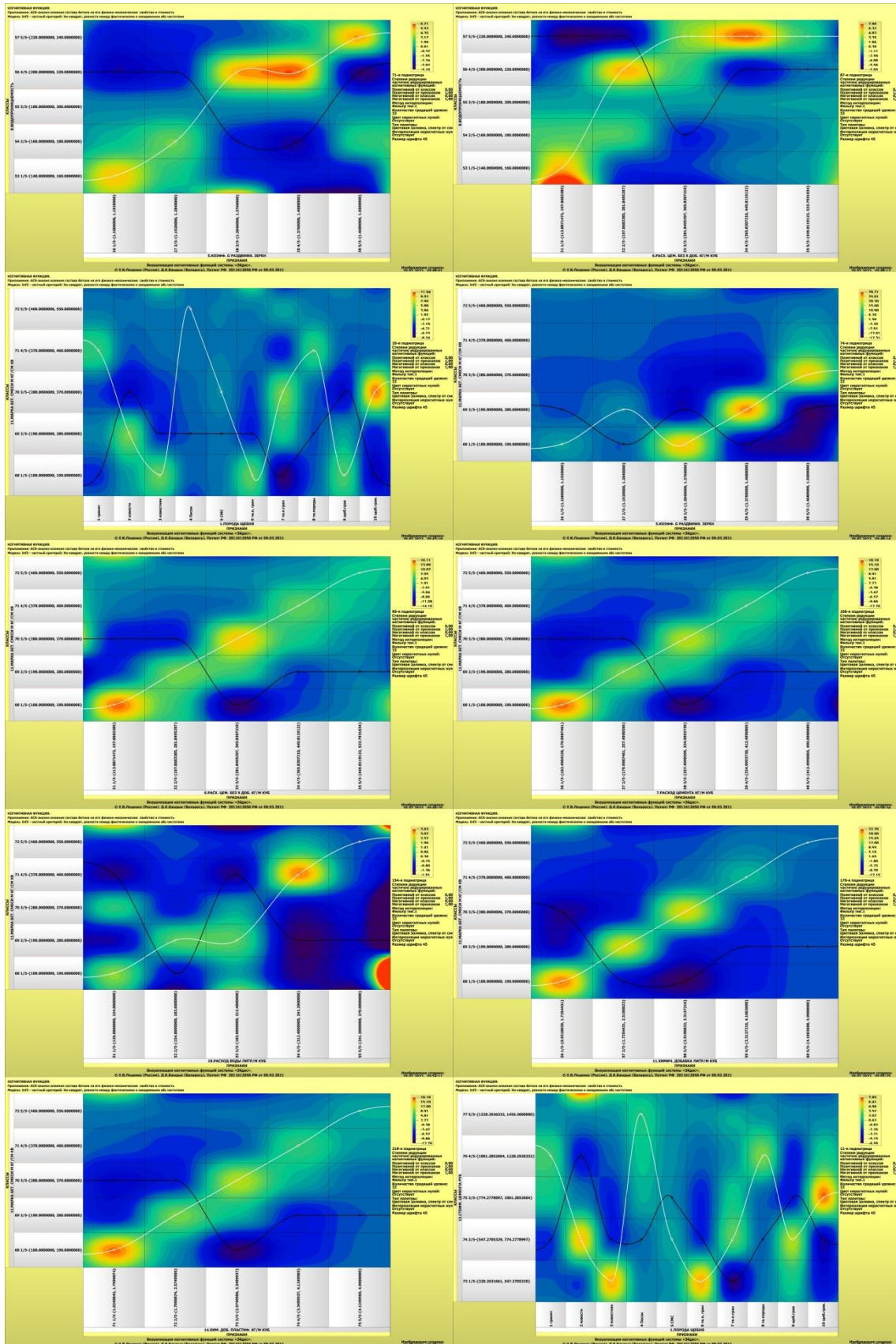
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями

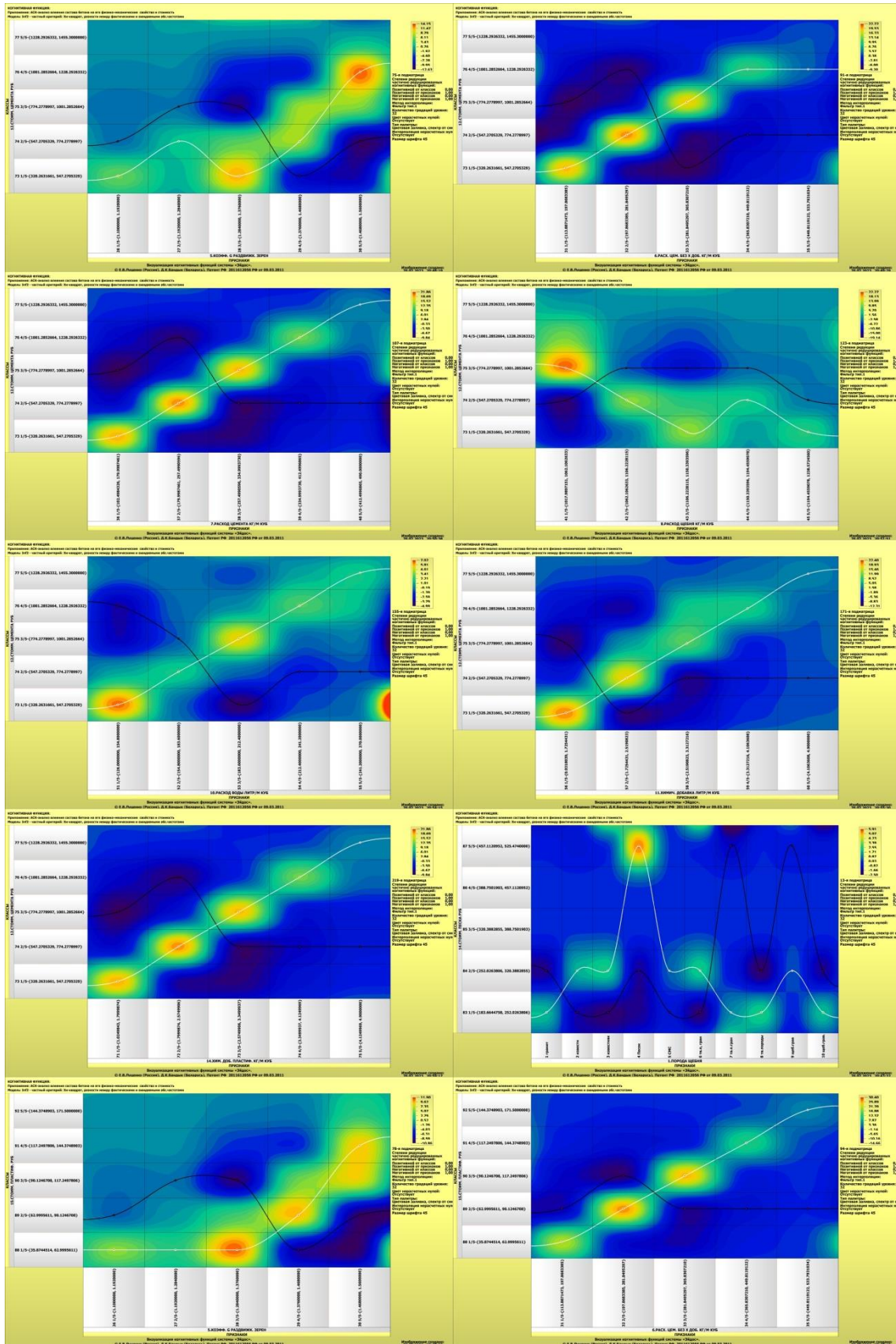


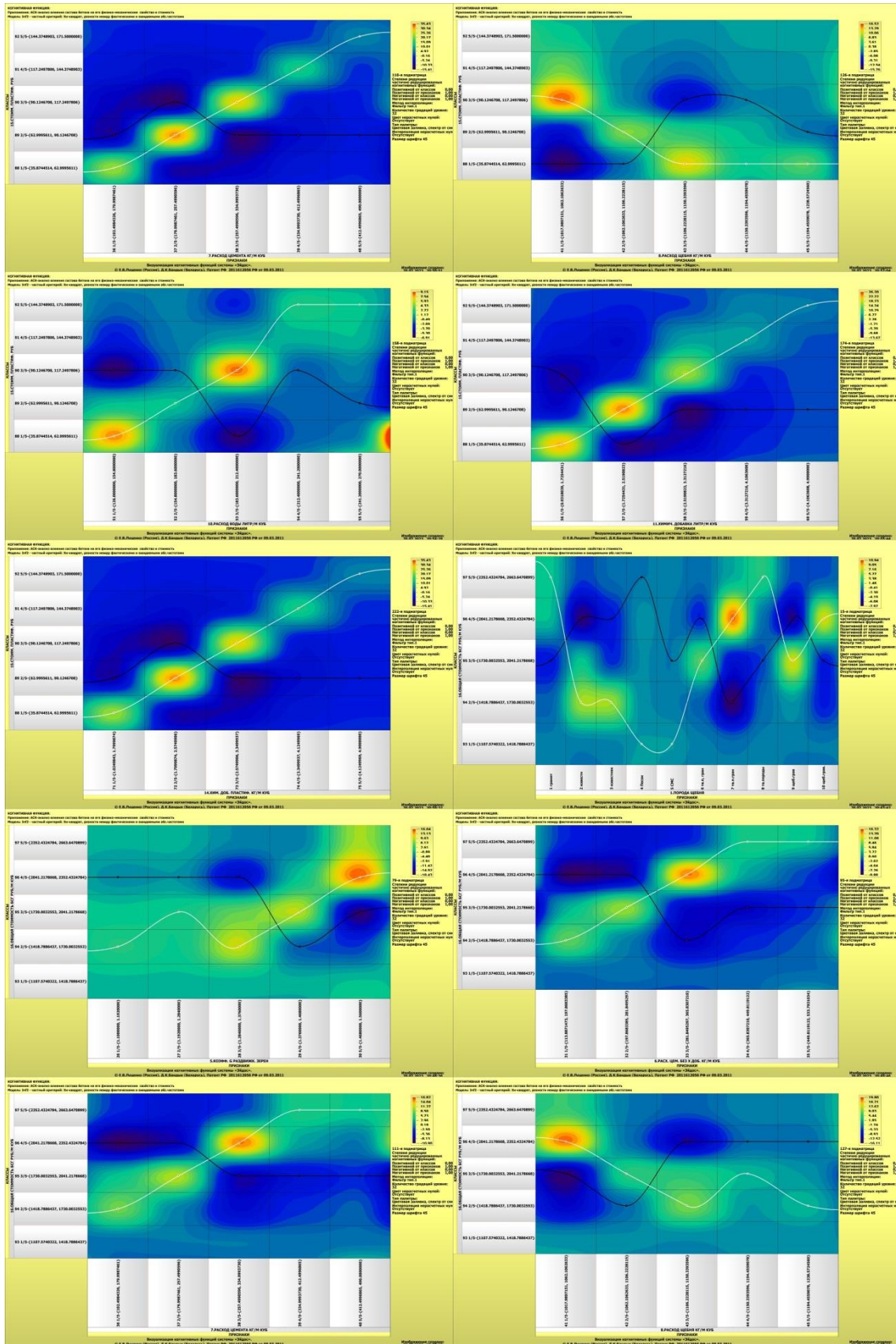












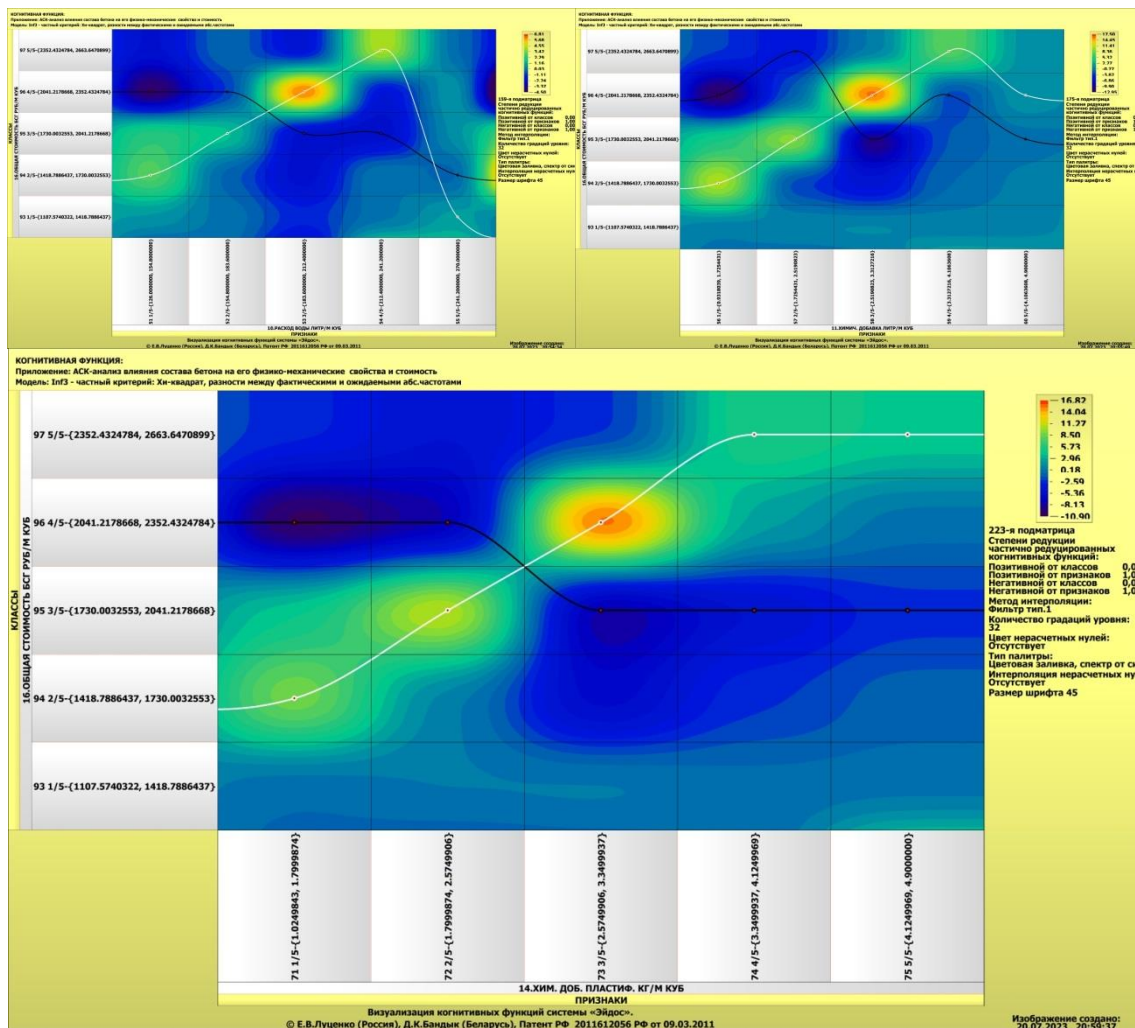


Рисунок 36. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3

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

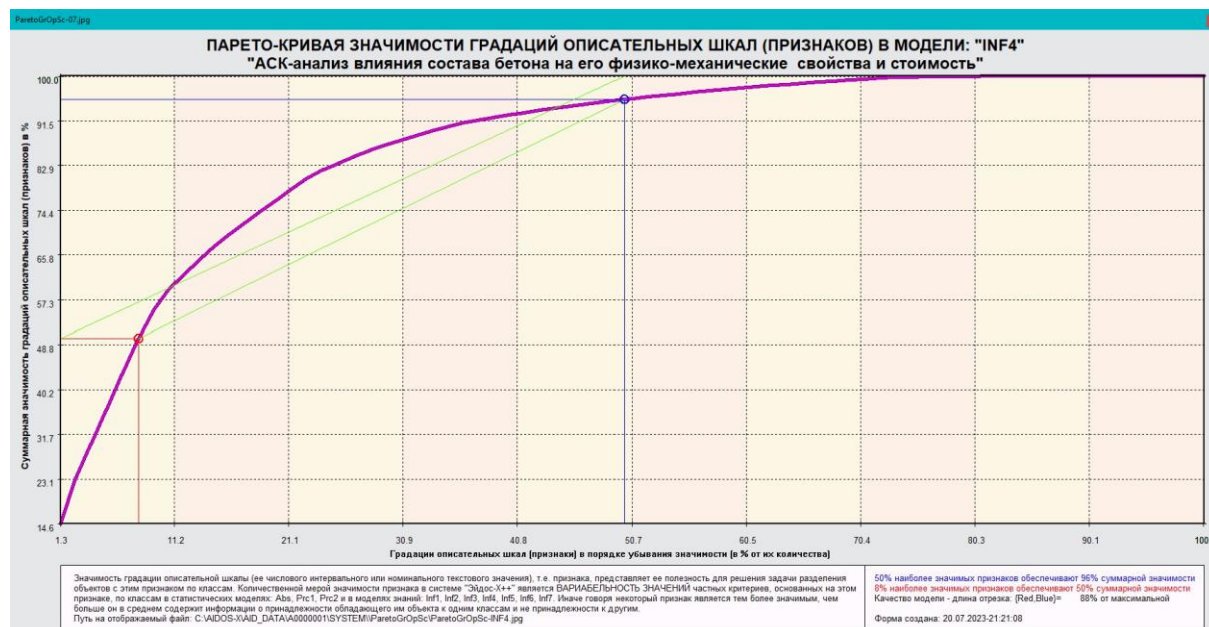
В АСК-анализе все факторы рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта моделирования и управления, на который они действуют, в определенное будущее состояние, описываемое классом (градация классификационной шкалы), и при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации [6].

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

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

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

На рисунке 37 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4:



**Рисунок 37. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4**

Из рисунка 37 видно, что примерно двенадцатая часть наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 96% суммарного влияния.

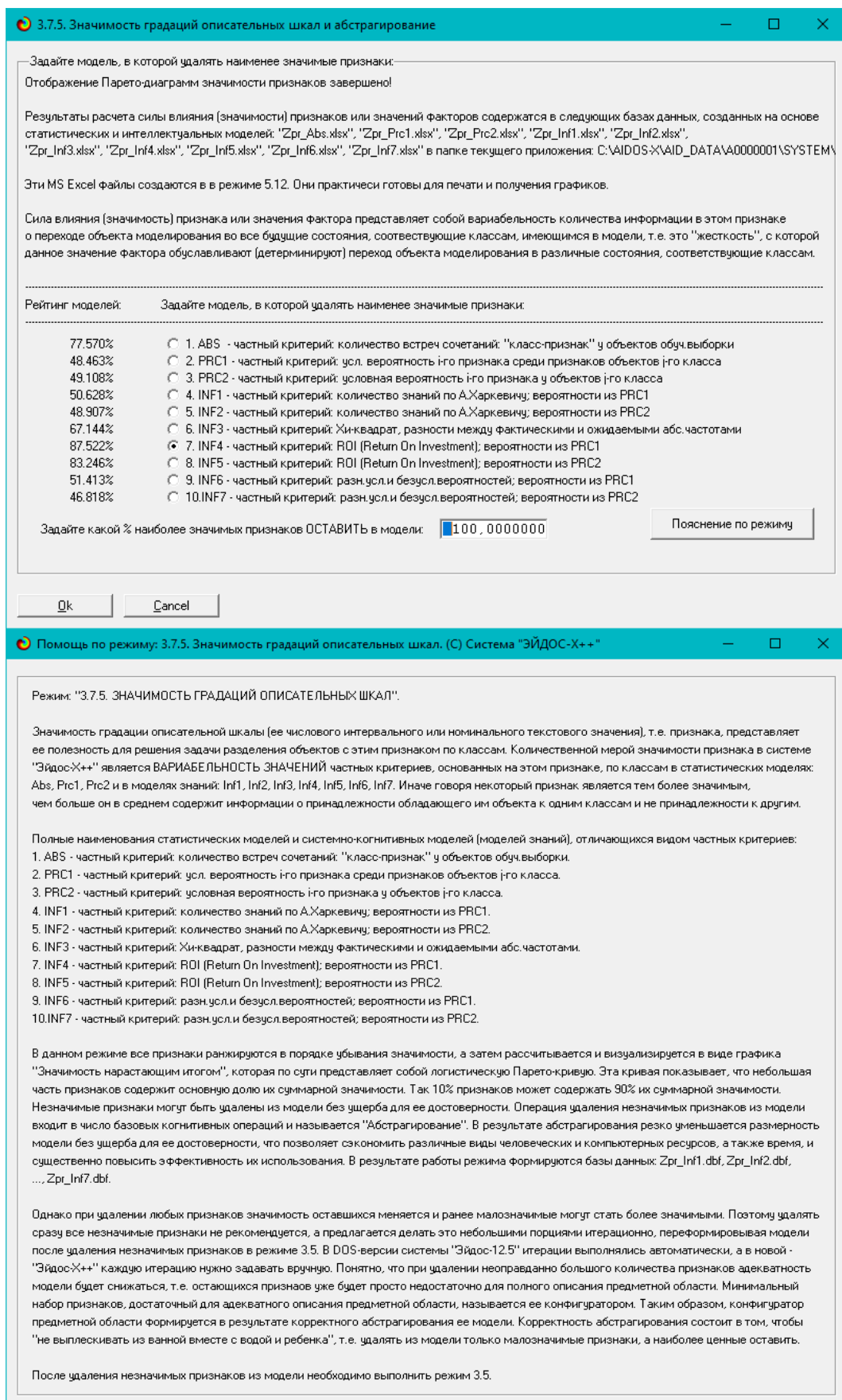
В таблице 16 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 37. Из таблицы 16 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущее состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

**Таблица 16 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4**

№	№%	Код	Наименование значения фактора	Значимость, %	Значимость кумулятивно, %
1	1,333	61	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-1/5-{2068.4800000, 2129.4506545}	14,590	14,590
2	2,667	62	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-2/5-{2129.4506545, 2190.4213090}	8,674	23,264
3	4,000	4	ПОРОДА ЩЕБНЯ-Песок	6,576	29,840
4	5,333	50	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-5/5-{1372.7089945, 1578.0000000}	6,576	36,416
5	6,667	70	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-5/5-{0.9940000, 1.0000000}	6,576	42,992
6	8,000	55	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-5/5-{241.2000000, 270.0000000}	6,524	49,516
7	9,333	60	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-5/5-{4.1063608, 4.9000000}	5,659	55,175
8	10,667	5	ПОРОДА ЩЕБНЯ-СМС	4,019	59,194
9	12,000	40	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-5/5-{412.4996865, 490.0000000}	2,865	62,059
10	13,333	75	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-5/5-{4.1249969, 4.9000000}	2,865	64,924
11	14,667	35	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ-5/5-{449.8119122, 533.7931034}	2,595	67,518

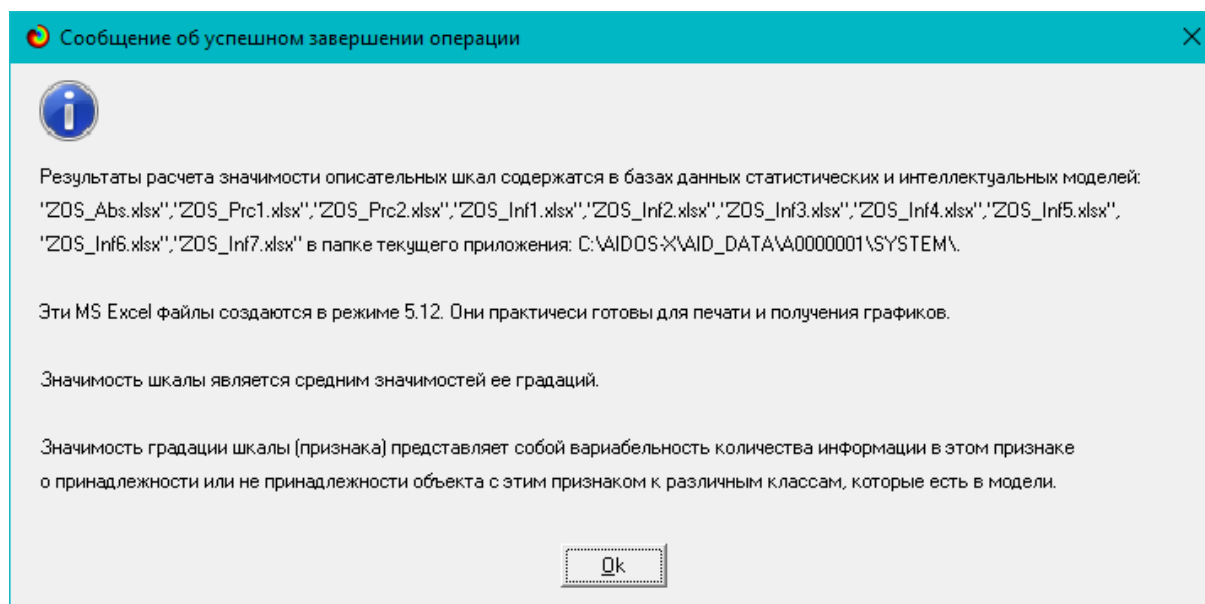
12	16,000	54	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-4/5-{212.4000000, 241.2000000}	2,332	69,850
13	17,333	63	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-3/5-{2190.4213090, 2251.3919636}	2,199	72,049
14	18,667	11	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-1/5-{0.4669118, 0.4723974}	2,146	74,195
15	20,000	20	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5-{2706.0000000, 2720.0000000}	2,146	76,341
16	21,333	25	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-5/5-{1428.0000000, 1450.0000000}	2,146	78,487
17	22,667	52	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-2/5-{154.8000000, 183.6000000}	2,041	80,528
18	24,000	59	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-4/5-{3.3127216, 4.1063608}	1,555	82,084
19	25,333	8	ПОРОДА ЩЕБНЯ-тв.породы	1,325	83,409
20	26,667	26	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-1/5-{1.1000000, 1.1920000}	1,223	84,632
21	28,000	45	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-5/5-{1194.4559078, 1238.5724560}	1,223	85,856
22	29,333	39	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-4/5-{334.9993730, 412.4996865}	0,955	86,811
23	30,667	74	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-4/5-{3.3499937, 4.1249969}	0,955	87,766
24	32,000	44	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-4/5-{1150.3393596, 1194.4559078}	0,894	88,660
25	33,333	1	ПОРОДА ЩЕБНЯ-гранит	0,891	89,550
26	34,667	34	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ-4/5-{365.8307210, 449.8119122}	0,795	90,346
27	36,000	27	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-2/5-{1.1920000, 1.2840000}	0,699	91,045
28	37,333	51	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-1/5-{126.0000000, 154.8000000}	0,528	91,572
29	38,667	65	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-5/5-{2312.3626181, 2373.3332726}	0,504	92,077
30	40,000	3	ПОРОДА ЩЕБНЯ-известняк	0,482	92,559
31	41,333	6	ПОРОДА ЩЕБНЯ-тв.п, гран	0,467	93,026
32	42,667	31	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ-1/5-{113.8871473, 197.8683385}	0,464	93,490
33	44,000	36	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-1/5-{102.4984326, 179.9987461}	0,418	93,908
34	45,333	71	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-1/5-{1.0249843, 1.7999874}	0,418	94,326
35	46,667	56	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-1/5-{0.9318039, 1.7254431}	0,361	94,687
36	48,000	58	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-3/5-{2.5190823, 3.3127216}	0,359	95,046
37	49,333	10	ПОРОДА ЩЕБНЯ-щерб.грав.	0,345	95,391
38	50,667	30	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-5/5-{1.4680000, 1.5600000}	0,335	95,726
39	52,000	38	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-3/5-{257.4990596, 334.9993730}	0,321	96,047
40	53,333	73	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-3/5-{2.5749906, 3.3499937}	0,321	96,368
41	54,667	42	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-2/5-{1062.1062633, 1106.2228115}	0,280	96,648
42	56,000	28	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-3/5-{1.2840000, 1.3760000}	0,272	96,921
43	57,333	43	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-3/5-{1106.2228115, 1150.3393596}	0,272	97,193
44	58,667	29	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН-4/5-{1.3760000, 1.4680000}	0,264	97,457
45	60,000	2	ПОРОДА ЩЕБНЯ-известн	0,263	97,720
46	61,333	33	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ-3/5-{281.8495297, 365.8307210}	0,249	97,969
47	62,667	37	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ-2/5-{179.9987461, 257.4990596}	0,237	98,206
48	64,000	72	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ-2/5-{1.7999874, 2.5749906}	0,237	98,443
49	65,333	7	ПОРОДА ЩЕБНЯ-тв.п.гран	0,234	98,677
50	66,667	57	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ-2/5-{1.7254431, 2.5190823}	0,207	98,884
51	68,000	41	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-{1017.9897151, 1062.1062633}	0,198	99,081
52	69,333	32	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ-2/5-{197.8683385, 281.8495297}	0,192	99,273
53	70,667	46	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-1/5-{551.5449724, 756.8359779}	0,190	99,463
54	72,000	47	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-2/5-{756.8359779, 962.1269834}	0,153	99,616
55	73,333	9	ПОРОДА ЩЕБНЯ-щерб.грав	0,138	99,754
56	74,667	53	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ-3/5-{183.6000000, 212.4000000}	0,072	99,826
57	76,000	64	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ-4/5-{2251.3919636, 2312.3626181}	0,058	99,884
58	77,333	15	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-5/5-{0.4888540, 0.4943396}	0,031	99,916
59	78,667	16	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-1/5-{2650.0000000, 2664.0000000}	0,031	99,947
60	80,000	21	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-1/5-{1340.0000000, 1362.0000000}	0,031	99,978
61	81,333	66	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-1/5-{0.9700000, 0.9760000}	0,022	100,000
62	82,667	12	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-2/5-{0.4723974, 0.4778829}	0,000	100,000
63	84,000	13	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-3/5-{0.4778829, 0.4833685}	0,000	100,000
64	85,333	14	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ-4/5-{0.4833685, 0.4888540}	0,000	100,000
65	86,667	17	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-2/5-{2664.0000000, 2678.0000000}	0,000	100,000
66	88,000	18	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-3/5-{2678.0000000, 2692.0000000}	0,000	100,000
67	89,333	19	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ-4/5-{2692.0000000, 2706.0000000}	0,000	100,000
68	90,667	22	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-2/5-{1362.0000000, 1384.0000000}	0,000	100,000
69	92,000	23	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-3/5-{1384.0000000, 1406.0000000}	0,000	100,000
70	93,333	24	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ-4/5-{1406.0000000, 1428.0000000}	0,000	100,000
71	94,667	48	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-3/5-{962.1269834, 1167.4179890}	0,000	100,000
72	96,000	49	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ-4/5-{1167.4179890, 1372.7089945}	0,000	100,000
73	97,333	67	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-2/5-{0.9760000, 0.9820000}	0,000	100,000
74	98,667	68	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-3/5-{0.9820000, 0.9880000}	0,000	100,000
75	100,000	69	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ-4/5-{0.9880000, 0.9940000}	0,000	100,000

На экранной форме рисунка 38 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в разных моделях:



**Рисунок 38. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния значений факторов в разных моделях**

На экранной форме рисунка 39 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях.



**Рисунок 39. имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях**

В таблице 17 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF4.

**Таблица 17 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF4**

№	№%	Код	Наименование фактора	Значимость фактора, %	Значимость фактора кумулятивно, %
1	7,143	12	ВЕС БЕТ. СМЕСИ КГ	28,096	28,096
2	14,286	10	РАСХОД ВОДЫ ЛИТР/М КУБ	12,411	40,507
3	21,429	11	ХИМИЧ. ДОБАВКА ЛИТР/М КУБ	8,789	49,296
4	28,571	1	ПОРОДА ЩЕБНЯ	7,956	57,253
5	35,714	9	РАСХОД ПЕСКА КГ/М КУБ	7,470	64,723
6	42,857	13	ОБЪЕМ БЕТ. СМЕСИ М КУБ	7,123	71,845
7	50,000	7	РАСХОД ЦЕМЕНТА КГ/М КУБ	5,177	77,023
8	57,143	14	ХИМ. ДОБ. ПЛАСТИФ. КГ/М КУБ	5,177	82,200
9	64,286	6	РАСХ. ЦЕМ. БЕЗ Х ДОБ. КГ/М КУБ	4,636	86,836
10	71,429	8	РАСХОД ЩЕБНЯ КГ/М КУБ	3,096	89,932
11	78,571	5	КОЭФФ. Г РАЗДВИЖК. ЗЕРЕН	3,016	92,948
12	85,714	2	КОЭФФ. ПУСТОТН. ЩЕБНЯ	2,351	95,299
13	92,857	3	ИСТ. ПЛОТН. ЩЕБНЯ КГ/М КУБ	2,351	97,649
14	100,000	4	НАСЫПНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЩЕБНЯ	2,351	100,000

Из таблицы 17 видно, что примерно 28% суммарного влияния на поведение объекта моделирования обусловлено весом бетонной смеси, еще 12% влияния – расходом воды, а химические добавки оказывают сравнительно меньшее влияние: около 9%. Таким образом, всего три этих фактора, т.е. 21% от всех факторов, обеспечивают примерно 50% суммарного влияния на объект моделирования, а 50% наиболее значимых фактора дают суммарно 77% влияния. Наиболее сильный фактор: «Вес бетонной смеси», примерно в 12 раз сильнее наиболее слабого: «Истинная плотность щебня».

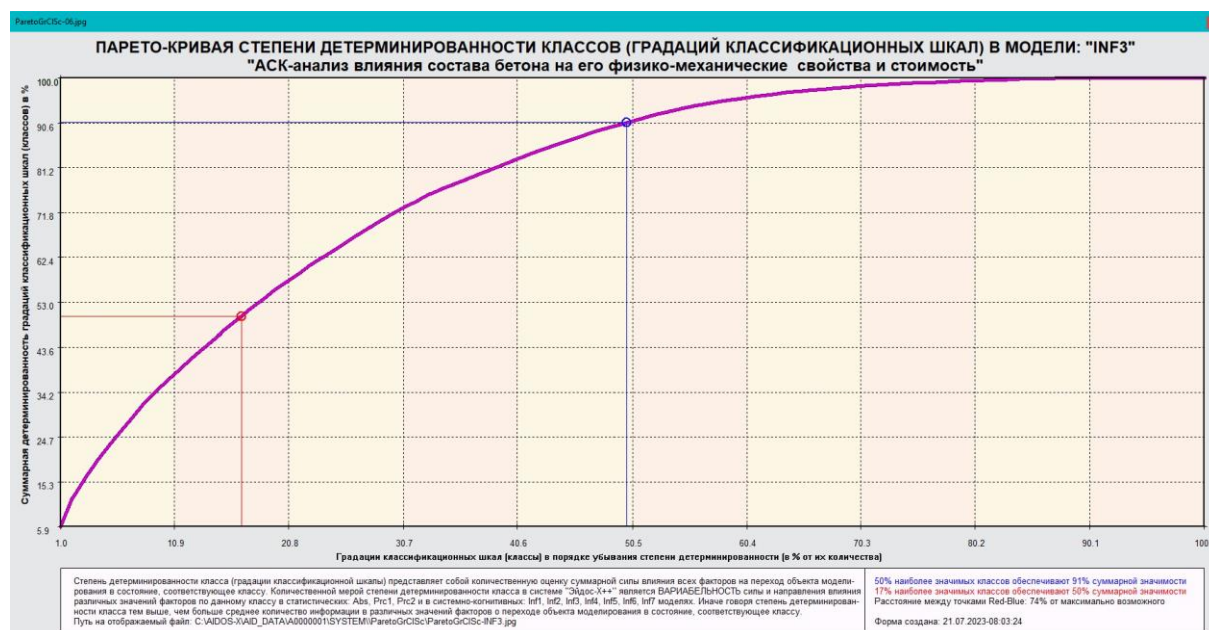
### 3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

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

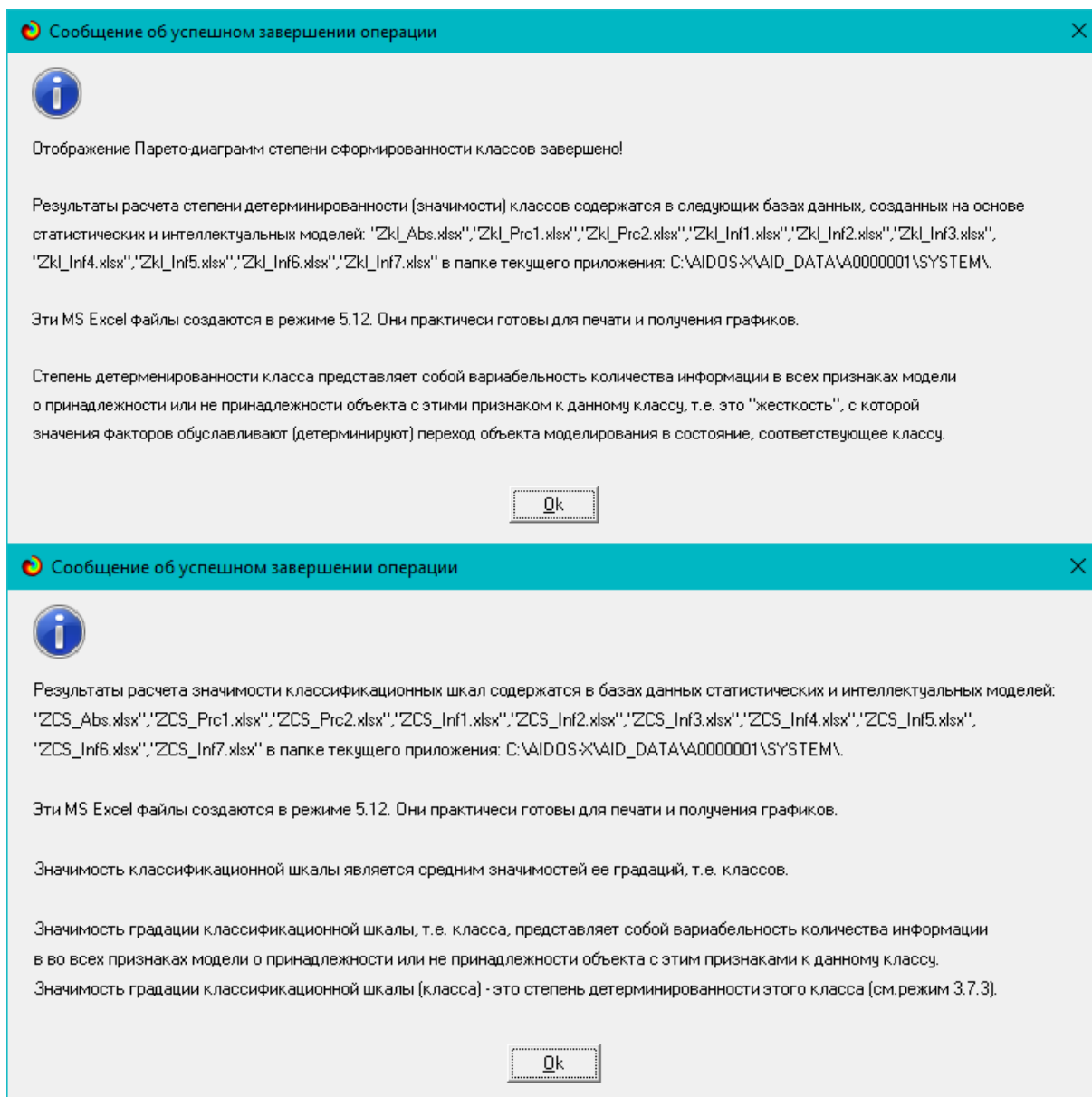
Чем выше степень детерминированности класса, тем более достоверно он прогнозируется по значениям факторов.

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

На рисунках 40 приведены экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос», содержащие информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:







**Рисунок 40. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»**

В таблице 18 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 40.

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, всего лишь 16% наиболее жестко детерминированных классов суммарно имеют примерно 50% степень детерминированности, а 50% наиболее детерминированных классов обеспечивают около 90% суммарной детерминированности всех классов.

Таблица 18 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF3

№	№%	Код	Наименование класса	Значимость, %	Значимость кумулятивно, %
1	1,031	62	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-5/5-{0.9, 0.9}	5,933	5,933
2	2,062	67	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-5/5-{1.1, 1.2}	5,933	11,867
3	3,093	47	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-5/5-{480.0, 500.0}	4,038	15,904
4	4,124	39	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W2	3,749	19,654
5	5,155	84	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-2/5-{252.0, 320.4}	3,090	22,744
6	6,186	34	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F50	3,049	25,793
7	7,216	83	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-1/5-{183.7, 252.0}	3,008	28,801
8	8,247	56	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-4/5-{200.0, 220.0}	2,925	31,726
9	9,278	95	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-3/5-{1730.0, 2041.2}	2,637	34,363
10	10,309	43	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-1/5-{400.0, 420.0}	2,307	36,671
11	11,340	89	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-2/5-{63.0, 90.1}	2,307	38,978
12	12,371	17	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-2/5-{190.0, 280.0}	2,184	41,162
13	13,402	57	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-5/5-{220.0, 240.0}	2,143	43,304
14	14,433	96	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-4/5-{2041.2, 2352.4}	2,143	45,447
15	15,464	69	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-2/5-{190.0, 280.0}	2,101	47,548
16	16,495	16	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-1/5-{100.0, 190.0}	2,060	49,609
17	17,526	74	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-2/5-{547.3, 774.3}	2,019	51,628
18	18,557	75	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-3/5-{774.3, 1001.3}	1,937	53,564
19	19,588	68	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-1/5-{100.0, 190.0}	1,895	55,459
20	20,619	23	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-ПЗ	1,772	57,231
21	21,649	49	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-2/5-{0.6, 0.8}	1,731	58,962
22	22,680	90	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-3/5-{90.1, 117.2}	1,731	60,692
23	23,711	24	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П4	1,607	62,299
24	24,742	79	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-2/5-{807.2, 892.1}	1,607	63,906
25	25,773	80	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-3/5-{892.1, 977.0}	1,607	65,513
26	26,804	18	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-3/5-{280.0, 370.0}	1,566	67,079
27	27,835	50	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-3/5-{0.8, 0.9}	1,566	68,644
28	28,866	70	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-3/5-{280.0, 370.0}	1,566	70,210
29	29,897	81	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-4/5-{977.0, 1062.0}	1,442	71,652
30	30,928	22	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П2	1,401	73,053
31	31,959	88	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-1/5-{35.9, 63.0}	1,319	74,372
32	32,990	73	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-1/5-{320.3, 547.3}	1,236	75,608
33	34,021	6	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B20	1,112	76,720
34	35,052	78	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-1/5-{722.2, 807.2}	1,071	77,792
35	36,082	2	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B-7,5	0,989	78,780
36	37,113	5	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B15	0,989	79,769
37	38,144	35	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F75	0,989	80,758
38	39,175	52	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-5/5-{1.1, 1.2}	0,989	81,747
39	40,206	76	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-4/5-{1001.3, 1228.3}	0,989	82,736
40	41,237	94	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-2/5-{1418.8, 1730.0}	0,948	83,684
41	42,268	48	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-1/5-{0.4, 0.6}	0,906	84,590
42	43,299	51	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.-4/5-{0.9, 1.1}	0,906	85,496
43	44,330	30	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F100	0,865	86,362
44	45,361	41	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W6	0,865	87,227
45	46,392	8	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B25	0,824	88,051
46	47,423	31	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F150	0,824	88,875
47	48,454	4	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B12,5	0,742	89,617
48	49,485	7	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-B22,5	0,742	90,358
49	50,515	21	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-Ж1	0,700	91,059
50	51,546	54	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-2/5-{160.0, 180.0}	0,700	91,759
51	52,577	91	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-4/5-{117.2, 144.4}	0,700	92,460
52	53,608	32	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F200	0,536	92,995
53	54,639	40	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W4	0,536	93,531
54	55,670	97	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-5/5-{2352.4, 2663.6}	0,536	94,067
55	56,701	42	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W8	0,494	94,561
56	57,732	19	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-4/5-{370.0, 460.0}	0,412	94,973
57	58,763	71	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-4/5-{370.0, 460.0}	0,412	95,385
58	59,794	25	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П5 б. нас.	0,371	95,756
59	60,825	37	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W10	0,330	96,086
60	61,856	53	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-1/5-{140.0, 160.0}	0,330	96,415
61	62,887	82	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ-5/5-{1062.0, 1146.9}	0,330	96,745
62	63,918	92	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ-5/5-{144.4, 171.5}	0,288	97,033
63	64,948	36	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-W 4	0,247	97,281
64	65,979	87	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-5/5-{457.1, 525.5}	0,247	97,528

65	67,010	9	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В30	0,206	97,734
66	68,041	10	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В35	0,206	97,940
67	69,072	29	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-СЖ2	0,206	98,146
68	70,103	58	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-1/5-{0.8, 0.8}	0,165	98,311
69	71,134	63	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-1/5-{1.0, 1.0}	0,165	98,475
70	72,165	77	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ-5/5-{1228.3, 1455.3}	0,165	98,640
71	73,196	1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В12,5	0,124	98,764
72	74,227	11	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В40	0,124	98,888
73	75,258	20	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ-5/5-{460.0, 550.0}	0,124	99,011
74	76,289	28	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-СЖ-2	0,124	99,135
75	77,320	38	МАРКА ПО ВОДОНЕПР-В12	0,124	99,258
76	78,351	72	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ-5/5-{460.0, 550.0}	0,124	99,382
77	79,381	14	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М150	0,082	99,464
78	80,412	15	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М200	0,082	99,547
79	81,443	26	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П5 б.нас	0,082	99,629
80	82,474	27	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.-П5(б нас)	0,082	99,712
81	83,505	33	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.-F25	0,082	99,794
82	84,536	93	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ-1/5-{1107.6, 1418.8}	0,082	99,876
83	85,567	3	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-В 12,5	0,041	99,918
84	86,598	12	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М 100	0,041	99,959
85	87,629	13	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ-М100	0,041	100,000
86	88,660	44	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-2/5-{420.0, 440.0}	0,000	100,000
87	89,691	45	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-3/5-{440.0, 460.0}	0,000	100,000
88	90,722	46	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА-4/5-{460.0, 480.0}	0,000	100,000
89	91,753	55	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ-3/5-{180.0, 200.0}	0,000	100,000
90	92,784	59	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-2/5-{0.8, 0.8}	0,000	100,000
91	93,814	60	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-3/5-{0.8, 0.9}	0,000	100,000
92	94,845	61	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК-4/5-{0.9, 0.9}	0,000	100,000
93	95,876	64	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-2/5-{1.0, 1.1}	0,000	100,000
94	96,907	65	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-3/5-{1.1, 1.1}	0,000	100,000
95	97,938	66	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.-4/5-{1.1, 1.1}	0,000	100,000
96	98,969	85	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-3/5-{320.4, 388.8}	0,000	100,000
97	100,000	86	СТОИМ. ПЕСКА РУБ-4/5-{388.8, 457.1}	0,000	100,000

В таблице 19 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели INF3. Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций.

**Таблица 19 – Степень детерминированности классификационных шкал в системно-когнитивной модели INF3**

№	№%	Код	Наименование классификационной шкалы	Степень детерминированности, %	Степень детерминированности кумулятивно, %
1	6,250	2	МАРКА ПО ПРОЧНОСТИ	7,044	7,044
2	12,500	6	МАРКА АКТИВНОСТЬ ЦЕМЕНТА	7,044	14,088
3	18,750	12	СТОИМ. ЦЕМЕНТА РУБ	7,044	21,132
4	25,000	14	СТОИМ. ПЕСКА РУБ	7,044	28,176
5	31,250	15	СТОИМ. ПЛАСТИФ. РУБ	7,044	35,221
6	37,500	16	ОБЩАЯ СТОИМОСТЬ БСГ РУБ/М КУБ	7,044	42,265
7	43,750	7	В/Ц ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕН.	6,770	49,034
8	50,000	8	ВОДОПРОНИЦАЕМОСТЬ	6,770	55,804
9	56,250	9	К1 - КОЭФФ. УЧЕТА ХИМ. ДОБАВОК	6,770	62,574
10	62,500	10	К2 - КОЭФФ. УЧЕТА Х.Д. НА ПРОЧН.	6,770	69,343
11	68,750	11	МАРКА БЕТ. СМЕСИ М КГ/СМ КВ	6,770	76,113
12	75,000	13	СТОИМ. ЩЕБНЯ РУБ	6,724	82,837
13	81,250	4	МАРКА ПО МОРОЗОСТ.	5,870	88,707
14	87,500	5	МАРКА ПО ВОДОНЕПР	5,032	93,739
15	93,750	3	МАРКА ПО УДОБОУКЛ.	3,913	97,652
16	100,000	1	КЛАСС ПРОЧН. ПРИ СЖАТИИ	2,348	100,000

#### 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 [26], 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 [26]. 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, не только технологические, но 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 [1-33].

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

Для этого надо скачать систему с сайта разработчика по ссылке на странице: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №391. По различным аспектам применения данной технологии есть большое количество видео-занятий (около 300), с которыми можно ознакомиться по ссылкам, приведенным на странице: [http://lc.kubagro.ru/aidos/How\\_to\\_make\\_your\\_own\\_cloud\\_Eidos-application.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf).

## 5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)

В работе решена задача выявления зависимостей физико-механических и экономических свойств бетона от его состава. На основе знания этих зависимостей решаются разнообразные задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели (СК-модель).

Спецификой данной задачи является то, что независимые переменные являются как лингвистическими (категориальными) переменными, так и числовыми переменными, измеряемыми в различных единицах измерения. Поэтому для решения данной задачи применяется АСК-анализ, обеспечивающий построение гибридных моделей, включающих как номинальные (текстовые), так и числовые шкалы, причем в различных единицах измерения.

*Сопоставимость* обработки данных разных типов, представленных в разных типах шкал и разных единицах измерения обеспечивается путем метризации номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал [8]. Это достигается путем вычисления количества информации, содержащегося в градациях номинальных шкал и получении той или иной урожайности.

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

Работа может быть основой для лабораторных работ и научных исследований по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического АСК-анализа для решения задач в области применения систем искусственного интеллекта в бетонологии, в частности в области *когнитивной бетонологии*.

## REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. Луценко, Е. В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 321-363. – EDN OOSCAV.

2. Луценко, Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами : (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHС.

3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.

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

5. Сайт Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>.

6. Страница Е.В.Луценко в РесечГейт <https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>

7. Страница Е.В.Луценко в РИНЦ: [https://elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=123162](https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162).

8. Луценко, Е. В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 61-71. – EDN RNEGHR.

9. Луценко, Е. В. 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-Х++" / 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. Кто, когда и где изобрел бетон (придумал) – история изобретения (происхождения) // <https://1beton.info/proizvodstvo/kto-izobrel-beton>

26. Сайт Пастухова Николая Георгиевича: <http://www.helpbeton.ru>, [https://moskva.best-stroy.ru/kompaniya\\_wwwhelpbetonru\\_58576](https://moskva.best-stroy.ru/kompaniya_wwwhelpbetonru_58576), <https://stroj-contact.ru/pastuhov-avtor>, <https://stroiteh-msk.ru/obzory/programma-dlya-podbora-sostava-betonnoj-smesi-excel.html>,

27. Расчет состава и пропорций и стоимости тяжелых бетонов: <https://stroy-calc.ru/raschet-betona>

28. Строительные материалы, Бетоны: <https://perekos.net/sections/view/53>

29. Расчет расхода материалов для приготовления бетона онлайн: <https://perekos.net/sections/view/242>

30. Экономический расчет и рентабельность производства бетона: <https://smkirov.com/rbu/rentabelnost-betonnogo-zavoda>

31. Расчет состава и стоимости бетона, онлайн калькулятор: <https://www.calc.ru/sostav-betona-kalkulyator.html>

32. Экономический расчет и рентабельность бетонного производства: <https://zzbo.ru/poleznoe/economica/>

33. Калькулятор бетона — расчет бетонной смеси по компонентам: <https://poweredhouse.ru/kalkulyator-betona-raschet-betonnoj-smesi-po-komponentam/>