

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

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

Факультет прикладной информатики

Кафедра Компьютерных систем и технологий

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: Интеллектуальные системы и технологии

на тему: «АСК-анализ расстройств сна, на основе данных с портала
Kaggle»

Выполнил студент группы: ИТ32241 Гайченя Дмитрий Николаевич

Допущен к защите _____

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

(подпись, расшифровка подписи)

Защищен _____

(дата)

Оценка _____

Краснодар

2024

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

Факультет прикладной информатики

РЕЦЕНЗИЯ
на курсовую работу

Студента Гайченя Дмитрия Николаевича
курса 2 заочной формы обучения группы ИТ32241
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ расстройств сна, на основе данных с портала Kaggle»

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

Оценка качества выполнения курсовой работы

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

Достоинства работы _____

Недостатки работы _____

Итоговая оценка при защите _____

Рецензент _____ (Е. В. Луценко)

«19» февраля 2024 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 107 страниц, 41 рисунков, 18 таблиц, 48 литературных источников.

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

Целью работы является проведение автоматизированного системно-когнитивного анализа шанса возникновения ожирения на основе данных о рационе и физической активности человека.

Для достижения цели требуется проанализировать методы создания обобщенных представлений классов и решения задач идентификации объектов с применением методов принятия решений и изучения моделируемой области путем анализа модели.

УДК 004.8
05.00.00. Технические науки

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-
КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ
ВОЗНИКНОВЕНИЯ РАССТРОЙСТВ СНА, НА
ОСНОВЕ ДАННЫХ О ФИЗИЧЕСКОМ
СОСТОЯНИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ**

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 <http://lc.kubagro.ru>
https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko

Гайченя Дмитрий Николаевич
Студент группы: ИТ32241
*Кубанский Государственный Аграрный
университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар,
Россия*

В условиях современного общества, где стресс и напряжение становятся неотъемлемой частью повседневной жизни, проблемы сна приобретают особую актуальность. Неспособность достаточно высыпаться влияет на качество жизни и общее состояние здоровья. Именно поэтому исследования в области расстройств сна играют важную роль в науке о здоровье.

В работах ученых все чаще подчеркивается необходимость поиска эффективных методов борьбы с проблемами сна. Например, некоторые исследования показывают, что использование техник релаксации, изменение режима дня и применение специальных технологий, таких как бинауральные ритмы или светотерапия, могут способствовать улучшению сна. Однако, эффективность таких методов может быть индивидуальной и зависит от многих факторов, включая особенности организма и окружающую среду. Для более глубокого анализа эмпирических данных в области расстройств сна также предлагается использовать современные инструменты, включая автоматизированные системы анализа, которые помогают выявлять причинно-следственные связи и разрабатывать эффективные стратегии борьбы с этой проблемой. Такие методы анализа могут обеспечить более глубокое понимание механизмов действия различных факторов на качество сна и помочь разработать персонализированные подходы к его улучшению.

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

UDC 004.8 UDC 004.8
Technical sciences

**AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE
ANALYSIS OF THE OCCURRENCE OF
SLEEP DISORDERS, BASED ON DATA ON
THE PHYSICAL CONDITION OF THE USER**

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 <http://lc.kubagro.ru>

Gaichenya Dmitry Nikolaevich
Student group: ITZ2241
*Kuban State Agrarian University named after I.T.
Trubilin, Krasnodar, Russia*

In the conditions of modern society, where stress and tension become an integral part of everyday life, sleep problems become especially relevant. The inability to get enough sleep affects the quality of life and overall health. This is why research on sleep disorders plays an important role in health science. The works of scientists increasingly emphasize the need to find effective methods to combat sleep problems.

For example, some studies show that the use of relaxation techniques, changing the daily routine and the use of special technologies such as binaural beats or light therapy can help improve sleep. However, the effectiveness of such methods can be individual and depends on many factors, including the characteristics of the body and the environment. For a deeper analysis of empirical data in the field of sleep disorders, it is also proposed to use modern tools, including automated analysis systems that help identify cause-and-effect relationships and develop effective strategies to combat this problem. Such analysis methods can provide a deeper understanding of the mechanisms of action of various factors on sleep quality and help develop personalized approaches to improve it.

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)	7
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	7
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ	7
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ	7
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	8
2. METHODS (МЕТОДЫ)	8
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	8
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ	8
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	9
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА	11
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ	18
3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)	21
3.1. Задача-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ	21
3.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	21
3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе	22
3.2. Задача-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	22
3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	22
3.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе	23
3.3. Задача-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ	29
3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	29
3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе	37
3.4. Задача-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	40
3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	40
3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе	41
3.5. Задача-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	44
3.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	44
3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе	44
3.6. Задача-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ	46
3.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	46
3.6.1.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»	46
3.6.1.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»	47
3.6.1.3. Важные математические свойства интегральных критериев	48
3.6.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»	49
3.7. Задача-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	52
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ	52
3.7.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	52
3.7.1.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»	54
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»	56
3.7.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	56
3.7.2.2. Конкретное решение задачи управления в данной работе в системе «Эйдос»	59
3.8. Задача-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ	60
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)	60
3.8.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	60
3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе	60
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов	65
3.8.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	65

3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	66
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал.....	68
3.8.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	68
3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	68
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны.....	71
3.8.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	71
3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	72
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть.....	74
3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	74
3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	74
3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты.....	76
3.8.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	76
3.8.6.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	76
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	77
3.8.7.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	77
3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	78
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	81
3.8.8.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	81
3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	81
3.8.9. Когнитивные функции.....	87
3.8.9.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	87
3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	88
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций.....	94
3.8.10.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	94
3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	95
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал.....	100
3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	100
3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	100
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ).....	102
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ).....	103
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА).....	103

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

Данная работа является продолжением серии работ автора по применению Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для исследования влияния различных факторов на эмерджентные свойства систем в целом [1-4].

Биологические системы имеют высочайший уровень сложности и системности. В качестве биологической системы правильно рассматривать не сам организм (изолированно), а организм в окружающей ее природной и технологической среде.

В условиях современного общества и соответствующих ему темпов жизни проблема качества сна играет значительную роль. Устойчивость человека к различным внешним и внутренним раздражителям является свойством, зависящим от многих факторов.

В данной статье для анализа эмпирических данных в области плодородства предлагается использовать Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос». Приводится подробный численный пример. Этот пример содержит много разнообразных наглядных табличных и графических выходных форм и может использоваться для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос» для научных исследований в плодородстве, для выработки практических рекомендаций и обоснования научных положений о механизмах действия причинно-следственных связей в данной предметной области.

1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования (моделирования) – расстройство сна.

Предмет исследования – выявление причинно-следственных зависимостей возникновения расстройств сна на основе информации о физическом и психологическом состоянии человека.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

Спецификой данной задачи является то, что часть независимых переменных (факторов, влияющих на объект моделирования), имеют очень низкую степень формализации, т.к. формализуются в виде *лингвистических* (категориальных) переменных.

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

Решение в данной работе *проблемы сопоставимости* при выявлении причинно-следственных зависимости физического и психологического состояния человека и возникновение различных расстройств сна, делает данную работу **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 инструментарию – системе «Эйдос» в настоящее время практически нет [1-4].

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

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предложен проф.Е.В.Луценко в 2002 году в ряде статей 1997-2001 годов¹ 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 слов².

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

АСК-анализ включает:

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

Более подробно математический метод АСК-анализа описан в работе [3] и ряде других [5]. Около половины из 708 опубликованных автором научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применениям в ряде предметных областей. На момент написания данной работы автором опубликовано 46 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получено 34 патента РФ на системы искусственного интеллекта, 360 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и приравненных им (по данным [РИНЦ](#)), 17 публикаций в изданиях, входящих в ядро РИНЦ, 6 статей в журналах, входящих в [WoS](#), 7 публикаций в журналах, входящих в [Скопус](#)³ [5, 6, 7].

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США⁴.

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

² [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)

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

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

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

Автор является основателем междисциплинарной научной школы: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ»⁵. 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 РФ⁶). Основные научные специальности, которым соответствует научная школа:

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

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

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

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

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

Решение поставленной в работе проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос» обеспечивается *путем* метризации номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал [8]. Сама метризация номинальных шкал достигается

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

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

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-mldotnet-work>, <http://chat.openai.com/>, <https://poe.com/>, <https://neural-university.ru/>, <https://dzen.ru/a/ZCKZRKvrlEMBWOк8>, <https://ora.ai/>, <https://ora.ai/explore?path=trending>, <https://ora.ai/eugene-lutsenko/aidos>, <https://poe.com/Aidos-X>, <https://rudalle.ru/>, <https://bard.google.com/>, <https://chatbot.theb.ai/>, <https://problembo.com/ru/services> (может пригодиться - почта на 10 минут: <https://10minutemail.net/>), <https://poe.com/GPT-3.5-Turbo-Instruct>, <https://www.seaart.ai/home>, <https://ui.chatai.com/>.

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

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

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

- реально работает, обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и

числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- имеет «нулевой порог входа»:

- содержит большое количество интеллектуальных локальных (т.е. поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более 392, соответственно: http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf, http://lc.kubagro.ru/Presentation_LutsenkoEV.pdf);

- находится в полном открытом бесплатном доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>), причем с актуальными исходными текстами (<http://lc.kubagro.ru/AidosALL.txt>): открытая лицензия: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со стороны первичного правообладателя – автора и разработчика системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 34 свидетельства РосПатента РФ);

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

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

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



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

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

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

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

- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной обработки осмыслить те

данные, которые есть, и, тем самым, преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для принятия решений и управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

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

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

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

В разработке системы «Эйдос» были следующие этапы:

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

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

[3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7»: 2012-2020 годы.](#) С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке [Аляска-1.9](#) + [Экспресс++](#) + библиотека для работы с Internet xb2net. Система «Эйдос-X1.9» хорошо

работала на всех версиях MS Windows кроме Windows-10, которая требовала специальной настройки. Наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA).

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

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

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

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

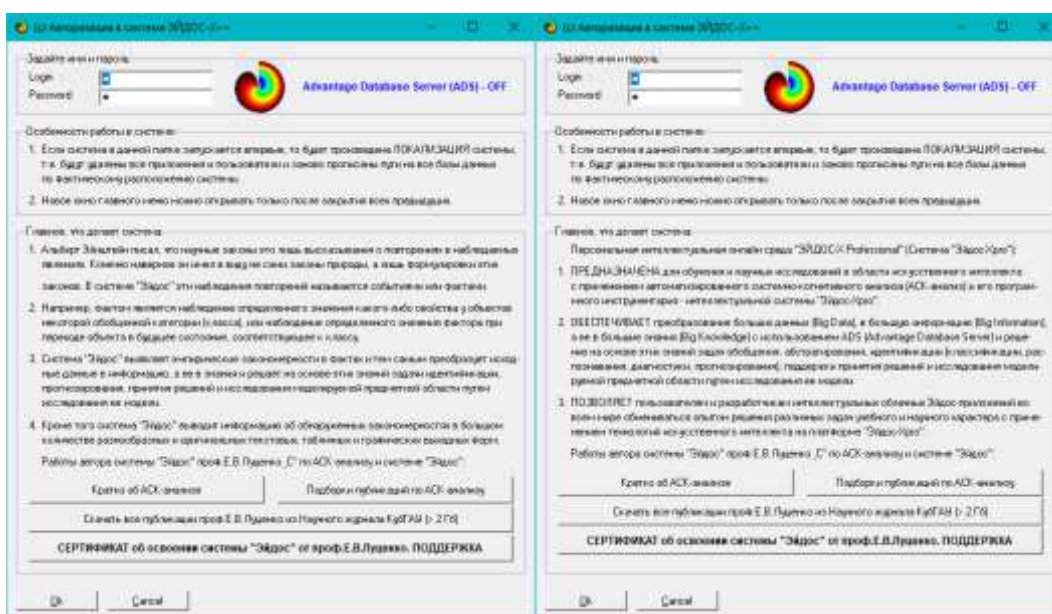
[Задание-инструкция для учащихся по разработке собственного интеллектуального облачного Эйдос-приложения](#)⁷

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

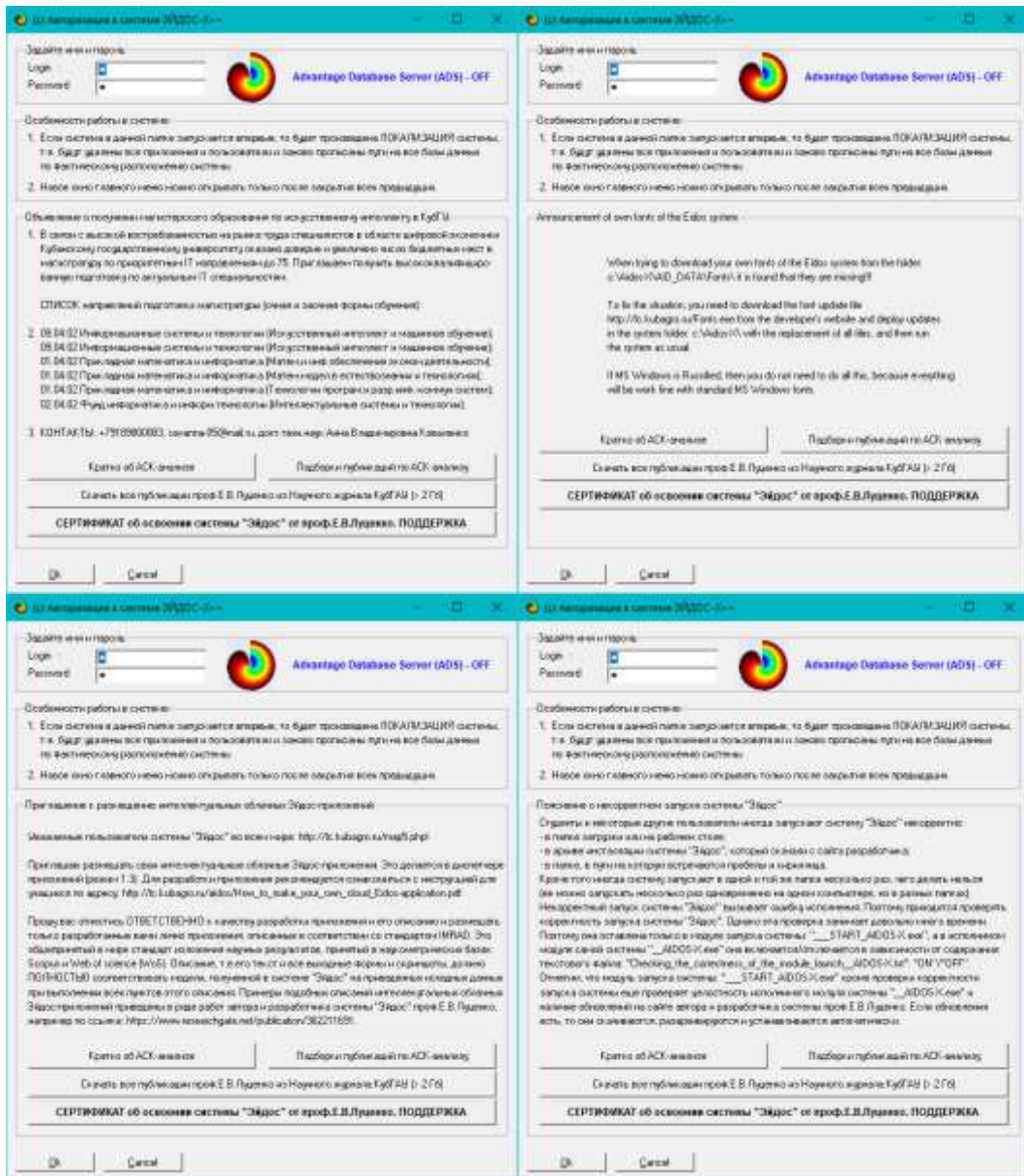
⁷ http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf



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



⁸ http://lc.kubagro.ru/pic/aidos_titul.jpg



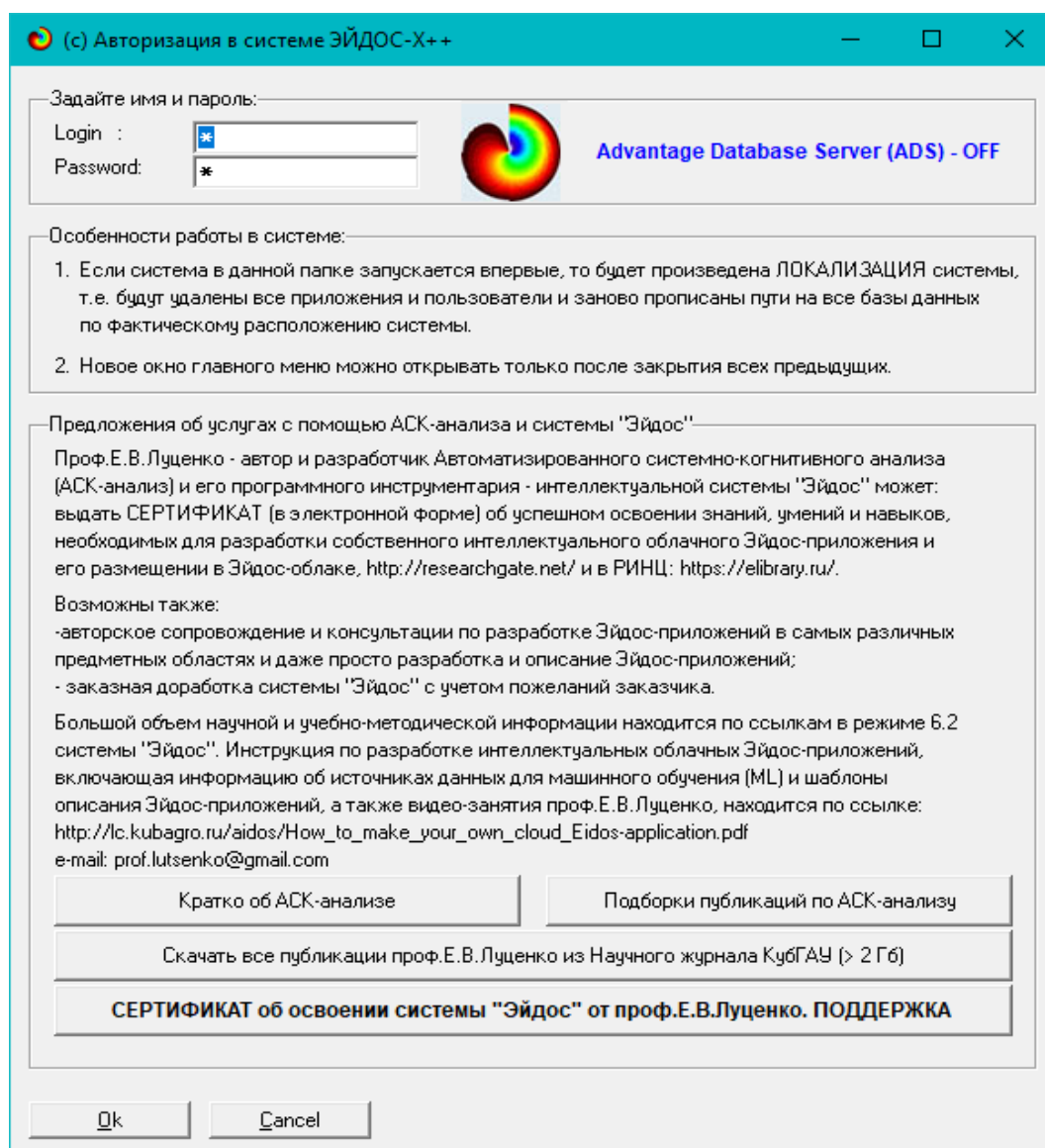


Рисунок 2. Титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос»

2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

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

Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области.

Задача-2. Формализация предметной области.

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

Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний.

Задача-4. Верификация моделей.

Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели.

Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование.

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

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

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

8.2) кластерно-конструктивный анализ классов;

8.3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;

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

8.5) нелокальная нейронная сеть;

8.6) 3d-интегральные когнитивные карты;

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

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

8.9) когнитивные функции;

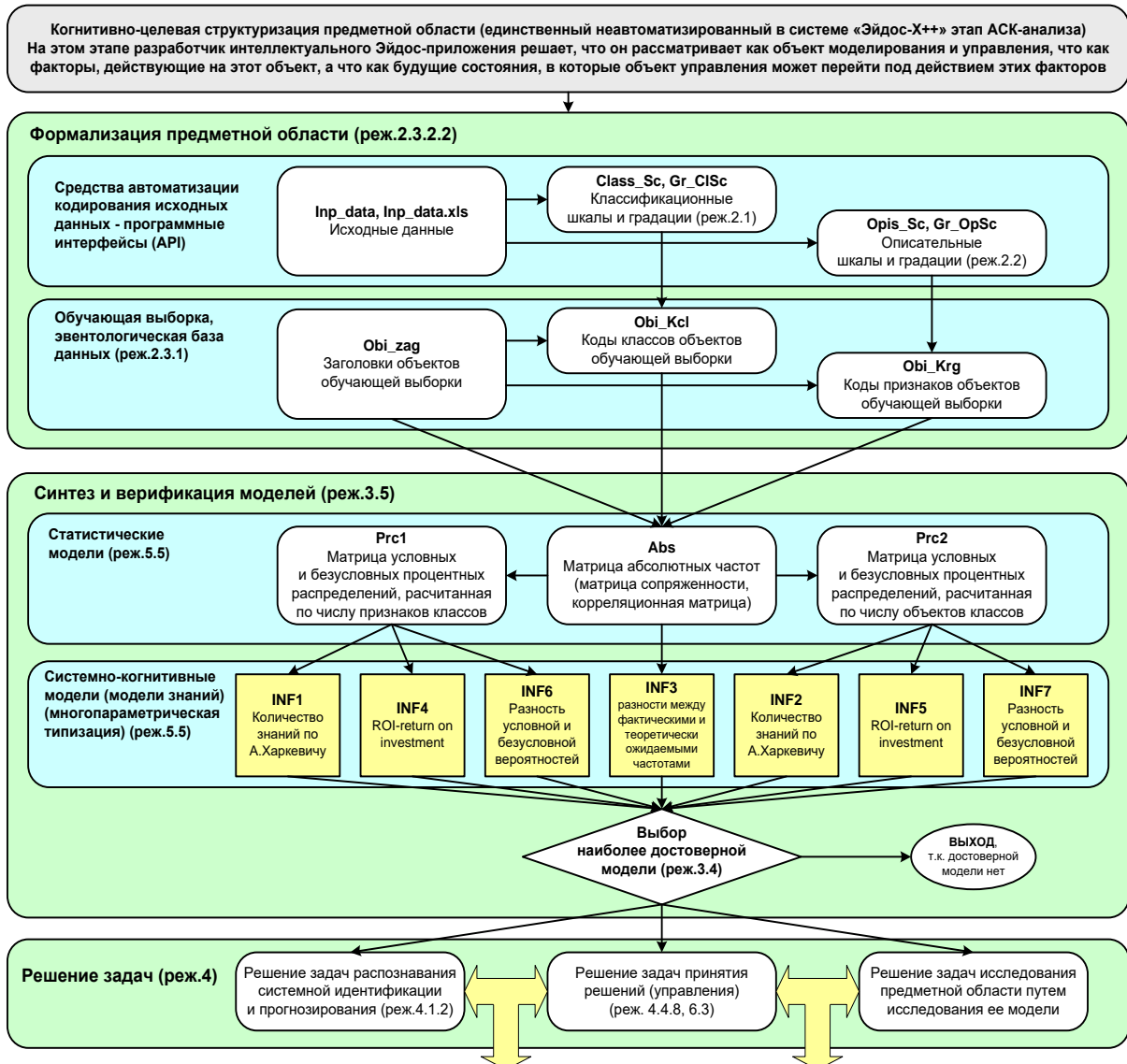
8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

Для данной работы особое значение имеет решение подзадачи 8.1, т.к. она позволяет детально исследовать влияние каждого значения каждого фактора на устойчивость сливы к температурным стрессорам, в т.ч. от обработки деревьев борной кислотой.

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**



Если модель адекватна, **достоверна**, т.е. соответствует действительности, то и результаты решения задач в этой модели также соответствуют действительности. Это значит, что если достоверность модели низка или неизвестна, то применять ее для решения реальных задач нельзя. Если же это делается, то является авантюризмом и профанацией науки.

О соотношении задач.

- **распознавание, классификация, идентификация и диагностика** (это одно и то же, т.е. синонимы). При решении этих задач определяется степень сходства/различия образа конкретного объекта с обобщенными образами классов.
- **идентификация и прогнозирование** (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, по сути, **прогнозирование - это идентификация будущих состояний, т.е. это тоже идентификация, но не в пространстве (настоящем), а в пространстве-времени;**
- **прогнозирование и принятие решений** (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**);
- **принятие решений** путем многократного многовариантного прогнозирования при различных сочетаниях значений факторов невозможно из-за комбинаторного взрыва. Прогнозирование может быть **элементом** принятия решения, т.е. применено для оценки **адекватности** рассматриваемого уже ранее сформированного другим методом варианта решения, но оно в реальных случаях, т.е. когда много факторов, не может быть применено для разработки самого варианта решения;
- **принятие решений и исследование моделируемой предметной области** (задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования только в простейшем случае: в случае использования SWOT-анализа. Однако SWOT-анализ имеет свои ограничения: может быть задано только **одно** будущее целевое состояние, некоторые рекомендуемые факторы может **не быть** технологической и финансовой **возможности использовать**. Поэтому в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован развитый алгоритм принятия решений п.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.)

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

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

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

3.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

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

Статичная интерпретация и терминология:

– градации классификационных шкал – это обобщающие категории видов объектов (классы);

– описательные шкалы – свойства объектов, градации описательных шкал – значения свойств (признаки) объектов.

Динамичная интерпретация и терминология:

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

– описательные шкалы – факторы, действующие на объект моделирования, градации описательных шкал – значения факторов, действующие на объект моделирования.

Обобщающая терминология:

– классификационные шкалы и градации;

– описательные шкалы и градации.

3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В данной работе в качестве *объекта моделирования* выступает расстройство сна, в качестве *факторов*: пол человека, возраст, профессия человека, продолжительность сна, качество сна, уровень физической активности (минут в день), уровень стресса (по 10ти бальной шкале), индекс массы тела, частота сердечных сокращений, количество шагов в день (таблица 1) из таблицы исходных данных была исключена строка с информацией о артериальном давлении, в качестве *результатов* действия этих факторов: возможные расстройство сна, возникающие при данных параметрах (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	Gender
2	Age
3	Occupation
4	Sleep Duration
5	Quality of Sleep
6	Physical Activity Level
7	Stress Level
8	BMI Category
9	Heart Rate
10	Daily Steps

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	Sleep Disorder

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

3.2. Задача-2. Формализация предметной области

3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

Этим обеспечивается возможность комфортного для пользователя применения системы «Эйдос» для проведения научных исследований и решения практических задач в самых различных предметных областях и направлениях науки, практически везде, где человек применяет естественный интеллект [48, 49].

3.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем открытый портал Kaggle (таблица 3):

Таблица 3 – Исходные данные по влиянию различных факторов на устойчивость слюны к температурным стрессорам (фрагмент)

Person ID	Gender	Age	Occupation	Sleep Duration	Quality
Integer	String	Integer	String	Numeric	Integer
1	Male	27	Nurse	5.8	4
2	Female	28	Doctor	6.1	6
3	Male	28	Other (230)	6.2	6
4	Male	28	Software Engineer	5.9	4

Источник: <https://www.kaggle.com/datasets/uom190346a/sleep-health-and-lifestyle-dataset>

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

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

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Person ID	Gender	Age	Occupation	Sleep Duration	Quality of Sleep	Physical Activity Level	Stress Level	BMI Category	Heart Rate	Daily Steps	Sleep Disorder
2	1	Male	27	Software Engineer	6,1	6	42	6	Overweight	77	4200	None
3	2	Male	28	Doctor	6,2	6	60	8	Normal	75	10000	None
4	3	Male	28	Doctor	6,2	6	60	8	Normal	75	10000	None
5	4	Male	28	Sales Representative	5,9	4	30	8	Obese	85	3000	Sleep Apnea
6	5	Male	28	Sales Representative	5,9	4	30	8	Obese	85	3000	Sleep Apnea
7	6	Male	28	Software Engineer	5,9	4	30	8	Obese	85	3000	Insomnia
8	7	Male	29	Teacher	6,3	6	40	7	Obese	82	3500	Insomnia
9	8	Male	29	Doctor	7,8	7	75	6	Normal	70	8000	None
10	9	Male	29	Doctor	7,8	7	75	6	Normal	70	8000	None
11	10	Male	29	Doctor	7,8	7	75	6	Normal	70	8000	None
12	11	Male	29	Doctor	6,1	6	30	8	Normal	70	8000	None
13	12	Male	29	Doctor	7,8	7	75	6	Normal	70	8000	None
14	13	Male	29	Doctor	6,1	6	30	8	Normal	70	8000	None
15	14	Male	29	Doctor	6	6	30	8	Normal	70	8000	None
16	15	Male	29	Doctor	6	6	30	8	Normal	70	8000	None
17	16	Male	29	Doctor	6	6	30	8	Normal	70	8000	None
18	17	Female	29	Nurse	6,5	5	40	7	Normal Weight	80	4000	Sleep Apnea
19	18	Male	29	Doctor	6	6	30	8	Normal	70	8000	Sleep Apnea
20	19	Female	29	Nurse	6,5	5	40	7	Normal Weight	80	4000	Insomnia
21	20	Male	30	Doctor	7,6	7	75	6	Normal	70	8000	None
22	21	Male	30	Doctor	7,7	7	75	6	Normal	70	8000	None
23	22	Male	30	Doctor	7,7	7	75	6	Normal	70	8000	None
24	23	Male	30	Doctor	7,7	7	75	6	Normal	70	8000	None
25	24	Male	30	Doctor	7,7	7	75	6	Normal	70	8000	None
26	25	Male	30	Doctor	7,8	7	75	6	Normal	70	8000	None
27	26	Male	30	Doctor	7,9	7	75	6	Normal	70	8000	None
28	27	Male	30	Doctor	7,8	7	75	6	Normal	70	8000	None
29	28	Male	30	Doctor	7,9	7	75	6	Normal	70	8000	None
30	29	Male	30	Doctor	7,9	7	75	6	Normal	70	8000	None
31	30	Male	30	Doctor	7,9	7	75	6	Normal	70	8000	None

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждая строка описывает одно наблюдение с определенным сочетанием значений факторов всего 374 записей;

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

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

– колонки со 2-й по 11-ю – это классификационные шкалы – это шкалы **текстового** и **числового** типа описывающие **результаты** действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4), в данном случае физическом и психологическом состоянии человека. 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;

– колонка 12 – это описательная шкала, формализующий фактор, действующие на объект моделирования (таблица 4). Эти шкалы имеют текстовый тип и их градациями являются лингвистические переменные;

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

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

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

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

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

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

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

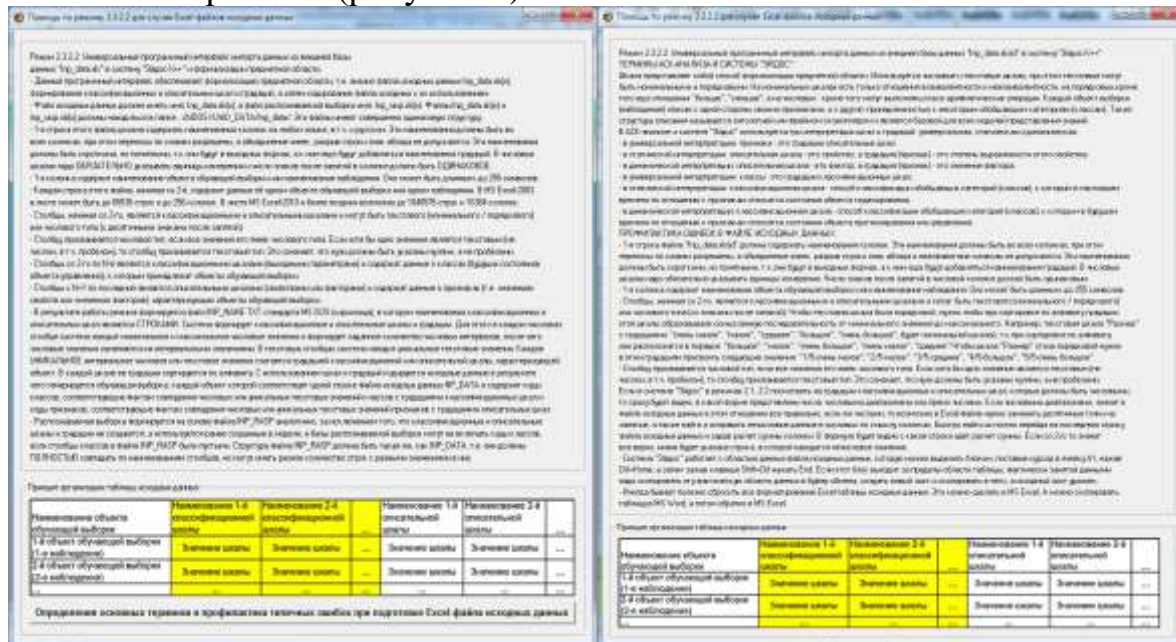


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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

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}")

Ok Cancel

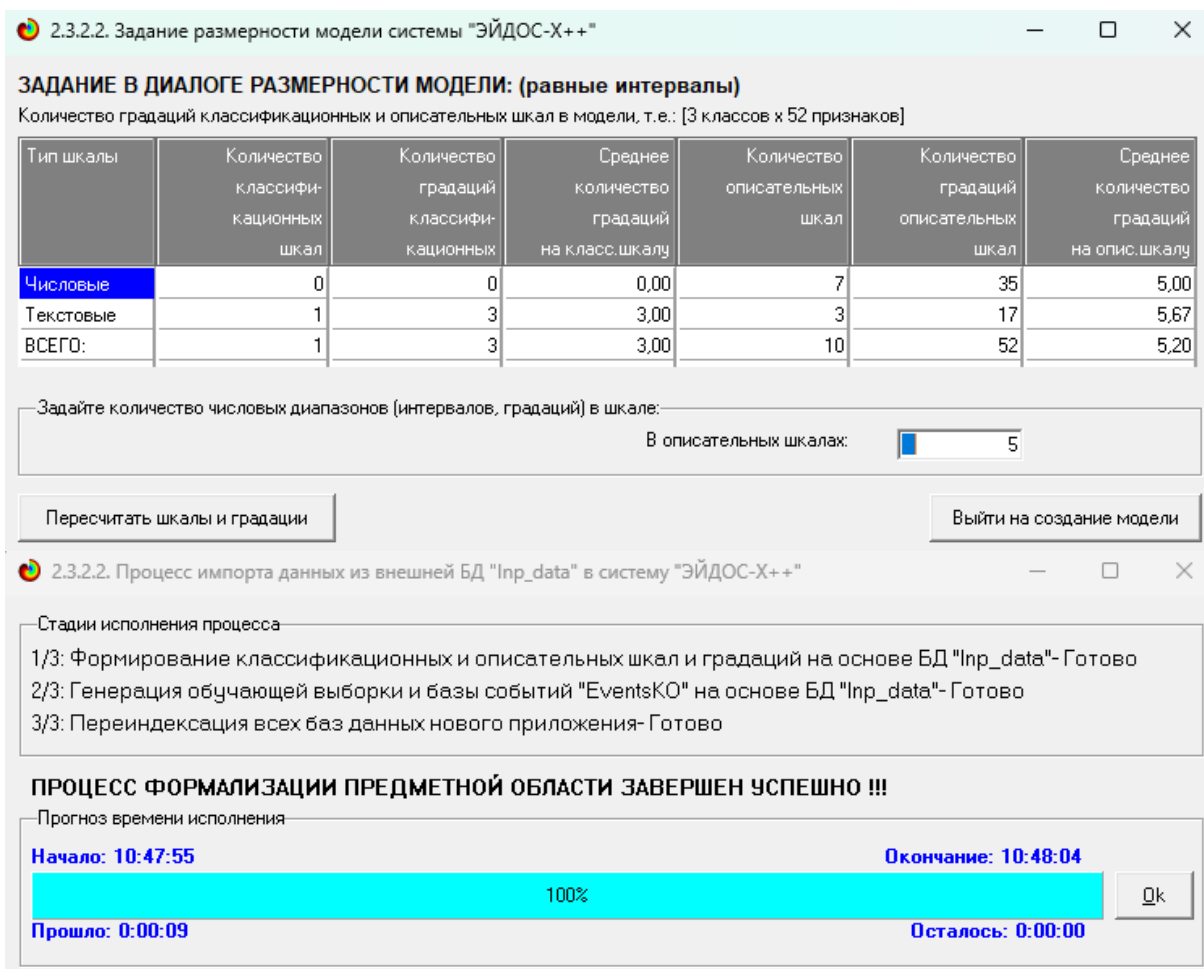


Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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

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

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

Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (полностью)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	SLEEP DISORDER

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (полностью)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	SLEEP DISORDER
2	AGE
3	OCCUPATION
4	SLEEP DURATION
5	QUALITY OF SLEEP
6	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL
7	STRESS LEVEL
8	BMI CATEGORY
9	HEART RATE
10	DAILY STEPS

Таблица 7 – Обучающая выборка (фрагмент)

ИД	Имя	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		SLEEP DISORDER	SEX	AGE	OCCUPATION	SLEEP DURATION	QUALITY OF SLEEP	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL	STRESS LEVEL	BMI	HEART RATE	DAILY STEPS
1		2	2	3	17	39	25	29	36	42	45	48
2		2	2	3	9	19	25	31	38	39	45	52
3		2	2	3	9	19	25	31	38	39	45	52
4		3	2	3	14	39	24	29	38	43	47	48
5		3	2	3	14	39	24	29	38	43	47	48
6		3	2	3	17	39	24	29	38	43	47	48
7		1	2	3	18	39	25	29	37	43	47	48
8		2	2	3	9	22	26	32	36	39	44	52
9		2	2	3	9	22	26	32	36	39	44	52
10		2	2	3	9	22	26	32	36	39	44	52
11		2	2	3	9	19	25	29	38	39	44	52
12		2	2	3	9	22	26	32	36	39	44	52
13		2	2	3	9	19	25	29	38	39	44	52
14		2	2	3	9	19	25	29	38	39	44	52
15		2	2	3	9	19	25	29	38	39	44	52
16		2	2	3	9	19	25	29	38	39	44	52
17		3	1	3	13	20	24	29	37	40	46	48
18		3	2	3	9	19	25	29	38	39	44	52

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

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

3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

Математические модели, на основе которых рассчитываются статистические и системно-когнитивные модели автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и интеллектуальной системы «Эйдос», подробно описаны в ряде монографий и статей автора [1-4]. Поэтому в данной работе мы рассмотрим эти вопросы очень кратко, акцентируя внимание лишь на математической взаимосвязи коэффициента возврата инвестиций (ROI) с мерой χ -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 взаимосвязанных (нелинейных) данных, представленных в различных типах шкал (дихотомических, номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения.

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

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

Таблица 8 – Матрица абсолютных частот (статистическая модель ABS)

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

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

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

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	j	...	w	
Значения факторов	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1w}	
	...						
	i	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		P_{iw}	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	m	P_{m1}		P_{mj}		P_{mw}	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

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

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

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

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

Этот переход полностью снимает проблему **несбалансированности** данных, т.к. в последующем анализе используется не матрица абсолютных частот (таблица 8), а матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 9), а также матрицы системно-когнитивных моделей, рассчитываемые на основе матрица абсолютных частот и матрицы условных и безусловных процентных распределений. Этот

подход снимает также проблему обеспечения сопоставимости обработки в одной модели исходных данных, представленных в различных видах шкал (дихотомических, номинальных, порядковых и числовых) и в разных единицах измерения [8]. В системе «Эйдос» этот подход применяется всегда при решении любых задач.

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

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
ABS , 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.	
PRC1 , матрица условных P_{ij} и безусловных P_i процентных распределений, в качестве N_j используется суммарное количество признаков по классу	...	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$
PRC2 , матрица условных P_{ij} и безусловных P_i процентных распределений, в качестве N_j используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу	...	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$
INF1 , 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	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF2 , 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.	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF3 , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	...	$I_{ij} = N_{ij} - \bar{N}_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF5 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF6 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$
INF7 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$

Обозначения к таблице:

i – значение прошлого параметра;

j - значение будущего параметра;

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

M – суммарное число значений всех прошлых параметров;
 W – суммарное число значений всех будущих параметров;
 N_i – количество встреч i -м значения прошлого параметра по всей выборке;
 N_j – количество встреч j -го значения будущего параметра по всей выборке;
 N – количество встреч j -го значения будущего параметра при i -м значении прошлого параметра по всей выборке;
 I_{ij} – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения i -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее j -му значению будущего параметра;
 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_i – безусловная относительная частота встречи i -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;
 P_{ij} – условная относительная частота встречи i -го значения прошлого параметра при j -м значении будущего параметра.

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 11 – Матрица системно-когнитивной модели

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

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

связи между наличием признака и принадлежностью объекта к классу, осуществляется либо логарифмированием, либо вычитанием единицы (таблица 12).

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

	Способ сравнения	Нормировка не требуется	Нормировка к 0 путем взятия логарифма	Нормировка к 0 путем вычитания 1
Сравнение фактических и теоретических абсолютных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF3, χ -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]⁹*. 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-

9 См. 1.2.1.2.1.1. Определение понятия конфигуратора, http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos06_lec/index.htm

квадрат» (СК-модель INF3), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий: «количество информации по А.Харкевичу» (СК-модели INF1, INF2) или «коэффициент возврата инвестиций ROI» - Return On Investment (СК-модели INF4, INF5) в зависимости от способа нормировки.

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

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

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

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

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

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

Таблица 13 – Уточнение терминологии АСК-анализа

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

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

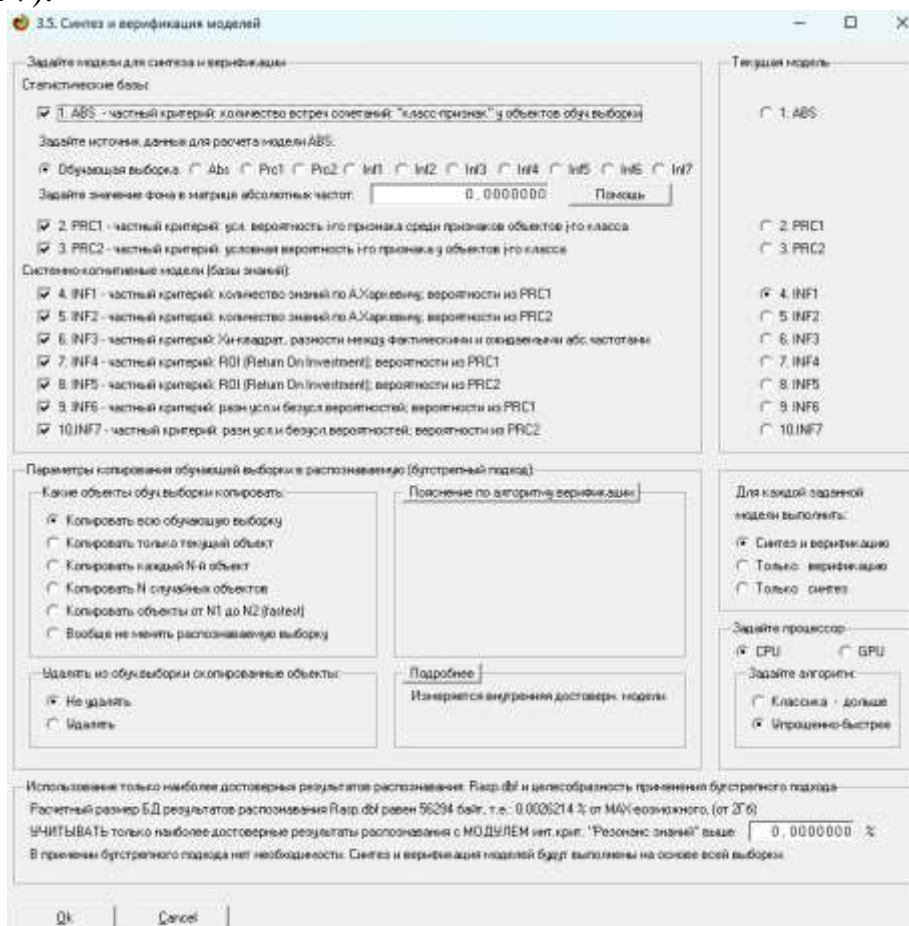
Итак, в разделе раскрывается простая Математическая взаимосвязь меры χ -квадрат Карла Пирсона с коэффициентом возврата инвестиций (ROI) и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича. Эта взаимосвязь обнаруживается, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы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

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

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

3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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



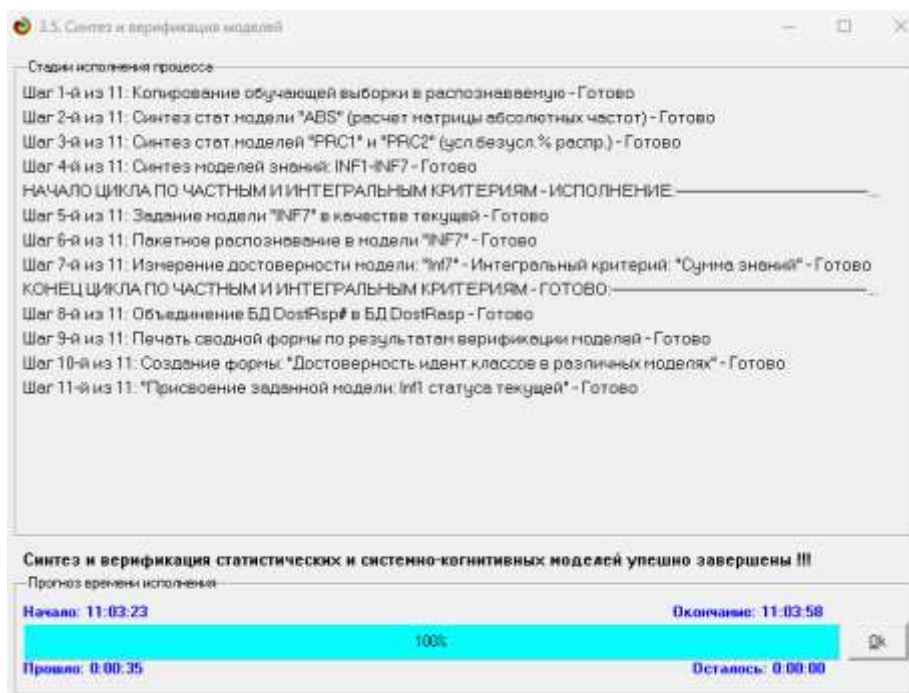


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

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

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

признак	классы и признаки	DISORDER INSOMNIA	DISORDER NONE	DISORDER SLEEP APNEA			контр. откл.
1.0	GENDER-Female	36.0	82.0	67.0	185.0	61.67	23.46
2.0	GENDER-Male	41.0	137.0	11.0	189.0	63.00	65.82
3.0	AGE-1/5-(27.0000000, 33.4000000)	5.0	69.0	6.0	80.0	26.67	36.67
4.0	AGE-2/5-(33.4000000, 39.8000000)	4.0	70.0	7.0	81.0	27.00	37.27
5.0	AGE-3/5-(39.8000000, 46.2000000)	58.0	41.0	4.0	103.0	34.33	27.61
6.0	AGE-4/5-(46.2000000, 52.6000000)	9.0	11.0	31.0	51.0	17.00	12.17
7.0	AGE-5/5-(52.6000000, 59.0000000)	1.0	28.0	30.0	59.0	19.67	16.20
8.0	OCCUPATION-Accountant	7.0	30.0		37.0	12.33	15.70
9.0	OCCUPATION-Doctor	3.0	64.0	4.0	71.0	23.67	34.93
10.0	OCCUPATION-Engineer	5.0	57.0	1.0	63.0	21.00	31.24
11.0	OCCUPATION-Lawyer	2.0	42.0	3.0	47.0	15.67	22.81
12.0	OCCUPATION-Manager		1.0		1.0	0.33	0.58
13.0	OCCUPATION-Nurse	3.0	9.0	61.0	73.0	24.33	31.90
14.0	OCCUPATION-Sales Representative			2.0	2.0	0.67	1.15
15.0	OCCUPATION-Salesperson	29.0	2.0	1.0	32.0	10.67	15.89
16.0	OCCUPATION-Scientist		2.0	2.0	4.0	1.33	1.15
17.0	OCCUPATION-Software Engineer	1.0	3.0		4.0	1.33	1.53
18.0	OCCUPATION-Teacher	27.0	9.0	4.0	40.0	13.33	12.10
19.0	SLEEP DURATION-1/5-(5.8000000, 6.3400000)	16.0	37.0	34.0	87.0	29.00	11.36
20.0	SLEEP DURATION-2/5-(6.3400000, 6.8800000)	53.0	6.0	6.0	65.0	21.67	27.14
21.0	SLEEP DURATION-3/5-(6.8800000, 7.4200000)	4.0	69.0	4.0	77.0	25.67	37.53
22.0	SLEEP DURATION-4/5-(7.4200000, 7.9600000)	3.0	69.0	2.0	74.0	24.67	38.40
23.0	SLEEP DURATION-5/5-(7.9600000, 8.5000000)	1.0	38.0	32.0	71.0	23.67	19.86
24.0	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.0000000, 5.0000000)	5.0		7.0	12.0	4.00	3.61
25.0	QUALITY OF SLEEP-2/5-(5.0000000, 6.0000000)	32.0	40.0	33.0	105.0	35.00	4.36

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

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. SLEEP DISORDER INSOMNIA	2. SLEEP DISORDER NONE	3. SLEEP DISORDER SLEEP APNEA	Безусл. вероятн.	Среднее	Средн. квадр. откл.
1.0	GENDER-Female	46.753	37.443	85.897	49.465	56.698	25.737
2.0	GENDER-Male	53.247	62.557	14.103	50.535	43.302	25.737
3.0	AGE-1/5-(27.000000, 33.400000)	6.494	31.507	7.692	21.390	15.231	14.133
4.0	AGE-2/5-(33.400000, 39.800000)	5.195	31.963	8.974	21.658	15.378	14.513
5.0	AGE-3/5-(39.800000, 46.200000)	75.325	18.721	5.128	27.540	33.058	37.255
6.0	AGE-4/5-(46.200000, 52.600000)	11.688	5.023	39.744	13.636	18.818	18.451
7.0	AGE-5/5-(52.600000, 59.000000)	1.299	12.785	38.462	15.775	17.515	19.053
8.0	OCCUPATION-Accountant	9.091	13.699		9.893	7.597	6.995
9.0	OCCUPATION-Doctor	3.896	29.224	5.128	18.984	12.749	14.306
10.0	OCCUPATION-Engineer	6.494	26.027	1.282	16.845	11.268	13.070
11.0	OCCUPATION-Lawyer	2.597	19.178	3.846	12.567	8.541	9.258
12.0	OCCUPATION-Manager		0.457		0.267	0.152	0.288
13.0	OCCUPATION-Nurse	3.896	4.110	78.205	19.519	28.737	42.866
14.0	OCCUPATION-Sales Representative			2.564	0.535	0.855	1.505
15.0	OCCUPATION-Salesperson	37.662	0.913	1.282	8.556	13.286	21.136
16.0	OCCUPATION-Scientist		0.913	2.564	1.070	1.159	1.324
17.0	OCCUPATION-Software Engineer	1.299	1.370		1.070	0.890	0.796
18.0	OCCUPATION-Teacher	35.065	4.110	5.128	10.695	14.768	17.610
19.0	SLEEP DURATION-1/5-(5.800000, 6.340000)	20.779	16.895	43.590	23.262	27.088	14.447
20.0	SLEEP DURATION-2/5-(6.340000, 6.880000)	68.831	2.740	7.692	17.380	26.421	36.837
21.0	SLEEP DURATION-3/5-(6.880000, 7.420000)	5.195	31.507	5.128	20.588	13.943	15.236
22.0	SLEEP DURATION-4/5-(7.420000, 7.960000)	3.896	31.507	2.564	19.786	12.656	16.364
23.0	SLEEP DURATION-5/5-(7.960000, 8.500000)	1.299	17.352	41.026	18.984	19.892	20.010
24.0	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.000000, 5.000000)	6.494		8.974	3.209	5.156	4.659
25.0	QUALITY OF SLEEP-2/5-(5.000000, 6.000000)	41.558	18.265	42.308	28.075	34.044	13.695

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

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. SLEEP DISORDER INSOMNIA	2. SLEEP DISORDER NONE	3. SLEEP DISORDER SLEEP APNEA	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1.0	GENDER-Female	-0.011	-0.054	0.106	0.042	0.014	0.083
2.0	GENDER-Male	0.010	0.041	-0.246	-0.195	-0.065	0.158
3.0	AGE-1/5-(27.000000, 33.400000)	-0.230	0.075	-0.197	-0.352	-0.117	0.167
4.0	AGE-2/5-(33.400000, 39.800000)	-0.275	0.075	-0.170	-0.370	-0.123	0.180
5.0	AGE-3/5-(39.800000, 46.200000)	0.194	-0.074	-0.324	-0.204	-0.068	0.259
6.0	AGE-4/5-(46.200000, 52.600000)	-0.030	-0.192	0.206	-0.016	-0.005	0.200
7.0	AGE-5/5-(52.600000, 59.000000)	-0.481	-0.040	0.172	-0.350	-0.117	0.333
8.0	OCCUPATION-Accountant	-0.016	0.063	0.046	0.096	0.015	0.042
9.0	OCCUPATION-Doctor	-0.305	0.003	-0.252	-0.474	-0.158	0.211
10.0	OCCUPATION-Engineer	-0.184	0.084	-0.496	-0.596	-0.199	0.290
11.0	OCCUPATION-Lawyer	-0.304	0.081	-0.228	-0.450	-0.150	0.204
12.0	OCCUPATION-Manager		0.103	0.103	0.206	0.034	0.060
13.0	OCCUPATION-Nurse	-0.310	-0.300	0.267	-0.343	-0.114	0.331
14.0	OCCUPATION-Sales Representative			0.302	0.302	0.101	0.174
15.0	OCCUPATION-Salesperson	0.286	-0.431	-0.366	-0.511	-0.170	0.396
16.0	OCCUPATION-Scientist		-0.030	0.168	0.138	0.046	0.107
17.0	OCCUPATION-Software Engineer	0.037	0.048		0.085	0.028	0.025
18.0	OCCUPATION-Teacher	0.229	-0.184	-0.142	-0.097	-0.032	0.227
19.0	SLEEP DURATION-1/5-(5.800000, 6.340000)	-0.022	-0.062	0.121	0.038	0.013	0.096
20.0	SLEEP DURATION-2/5-(6.340000, 6.880000)	0.265	-0.356	-0.157	-0.248	-0.083	0.317
21.0	SLEEP DURATION-3/5-(6.880000, 7.420000)	-0.265	0.082	-0.268	-0.451	-0.150	0.201
22.0	SLEEP DURATION-4/5-(7.420000, 7.960000)	-0.313	0.090	-0.394	-0.617	-0.206	0.259
23.0	SLEEP DURATION-5/5-(7.960000, 8.500000)	-0.517	-0.017	0.148	-0.386	-0.129	0.348
24.0	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.000000, 5.000000)	0.136		0.198	0.334	0.111	0.101
25.0	QUALITY OF SLEEP-2/5-(5.000000, 6.000000)	0.076	-0.083	0.079	0.072	0.024	0.092

Рисунок 10. Системно-когнитивная модель «INF4», матрица информанностей (по А.Харкевичу) (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градаций	1. SLEEP DISORDER (SDDIMIA)	2. SLEEP DISORDER (NONE)	3. SLEEP DISORDER (SLEEP APNEA)	Сумма	Среднее	Средн. квадрат
1.0	GENDER-Female	-2.088	-26.329	28.417			27.433
2.0	GENDER-Male	2.088	26.329	-28.417			27.433
3.0	AGE-1/5-(27.000000, 33.400000)	-11.471	22.155	-10.684			19.191
4.0	AGE-2/5-(33.400000, 39.800000)	-12.676	22.570	-9.893			19.595
5.0	AGE-3/5-(39.800000, 46.200000)	36.794	-19.313	-17.481			31.978
6.0	AGE-4/5-(46.200000, 52.600000)	-1.500	-18.864	20.364			19.657
7.0	AGE-5/5-(52.600000, 59.000000)	-11.147	-6.548	17.695			15.496
8.0	OCCUPATION-Accountant	-0.618	8.334	-7.717			8.043
9.0	OCCUPATION-Doctor	-11.618	23.425	-10.807			19.425
10.0	OCCUPATION-Engineer	-7.971	20.110	-12.139			17.540
11.0	OCCUPATION-Lawyer	-7.676	14.479	-6.802			17.546
12.0	OCCUPATION-Manager	-0.286	0.414	-0.209			0.359
13.0	OCCUPATION-Nurse	-12.029	-33.746	45.775			41.103
14.0	OCCUPATION-Sales Representative	-0.412	-1.171	1.583			1.422
15.0	OCCUPATION-Salesperson	22.412	-16.738	-5.674			20.182
16.0	OCCUPATION-Scientist	-0.824	-0.342	1.166			1.038
17.0	OCCUPATION-Software Engineer	0.176	0.658	-0.834			0.761
18.0	OCCUPATION-Teacher	18.765	-14.422	-4.342			17.014
19.0	SLEEP DURATION-1/5-(5.800000, 6.340000)	-1.912	-13.944	15.856			14.991
20.0	SLEEP DURATION-2/5-(6.340000, 6.880000)	39.618	-32.061	-7.556			36.432
21.0	SLEEP DURATION-3/5-(6.880000, 7.420000)	-11.853	23.912	-12.059			20.708
22.0	SLEEP DURATION-4/5-(7.420000, 7.960000)	-12.235	25.668	-13.433			22.238
23.0	SLEEP DURATION-5/5-(7.960000, 8.500000)	-13.618	-3.575	17.193			16.713
24.0	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.000000, 5.000000)	2.529	-7.027	4.497			6.164
25.0	QUALITY OF SLEEP-2/5-(5.000000, 6.000000)	10.382	-21.484	11.102			18.609

Рисунок 11 . Системно-когнитивная модель «INF4», матрица Хи-квадрат (по К.Пирсону) (фрагмент)

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

3.4. Задача-4. Верификация моделей

3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

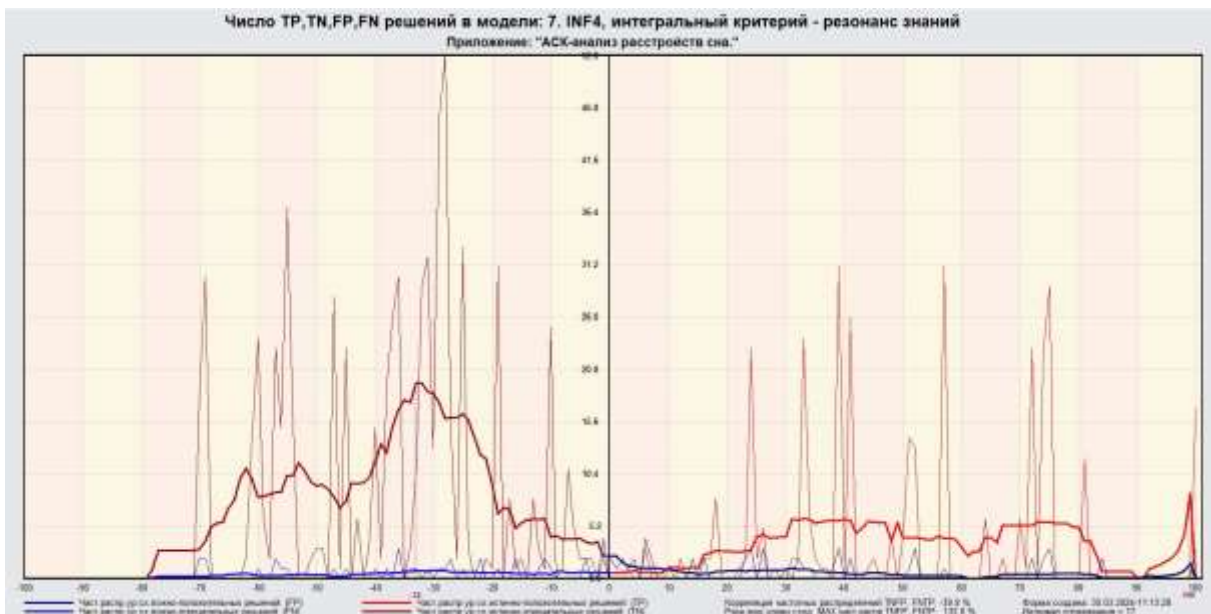
3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF4 с интегральным критерием: «Семантический резонанс знаний»: **L1=0.916** при максимуме 1 (рисунок 12). *Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

Идентификатор модели	Наименование модели	Время выполнения (сек)	Число истинных решений (TP)	Число ложных решений (TN)	Число положительных решений (FP)	Число отрицательных решений (FN)	Число верных решений (TP+TN)	Число неверных решений (FP+FN)	Число верных решений (TP+TN) / Число верных решений (TP+TN)	Число верных решений (TP+TN) / Число верных решений (TP+TN)	Число верных решений (TP+TN) / Число верных решений (TP+TN)	Число верных решений (TP+TN) / Число верных решений (TP+TN)
1	1.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	324	207	475	30	8 457	0 947	8 458	226 954	44 546	74
2	2.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	748	748	20	8 333	1 000	8 888	142 882	15 112	134
3	3.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
4	4.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
5	5.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
6	6.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
7	7.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
8	8.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
9	9.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
10	10.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
11	11.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
12	12.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
13	13.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
14	14.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
15	15.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
16	16.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
17	17.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
18	18.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
19	19.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
20	20.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
21	21.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
22	22.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
23	23.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
24	24.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
25	25.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
26	26.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
27	27.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
28	28.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
29	29.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74
30	30.001 - частный критерий: количество верных решений / N	374	374	225	475	20	8 484	0 947	8 415	226 954	44 546	74

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

На рисунках 13 приведены частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко [9] СК-модели INF4.



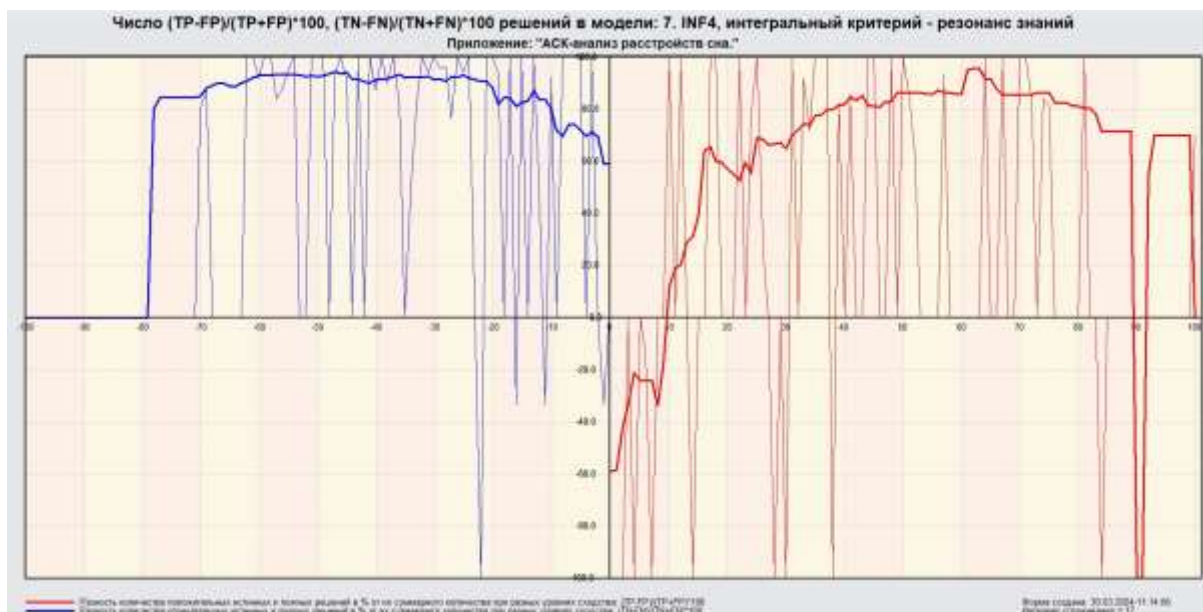


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF4 [9]

Из этих частотных распределений видно, что в наиболее достоверной по критерию достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко СК-модели INF4:

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

- при уровнях сходства меньше 10% в данной задаче преобладают ложные положительные решения, а при более высоких уровнях сходства – истинные положительные решения. В общем случае при уровнях сходства выше 60% ложных положительных решений практически 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 данной работе вместо более детального описания данного режима.

Помощь по режимам 3.4, 4.1.3.4; Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-X++"

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

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ
 Предположим, модель дает такой прогноз, что выпадет все: и 1, и 2, и 3, и 4, и 5, и 6. По сути, что из всего этого выпадет лишь что-то одно. В этом случае модель не предсказывает, что не выпадет, но зато она обязательно предсказывает, 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 моделью 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, означающий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью означает неопределенность в будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно на уровне деловых и рыночных прогнозов.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ
 На практике на уровне статистики встречаются именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность в будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не считая. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. По сути, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.е. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определена ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществляется один из нескольких прогнозируемых вариантов, то возникает и ошибка не идентификации, т.е. это не прогнозируемая модель. Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно постараться средневыявленные 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 (и классификатора), увеличивающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Этот критерий предложен и реализован в системе "Эйдос" проф. Е. В. Луденко в 1984 году. Эта мера достоверности модели предлагает два варианта нормировки: (1, +1) и (0, 1)

$$L_1 = (TP + TN - FP - FN) / ((TP + TN + FP + FN) \text{ (нормировка (1,+1))})$$

$$L_2 = (1 + (TP + TN - FP - FN) / ((TP + TN + FP + FN))) / 2 \text{ (нормировка (0,1))}$$

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

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Риббергена (колонка выделена арко-голубым фоном)
 $F_{мера} = 2(F_{Precision} * F_{Recall}) / (F_{Precision} + F_{Recall})$ - достоверность модели
 $Precision = TP / (TP + FP)$ - точность модели;
 $Recall = TP / (TP + FN)$ - полнота модели;

L1-мера проф. Е. В. Луденко - четкое нулевое классовое обобщение классической F-меры с учетом СДМН уровней сходства (колонка выделена арко-зеленым фоном)
 $L1_{мера} = 2(SF_{Precision} * SR_{Recall}) / (SF_{Precision} + SR_{Recall})$
 $SF_{Precision} = STP / (STP + SFP)$ - точность с учетом суммарной сходства;
 $SR_{Recall} = STP / (STP + SFN)$ - полнота с учетом суммарной сходства;
 STP - Сумма надзей сходства истинно-положительных решений; STN - Сумма надзей сходства истинно-отрицательных решений;
 SFP - Сумма надзей сходства ложно-положительных решений; SFN - Сумма надзей сходства ложно-отрицательных решений.

L2-мера проф. Е. В. Луденко - четкое нулевое классовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном)
 $L2_{мера} = 2(AF_{Precision} * AR_{Recall}) / (AF_{Precision} + AR_{Recall})$
 $AF_{Precision} = ATP / (ATP + AFP)$ - точность с учетом средних уровней сходства;
 $AR_{Recall} = ATP / (ATP + AFN)$ - полнота с учетом средних уровней сходства;
 $ATP = STP / TP$ - Среднее надзей сходства истинно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее надзей сходства истинно-отрицательных решений;
 $AFP = SFP / FP$ - Среднее надзей сходства ложно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее надзей сходства ложно-отрицательных решений.

Стрелки с максимальными значениями F-меры, L1-меры и L2-меры выделены фоном цвета, соответствующего колонки.

Из графиков частотных распределений истинно-положительных, истинно-отрицательных, ложно-положительных и ложно-отрицательных решений видно, что чем выше модель, уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Это значит, что модель, уровень 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 отбирать только заведомо хорошие решения.

Луденко Е. В. Инвариантное относительно объема данных четкое нулевое классовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Риббергена в АКВ-анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луденко // 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 п. л.

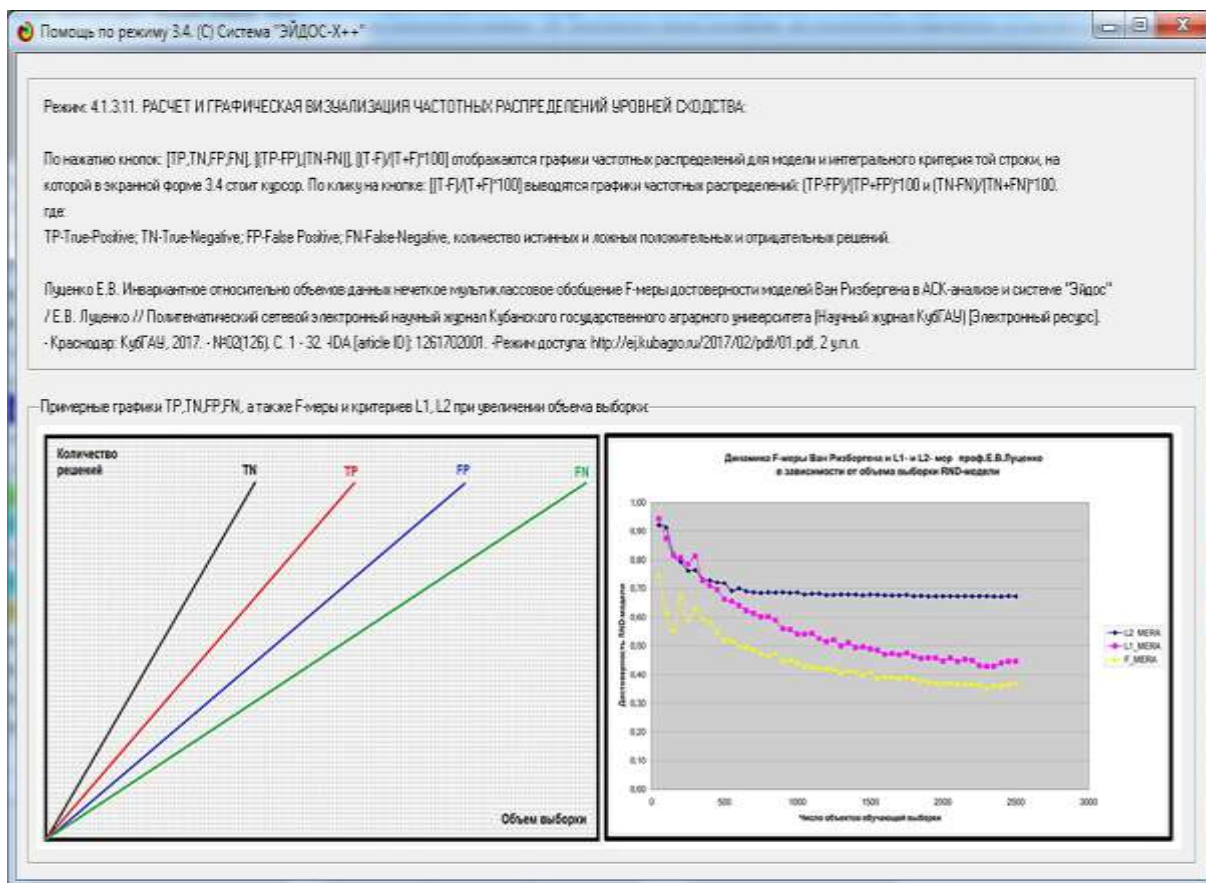


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

3.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

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

3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Технически сам выбор наиболее достоверной модели и задание ее текущей осуществляется в режиме 5.6 системы «Эйдос» и проходит

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

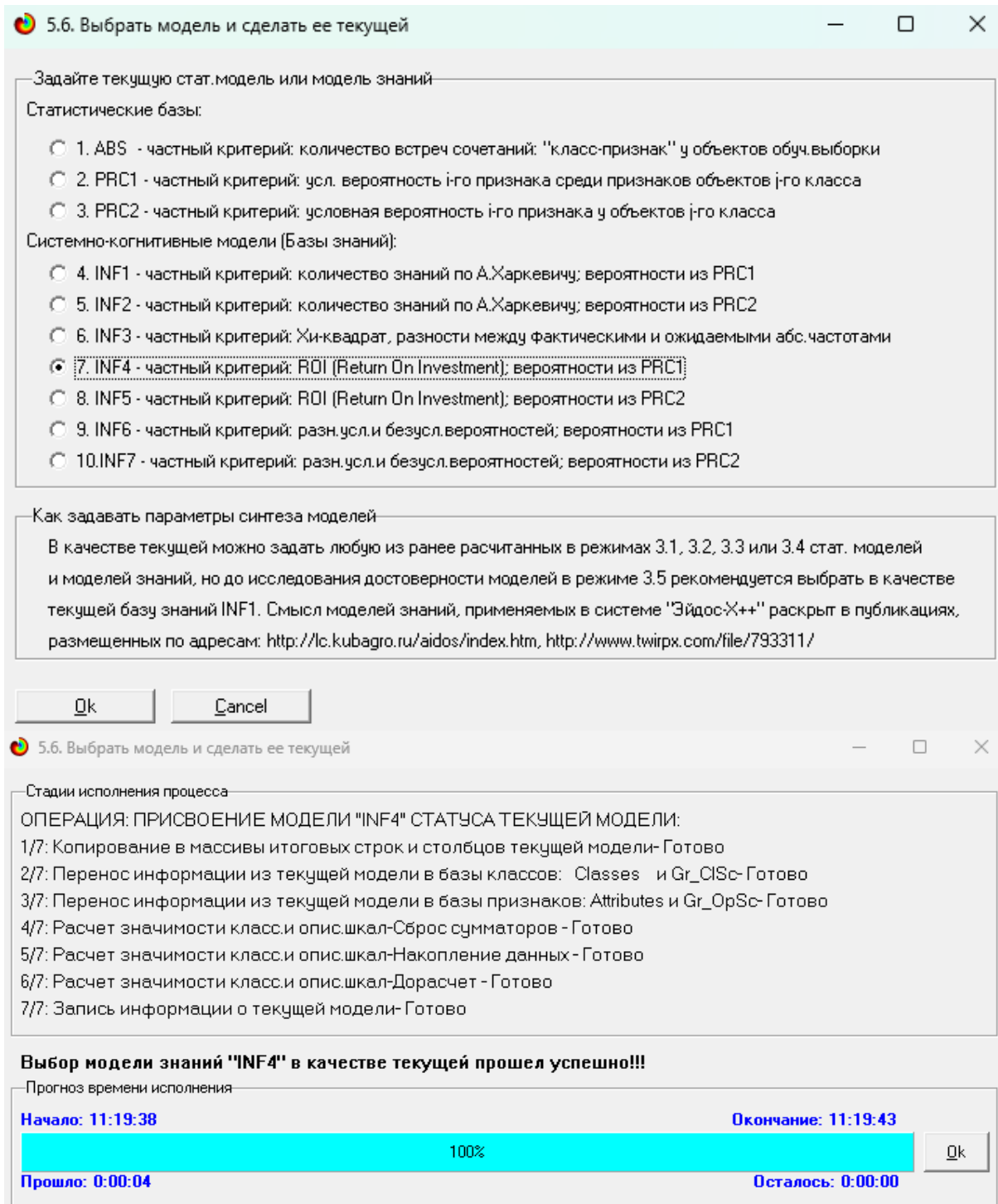


Рисунок 15. Задание СК-модели INF4 в качестве текущей

3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

3.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

При решении *задачи идентификации* каждый объект распознаваемой выборки сравнивается по всем своим признакам с каждым из обобщенных образов классов. Смысл решения задачи идентификации заключается в том, что при определении принадлежности конкретного объекта к обобщенному образу класса 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 корректны¹⁰ в неортонормированных пространствах, которые всегда и встречаются на практике, и являются фильтрами подавления шума.

3.6.1.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

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

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

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

¹⁰ В отличие от Евклидова расстояния, которое используется для подобных целей наиболее часто

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

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

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

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

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

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

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

3.6.1.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

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

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

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

где:

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

σ_j – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса; σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

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

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

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

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

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

Поэтому по своей сути он также является скалярным произведением двух стандартизированных (единичных) векторов класса и объекта. Существуют и много других способов нормирования, например, путем применения вейвлетов и сплайнов, в частности линейной интерполяции:

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

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

3.6.1.3. Важные математические свойства интегральных критериев

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

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

Во-вторых, данный интегральный критерий является **фильтром**, подавляющим белый шум, который всегда присутствует в эмпирических исходных данных и в моделях, созданных на их основе. Это свойство

подавлять белый шум проявляется у данного критерия тем ярче, чем больше в модели градаций описательных шкал.

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

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

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

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

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

В АСК-анализе разработаны, а в системе «Эйдос» реализованы развитые методы прогнозирования, основанные на сценарном методе АСК-анализа или сценарном АСК-анализе [11]. Но в задачи данной работы не входит их подробное рассмотрение, тем более, что они подробно освещены и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [4-7, 11] и в ряде других [48].

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

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

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

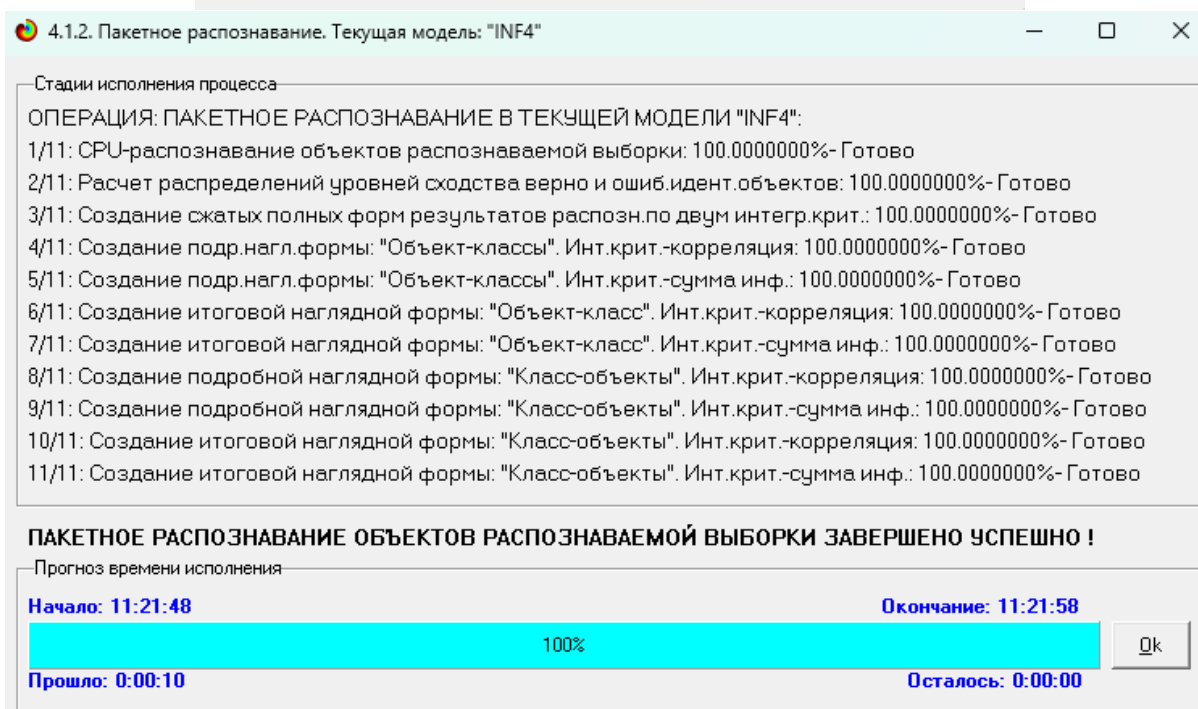
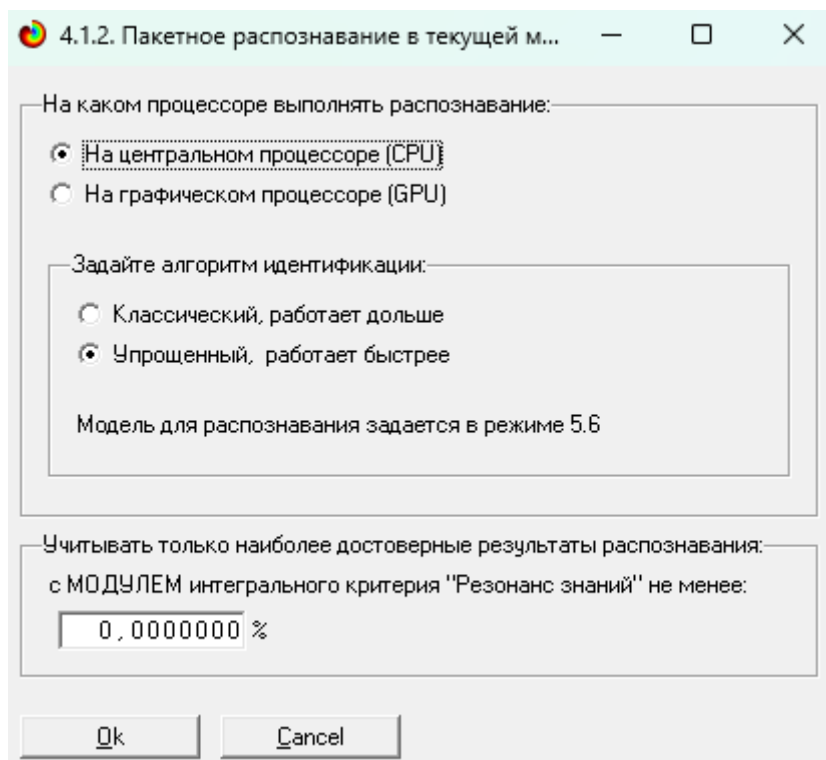


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

- 4.1.3.1. Подробно наглядно: "Объект - классы"
- 4.1.3.2. Подробно наглядно: "Класс - объекты"
- 4.1.3.3. Итоги наглядно: "Объект - класс"
- 4.1.3.4. Итоги наглядно: "Класс - объект"
- 4.1.3.5. Подробно сжато: "Объекты - классы"

- 4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разных интегральных крит.
- 4.1.3.7. Обобщ.стат.анализ результатов идент. по моделям и инт.крит.
- 4.1.3.8. Стат.анализ результ. идент. по классам, моделям и инт.крит.
- 4.1.3.9. Достоверность идент.объектов при разных моделях и инт.крит.
- 4.1.3.10. Достоверность идент.классов при разных моделях и инт.крит.
- 4.1.3.11. Объединение в одной БД строк по самым достоверным моделям
- 4.1.3.12. Вывод результатов распознавания в стиле: "Inp_data.xlsx"
- 4.1.3.13. Частотное распределение наблюдений по самым похожим классам
- 4.1.3.14. Распределение уровней сходства наблюдений по всем классам

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

4.1.3.1. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Объект-классы". Текущая модель: "INF4"

Распознаваемые объекты	
Код	Наим.объекта
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23

Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс значений"				
Код	Наименование класса	Сходство	Ф.	Сходство
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	1,049...		
1	SLEEP DISORDER-Insomnia	-7,659...		
2	SLEEP DISORDER-None	-10,78...	v	

Интегральный критерий сходства: "Сумма значений"				
Код	Наименование класса	Сходство	Ф.	Сходство
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	19,78...		
1	SLEEP DISORDER-Insomnia	0,469...		
2	SLEEP DISORDER-None	-6,126...	v	

Получить 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

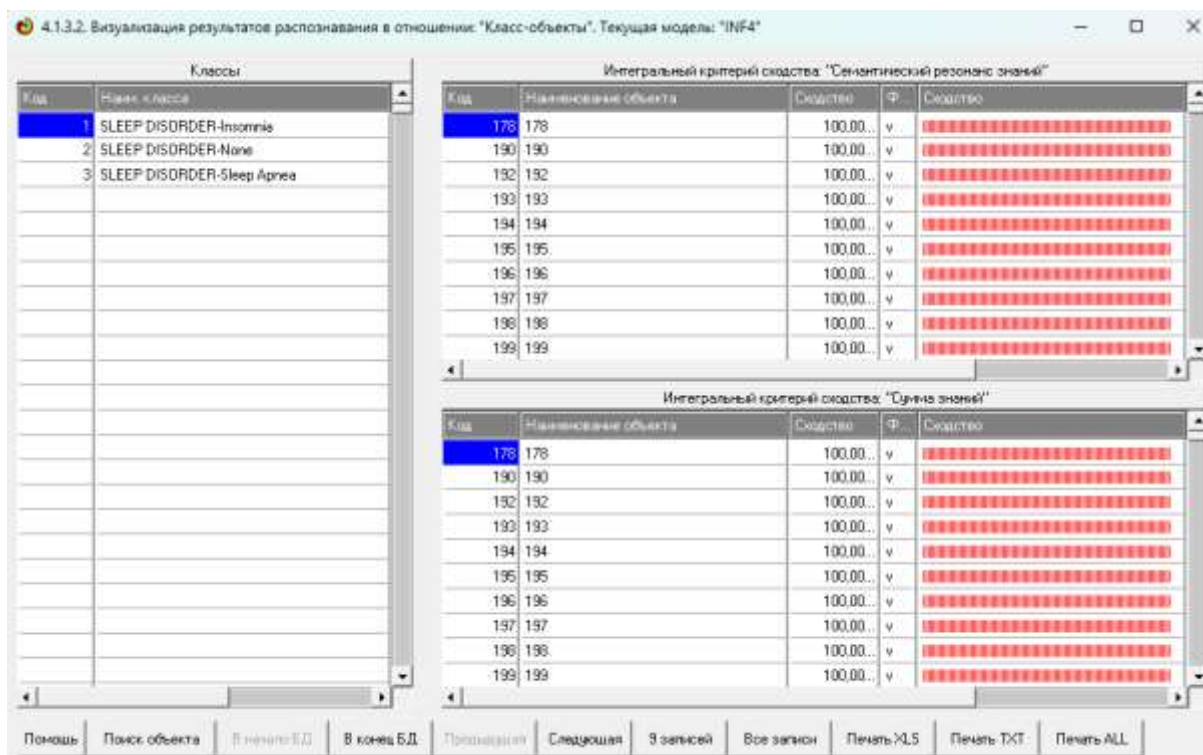


Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

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

3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений

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

3.7.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

Таким образом, задача принятия решений является *обратной* по отношению к задаче прогнозирования. Но это так только в простейшем

случае: в случае использования SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос») [10] (рисунки 19).

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

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

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

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

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

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

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Рядовый класс.	Н объектов (абс.)	Н объектов (%)
1	SLEEP DISORDER-Insomnia	1.1566470	770	20.5862353
2	SLEEP DISORDER-None	0.4887381	2190	58.5961497
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	1.2420605	780	20.8556190

SWOT-анализ класса: 1 "SLEEP DISORDER-Insomnia" в модели: 7 "INF4"

Способствующие факторы и сила их влияния

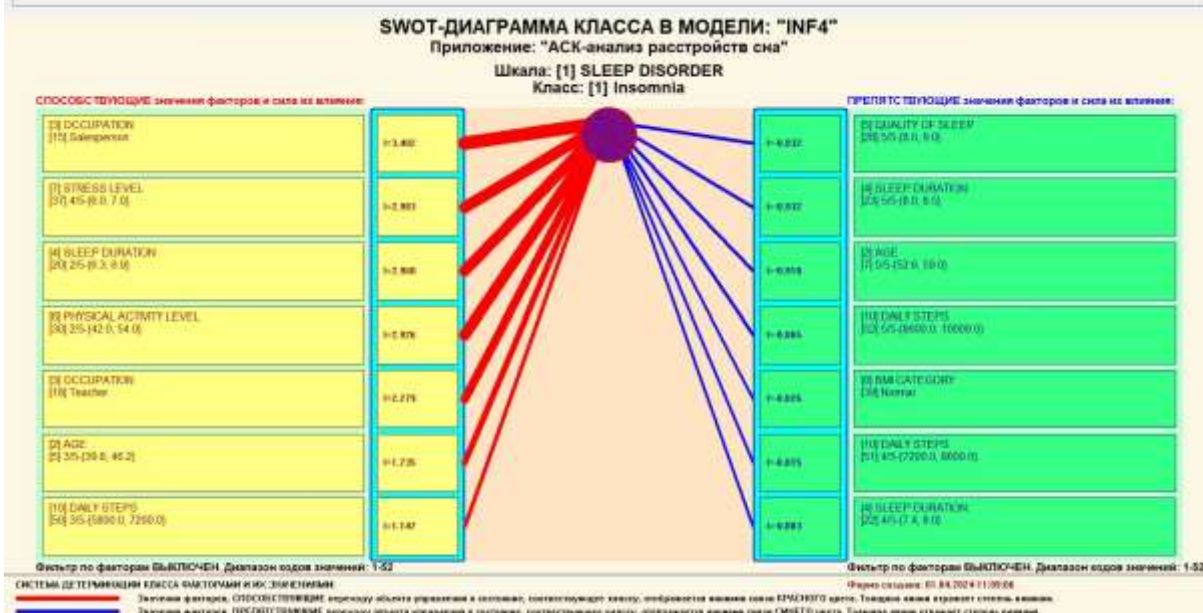
Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
15	OCCUPATION-Salesperson	3.402
37	STRESS LEVEL-4/5-(6.0000000, 7.0000000)	2.983
20	SLEEP DURATION-2/5-(6.3400000, 6.8900000)	2.960
30	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-2/5-(42.0000000, 54.0000000)	2.926
18	OCCUPATION-Teacher	2.279
5	AGE-3/5-(39.8000000, 46.2000000)	1.735
50	DAILY STEPS-3/5-(5800.0000000, 7200.0000000)	1.147
26	QUALITY OF SLEEP-3/5-(6.0000000, 7.0000000)	1.145
42	BMI CATEGORY-Overweight	1.100
24	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.0000000, 5.0000000)	1.024
48	DAILY STEPS-1/5-(3000.0000000, 4400.0000000)	1.000
41	BMI CATEGORY-Obese	0.943
46	HEART RATE-4/5-(77.8000000, 81.8000000)	0.943
47	HEART RATE-5/5-(81.8000000, 85.8000000)	0.943

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
28	QUALITY OF SLEEP-5/5-(8.0000000, 9.0000000)	-0.932
23	SLEEP DURATION-5/5-(7.9600000, 8.5000000)	-0.932
7	AGE-5/5-(52.6000000, 59.0000000)	-0.918
52	DAILY STEPS-5/5-(8500.0000000, 10000.0000000)	-0.965
39	BMI CATEGORY-Normal	-0.826
51	DAILY STEPS-4/5-(7200.0000000, 8600.0000000)	-0.915
22	SLEEP DURATION-4/5-(7.4200000, 7.9600000)	-0.903
13	OCCUPATION-Nurse	-0.900
9	OCCUPATION-Doctor	-0.795
11	OCCUPATION-Lawyer	-0.793
38	STRESS LEVEL-5/5-(7.0000000, 8.0000000)	-0.792
36	STRESS LEVEL-3/5-(5.0000000, 6.0000000)	-0.789
27	QUALITY OF SLEEP-4/5-(7.0000000, 8.0000000)	-0.777
45	HEART RATE-3/5-(73.4000000, 77.8000000)	-0.769

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору | ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь | Abs | Ptc1 | Ptc2 | Inf1 | Inf2 | Inf3 | Inf4 | Inf5 | Inf6 | Inf7 | SWOT-диаграмма



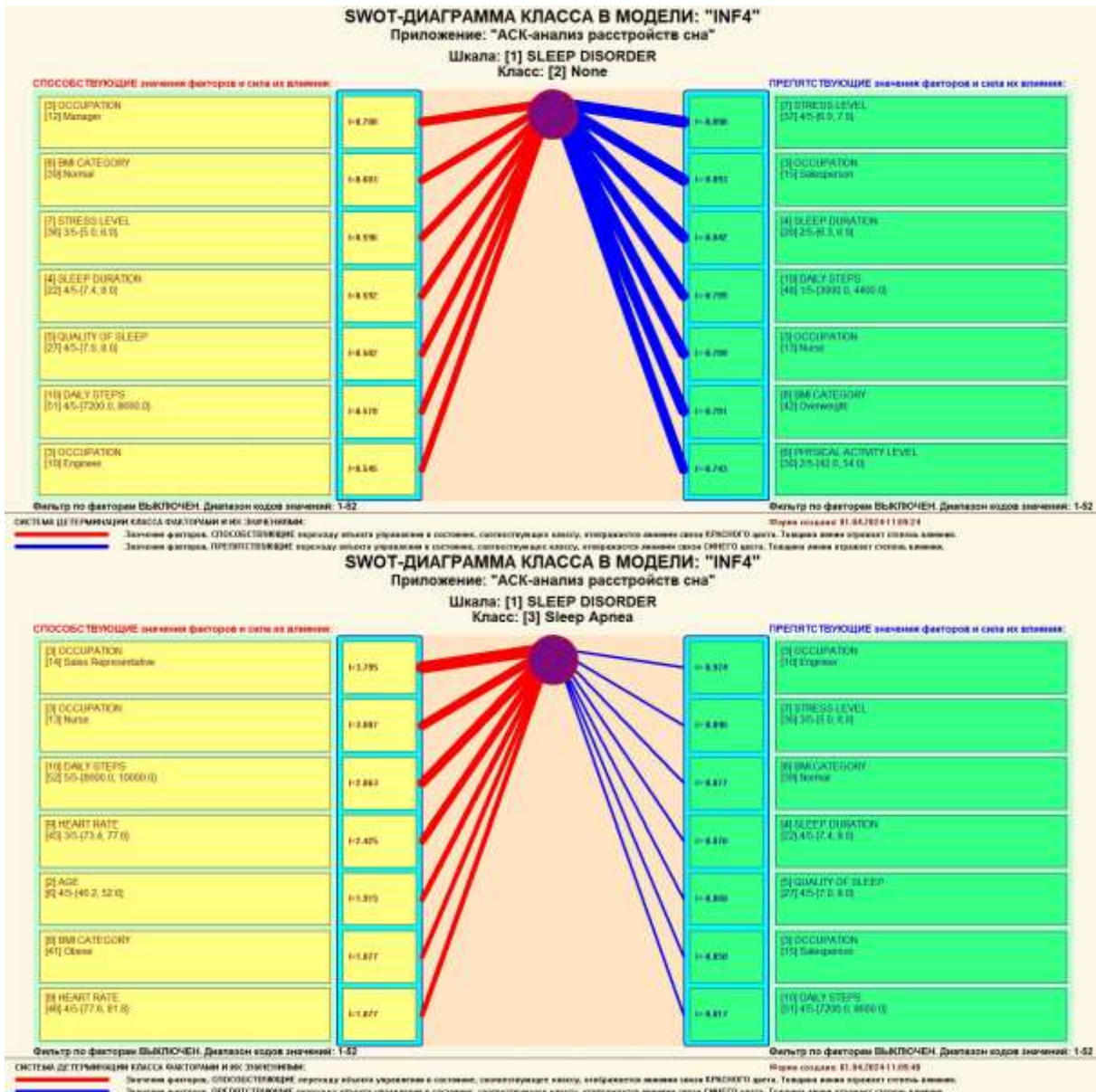


Рисунок 19. Примеры экранных формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

Из приведенных выходных форм SWOT-анализа четко видно, что основным фактором, влияющим на расстройство сна, является индекс массы тела. Так же по диаграмме можно определить, что для борьбы с бессонницей лучше всего служит фактор физическая активность, а апноэ во сне подвержены в основном люди определенных профессий.

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

3.7.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

Шаг 1-й. Руководство ставит цели управления, т.е. определяет будущие целевые состояния объекта управления. Обычно целевые состояния в натуральном выражении – это количество и качество продукции, а в стоимостном выражении – прибыль и рентабельность. Объект управления как система, эффективность объекта управления как **системное свойство**, повышение уровня системности объекта управления как цель управления (нелинейность). Модель отражает определенный уровень технологий, поэтому целевые состояния, недостижимые в одной модели, могут оказаться достижимыми в другой с большим числом факторов [11, 12, 13, 14, 15, 16].

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

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

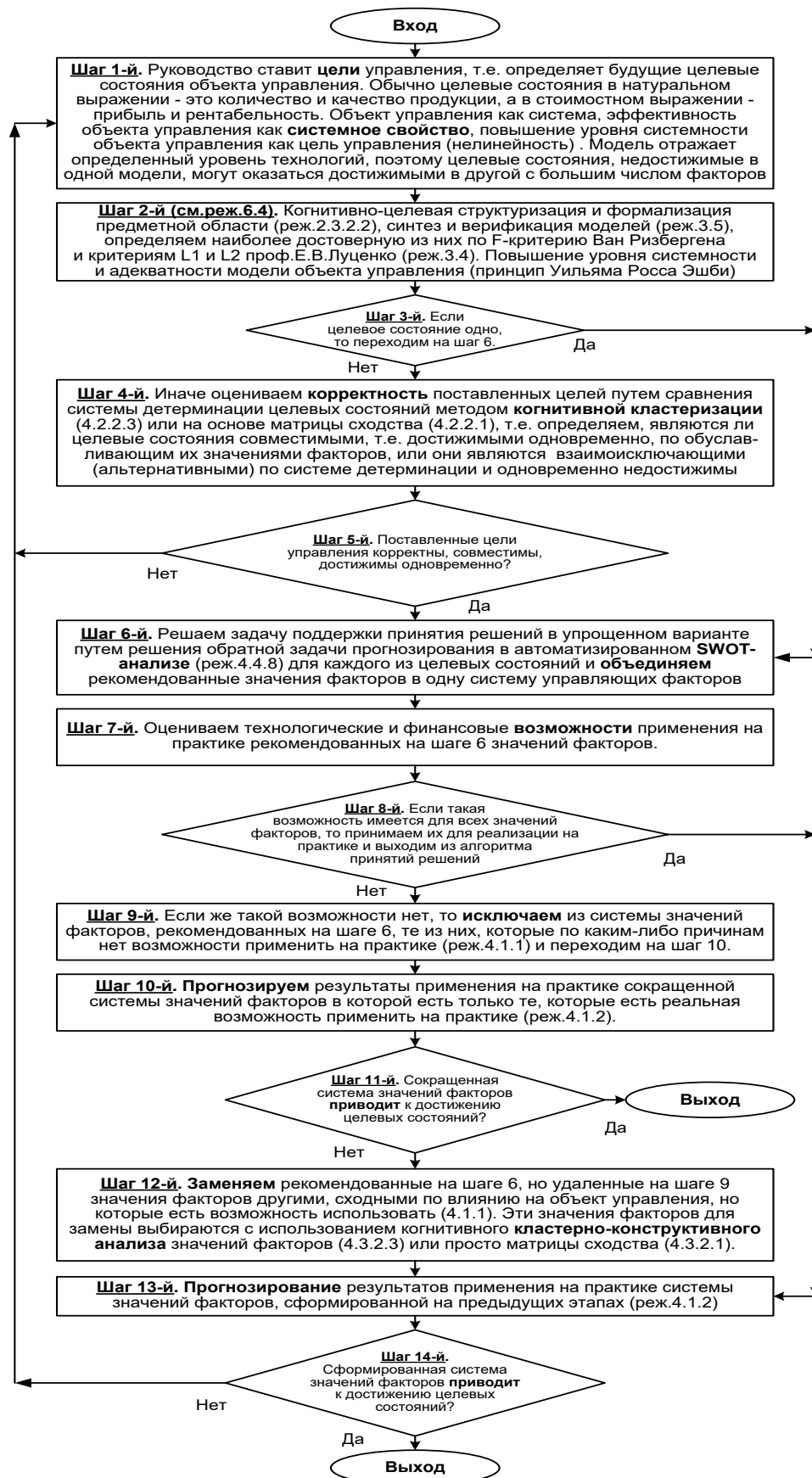


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

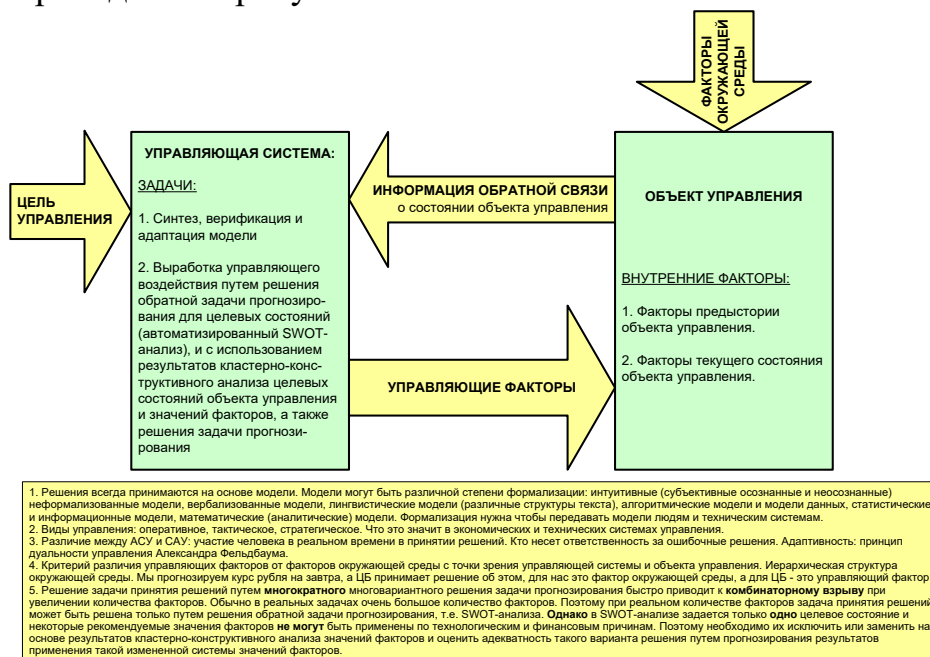


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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

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

Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации (силу и направление влияния факторов). **Содержательное** объяснение конкретных механизмов этих эмпирических закономерностей

формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [12, 17].

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

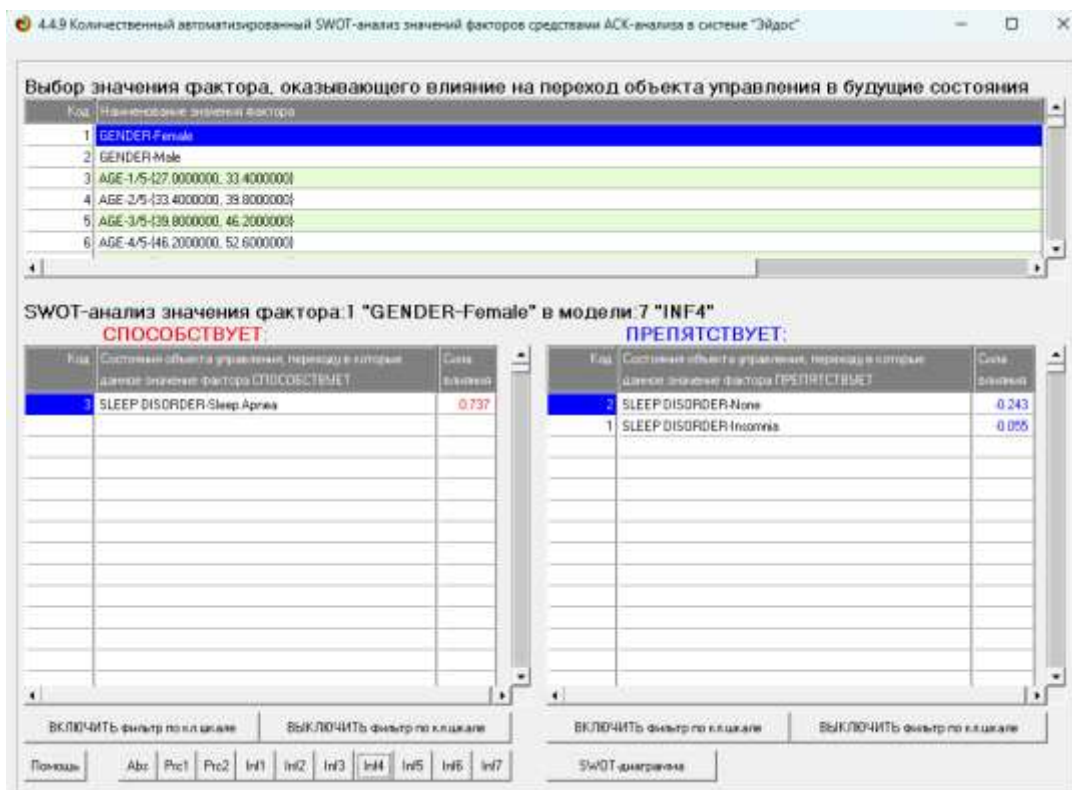
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)

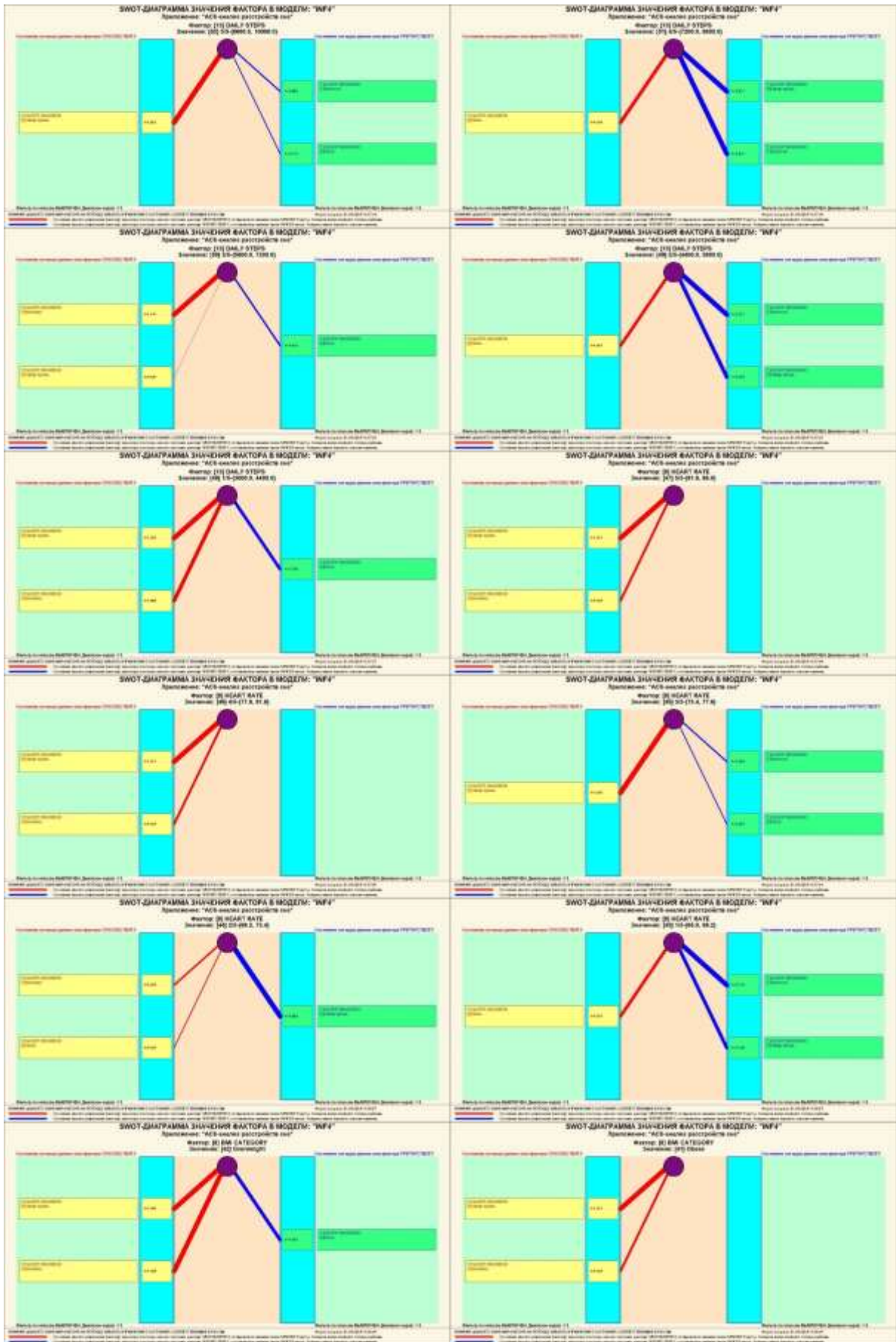
3.8.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

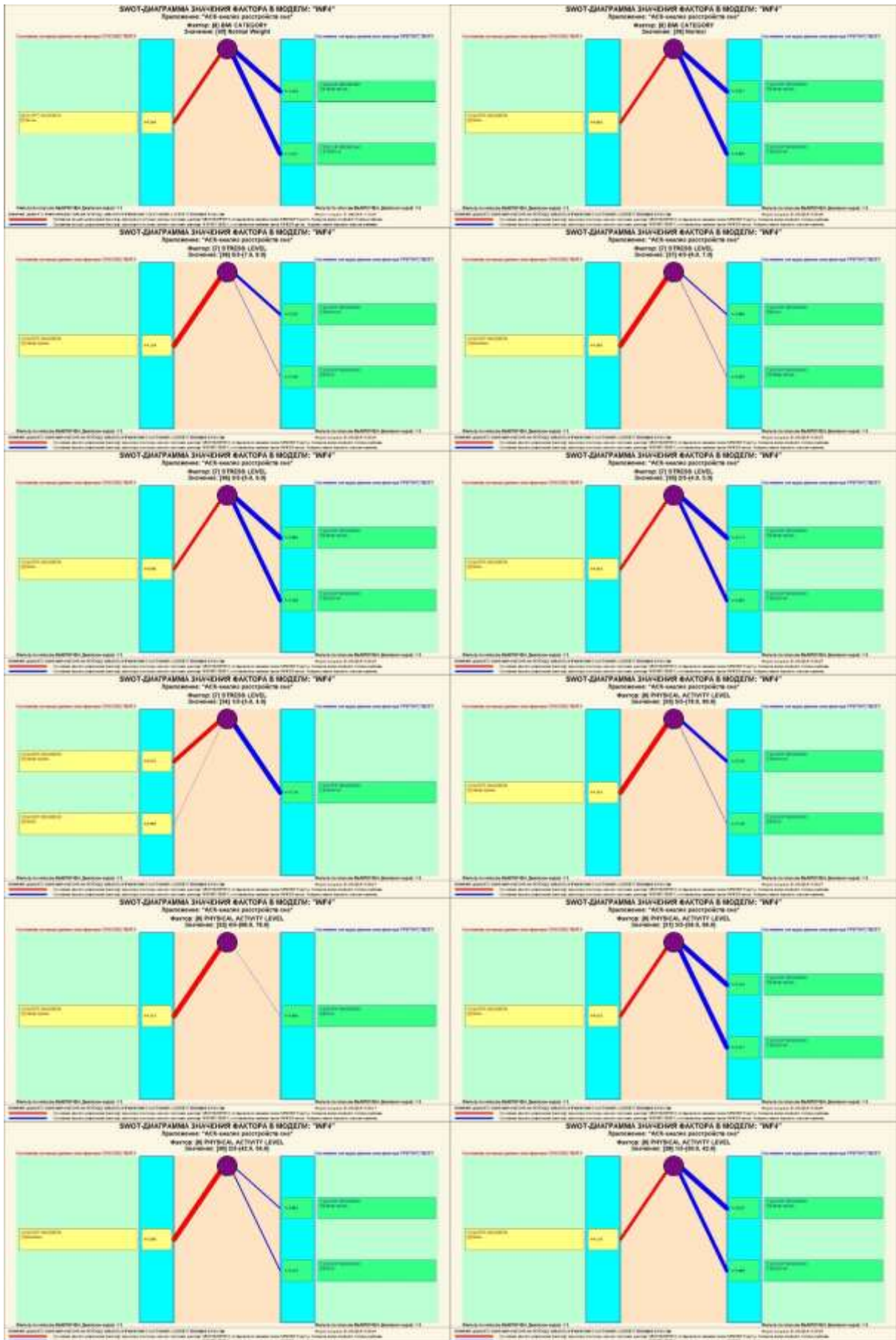
Инвертированные SWOT-диаграмм (предложены автором в работе [10]), отражают силу и направление влияния конкретной градации описательной шкалы на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационных шкал (классы). Это и есть *смысл* (семантический потенциал) этой градации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

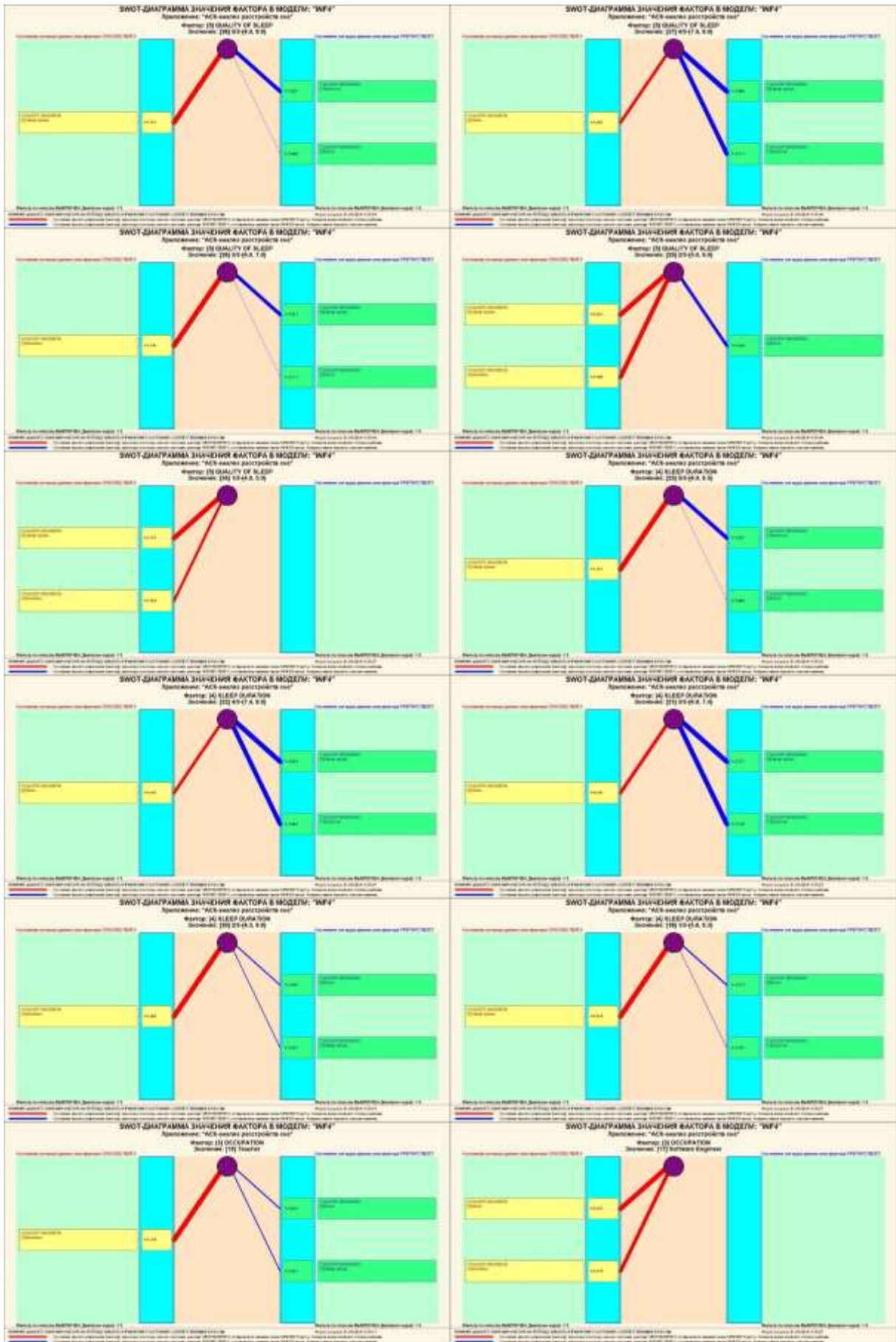
3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

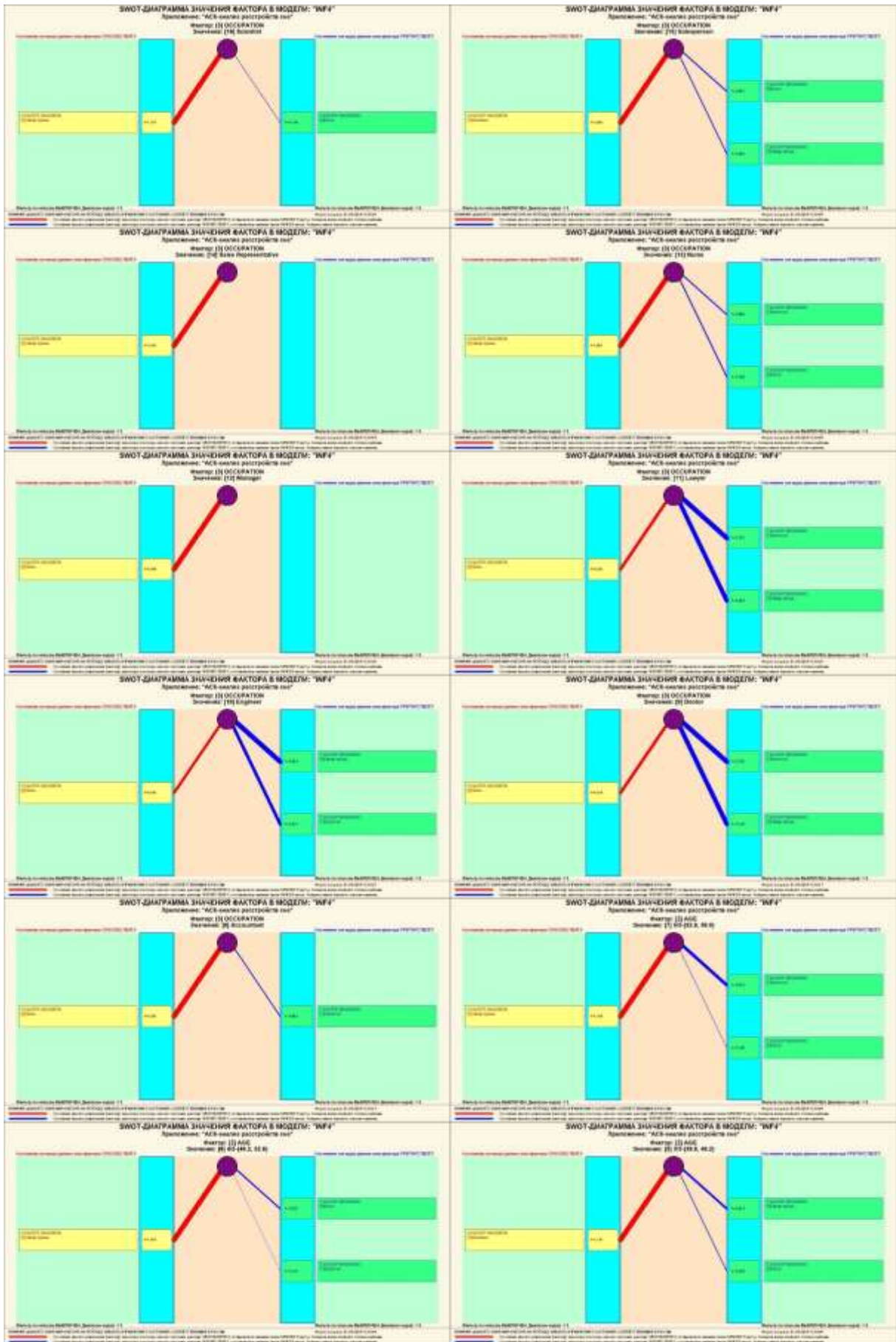
Примеры инвертированных SWOT-диаграмм приведены на рисунках 22 для некоторых значений факторов:











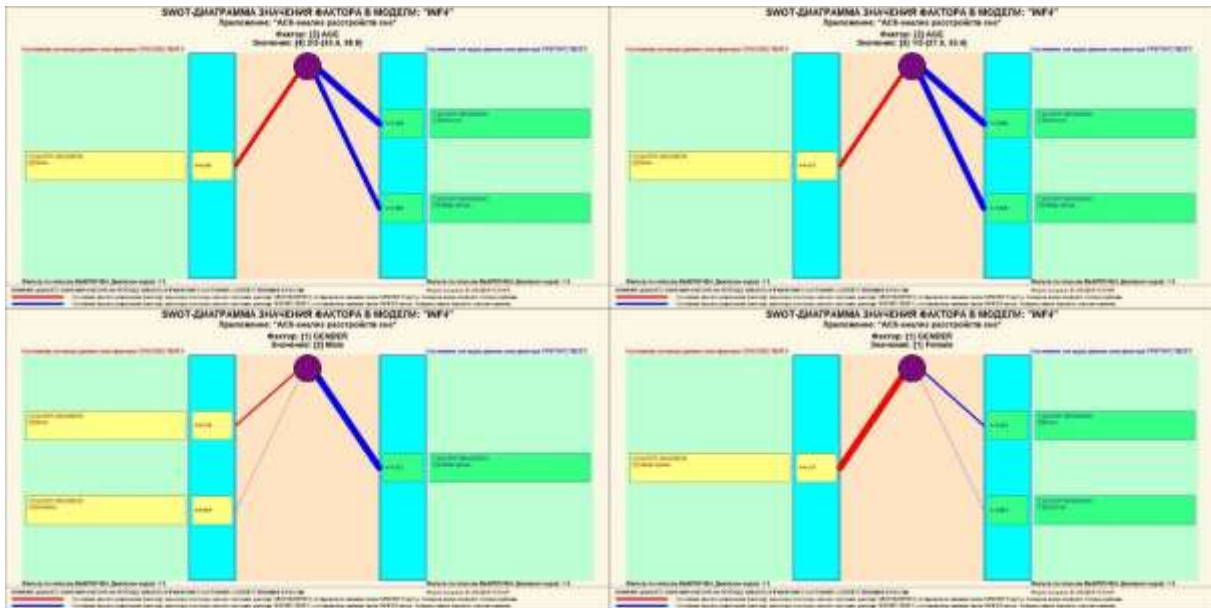


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

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

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

3.8.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

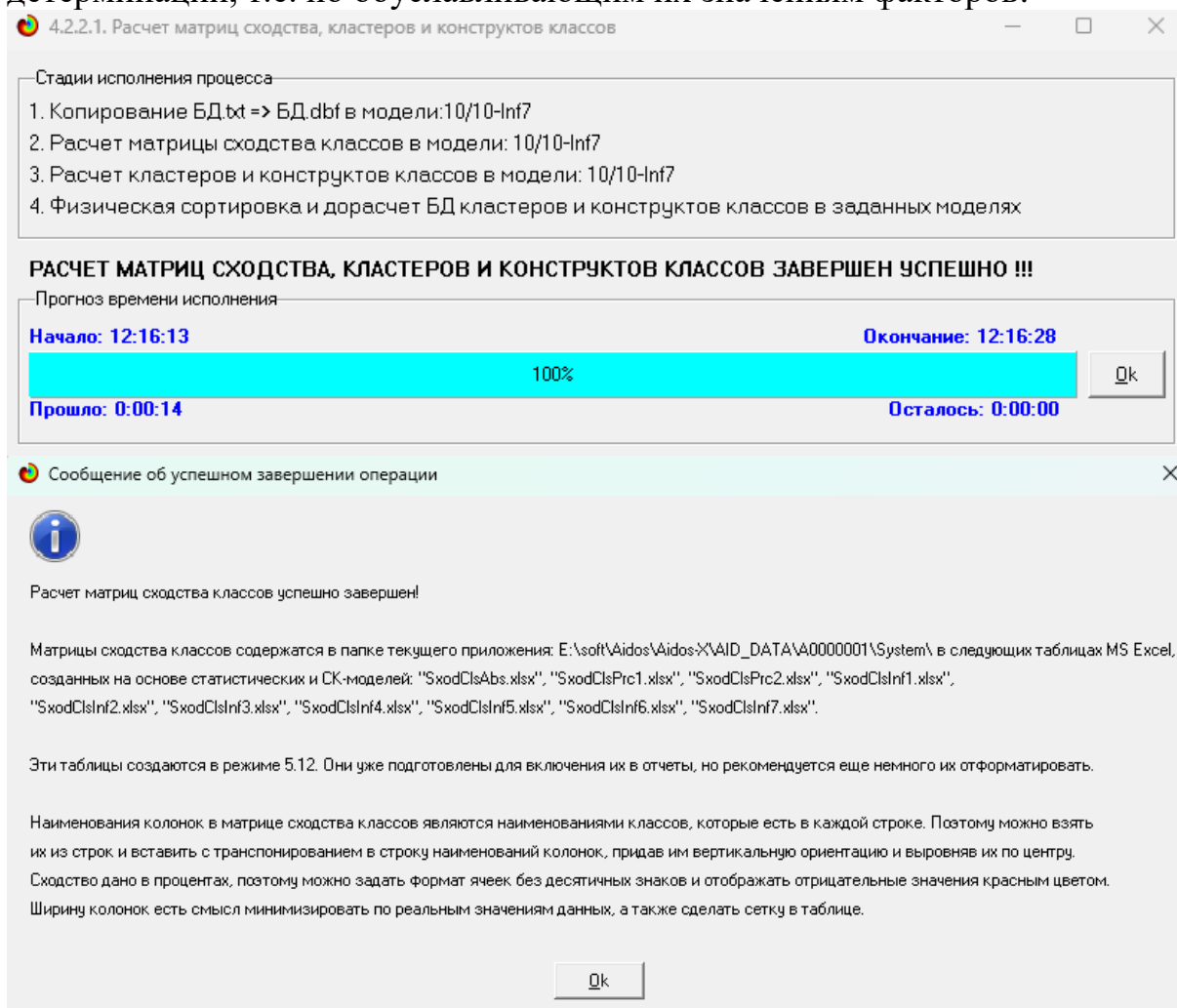


Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 14 – Матрица сходства классов в СК-модели INF4 (полностью)

Конструктор класса: 1 "SLEEP DISORDER-Insomnia" в модели: 7 "INF4"

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	SLEEP DISORDER-Insomnia	1	1	SLEEP DISORDER-Insomnia	100.000
2	SLEEP DISORDER-None	2	3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	-11.176
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	3	2	SLEEP DISORDER-None	-62.909
1	SLEEP DISORDER-Insomnia	1	2	SLEEP DISORDER-None	100.000
2	SLEEP DISORDER-None	2	3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	-45.520
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	3	1	SLEEP DISORDER-Insomnia	-62.909
1	SLEEP DISORDER-Insomnia	1	3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	100.000
2	SLEEP DISORDER-None	2	1	SLEEP DISORDER-Insomnia	-11.176
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea	3	2	SLEEP DISORDER-None	-45.520

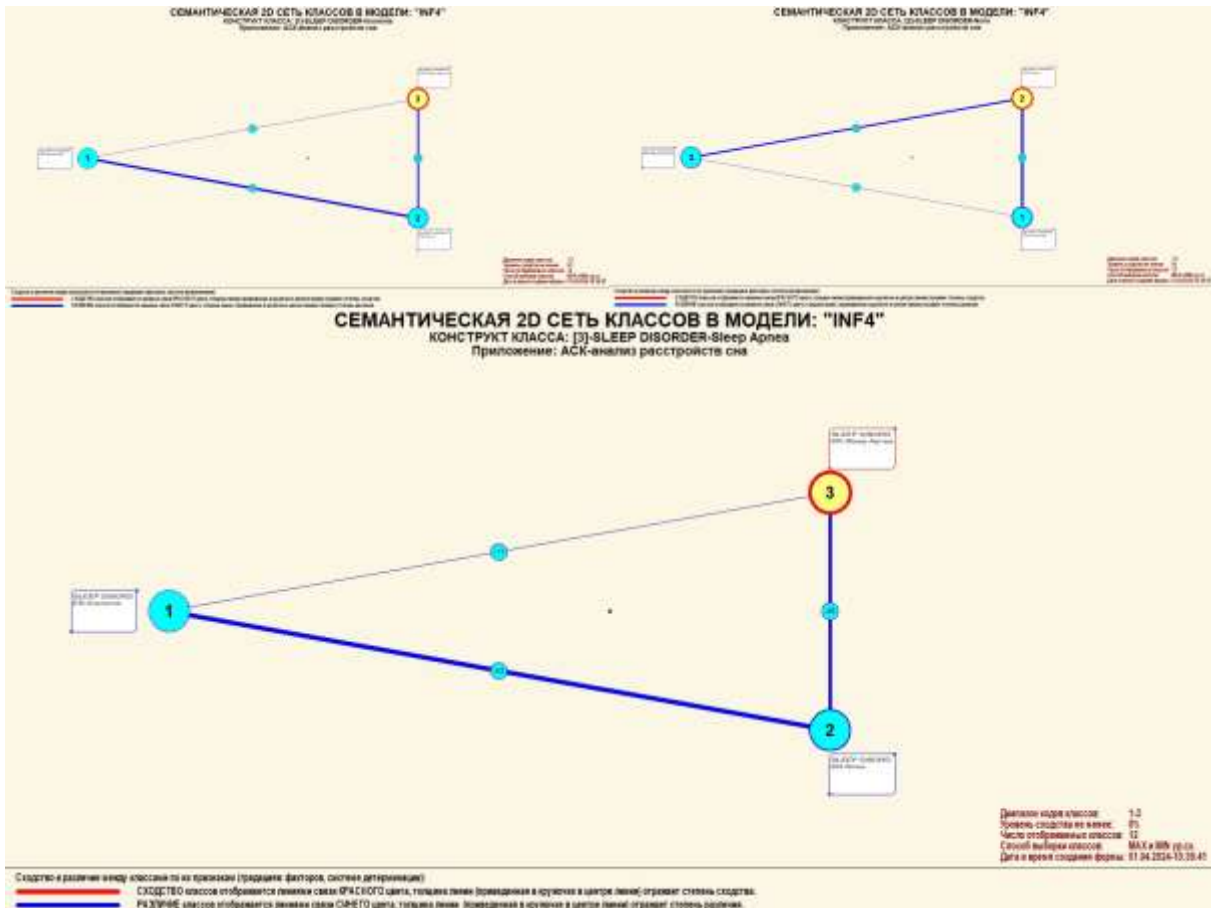


Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)

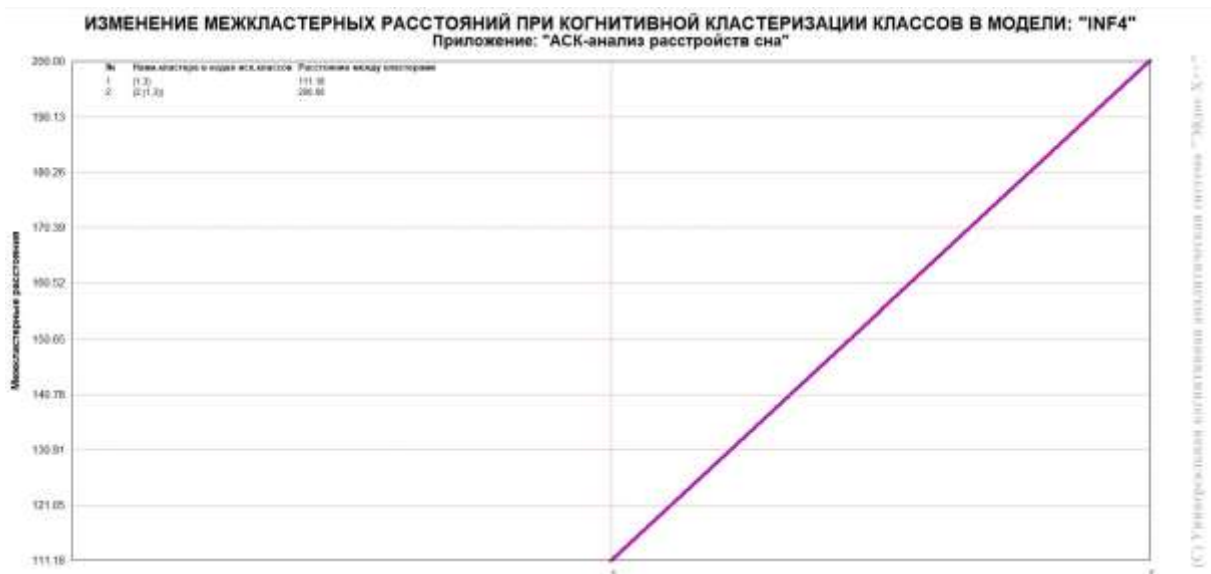


Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)



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

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

3.8.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

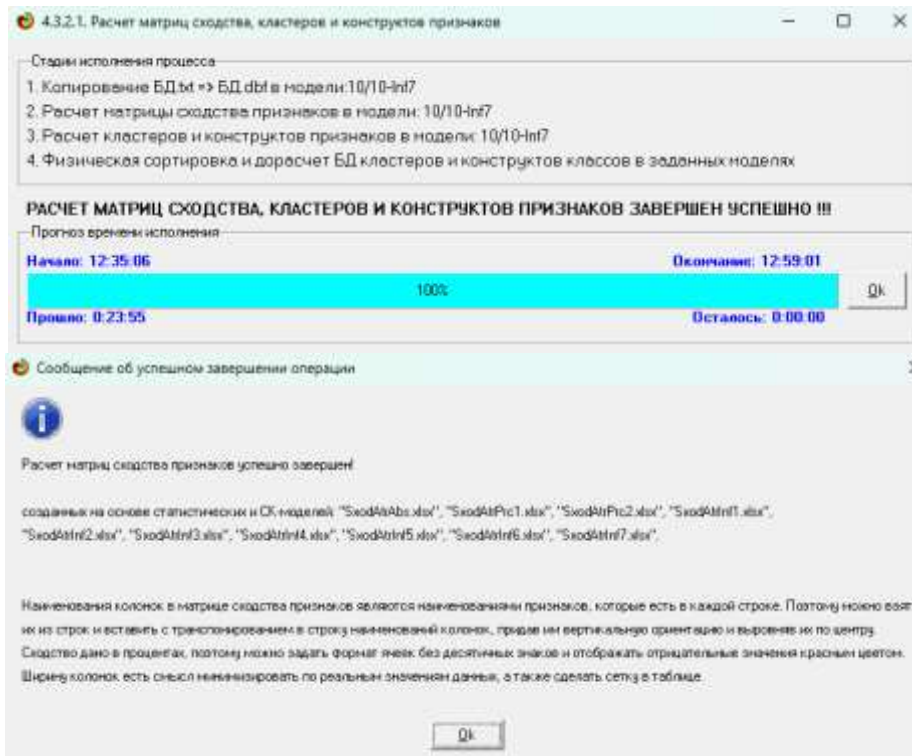


Рисунок 27. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 15 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF4 (фрагмент)

4.3.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа признаков

Конструктор признака:1 "GENDER-Female" в модели:7 "INF4"

Код	Наименование признака	ИП	Код признака	Наименование признака	Сходство
1	GENDER-Female	1	1	GENDER-Female	100.000
2	GENDER-Male	2	6	AGE-4/5-(46.2000000, 52.6000000)	100.000
3	AGE-1/5-(27.0000000, 33.4000000)	3	19	SLEEP DURATION-1/5-(5.8000000, 6.3400000)	99.890
4	AGE-2/5-(33.4000000, 39.8000000)	4	16	OCCUPATION-Scientist	99.538
5	AGE-3/5-(39.8000000, 46.2000000)	5	32	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-4/5-(66.0000000, 78.0000000)	98.944
6	AGE-4/5-(46.2000000, 52.6000000)	6	14	OCCUPATION-Sales Representative	98.347
7	AGE-5/5-(52.6000000, 59.0000000)	7	13	OCCUPATION-Nurse	98.302
8	OCCUPATION-Accountant	8	52	DAILY STEPS-5/5-(8600.0000000, 10000.0000000)	97.643
9	OCCUPATION-Doctor	9	45	HEART RATE-3/5-(73.4000000, 77.6000000)	97.346
10	OCCUPATION-Engineer	10	41	BMI CATEGORY-Obese	94.133
11	OCCUPATION-Lawyer	11	46	HEART RATE-4/5-(77.6000000, 81.8000000)	94.133
12	OCCUPATION-Manager	12	47	HEART RATE-5/5-(81.8000000, 86.0000000)	94.133
13	OCCUPATION-Nurse	13	24	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.0000000, 5.0000000)	91.232
14	OCCUPATION-Sales Representative	14	38	STRESS LEVEL-5/5-(7.0000000, 8.0000000)	89.673
15	OCCUPATION-Salesperson	15	33	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-5/5-(78.0000000, 90.0000000)	88.707
16	OCCUPATION-Scientist	16	7	AGE-5/5-(52.6000000, 59.0000000)	88.295
17	OCCUPATION-Software Engineer	17	23	SLEEP DURATION-5/5-(7.9600000, 8.5000000)	82.796
18	OCCUPATION-Teacher	18	28	QUALITY OF SLEEP-5/5-(8.0000000, 9.0000000)	82.796
19	SLEEP DURATION-1/5-(5.8000000, 6.3400000)	19	48	DAILY STEPS-1/5-(3000.0000000, 4400.0000000)	73.139
20	SLEEP DURATION-2/5-(6.3400000, 6.8800000)	20	34	STRESS LEVEL-1/5-(3.0000000, 4.0000000)	72.093
21	SLEEP DURATION-3/5-(6.8800000, 7.4200000)	21	25	QUALITY OF SLEEP-2/5-(5.0000000, 6.0000000)	66.915
22	SLEEP DURATION-4/5-(7.4200000, 7.9600000)	22	42	BMI CATEGORY-Overweight	65.044
23	SLEEP DURATION-5/5-(7.9600000, 8.5000000)	23	50	DAILY STEPS-3/5-(5800.0000000, 7200.0000000)	-5.110
24	QUALITY OF SLEEP-1/5-(4.0000000, 5.0000000)	24	37	STRESS LEVEL-4/5-(6.0000000, 7.0000000)	-22.761
25	QUALITY OF SLEEP-2/5-(5.0000000, 6.0000000)	25	20	SLEEP DURATION-2/5-(6.3400000, 6.8800000)	-27.080

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

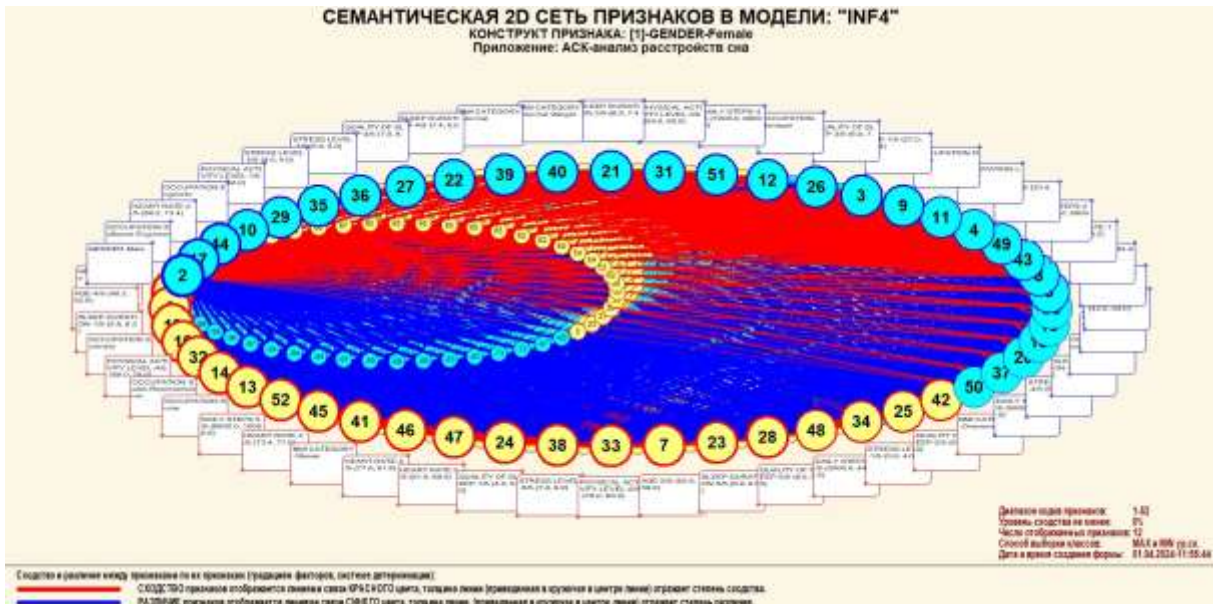


Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF4 (режим 4.3.2.2)



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

3.8.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

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

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а рассчитываются методом прямого счета на основе хорошо теоретически

обоснованной модели, основанной на **теории информации** (это напоминает байесовские сети);

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

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

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

3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

4.4.10.Графическое отображение нелокального нейрона в системе "Эйдос"

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класс)
1	SLEEP DISORDER-Insomnia
2	SLEEP DISORDER-None
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea

Подготовка визуализации нейрона:1 "SLEEP DISORDER-Insomnia" в модели:7 "INF4"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
15	OCCUPATION-Salesperson	3.402
37	STRESS LEVEL-4/5-(6.0000000, 7.0000000)	2.963
20	SLEEP DURATION-2/5-(6.3400000, 6.8900000)	2.960
30	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-2/5-(42.0000000, 54.0000000)	2.926
18	OCCUPATION-Teacher	2.279
5	AGE-3/5-(39.8000000, 46.2000000)	1.735
50	DAILY STEPS-3/5-(5800.0000000, 7200.0000000)	1.147
26	QUALITY OF SLEEP-3/5-(6.0000000, 7.0000000)	1.145
42	BMI CATEGORY-Overweight	1.100
34	QUALITY OF SLEEP-4/5-(6.0000000, 6.0000000)	1.071

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
28	QUALITY OF SLEEP-5/5-(8.0000000, 9.0000000)	-0.932
23	SLEEP DURATION-5/5-(7.9600000, 8.5000000)	-0.932
7	AGE-5/5-(52.6000000, 59.0000000)	-0.918
52	DAILY STEPS-5/5-(8600.0000000, 10000.0000000)	-0.865
39	BMI CATEGORY-Normal	-0.826
51	DAILY STEPS-4/5-(7200.0000000, 8600.0000000)	-0.815
22	SLEEP DURATION-4/5-(7.4200000, 7.9600000)	-0.803
13	OCCUPATION-Nurse	-0.600
9	OCCUPATION-Doctor	-0.795
44	OCCUPATION-Doctor	-0.795

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Pic1 Pic2 In1 In2 In3 In4 In5 In6 In7

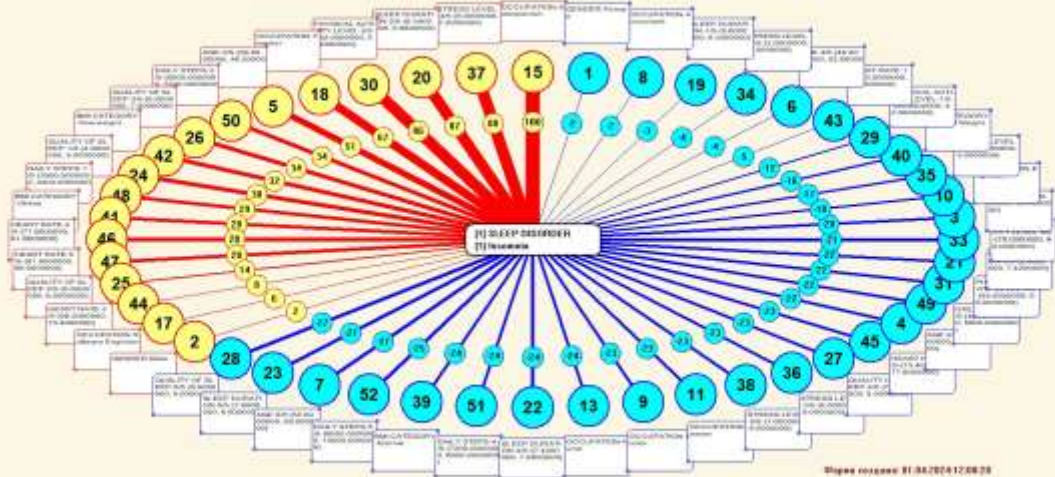
НЕЙРОН Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999 Минимальный вес коэф. отображаемых рецепторов: 0.000

Сортировать рецепторы: по информативности по модулю информативности

Отображать рецепторы: с наименованиями только с кодами

НЕЛОКАЛЬНЫЙ НЕЙРОН В МОДЕЛИ: "INF4"

Нейрон: [1]-SLEEP DISORDER-Insomnia
Приложение: АСК-анализ расстройства сна



Формы созданы 01.04.2024 12:08:28

Важные указания по использованию внешнего набора, соответствующего классу (система аттракционных классов)

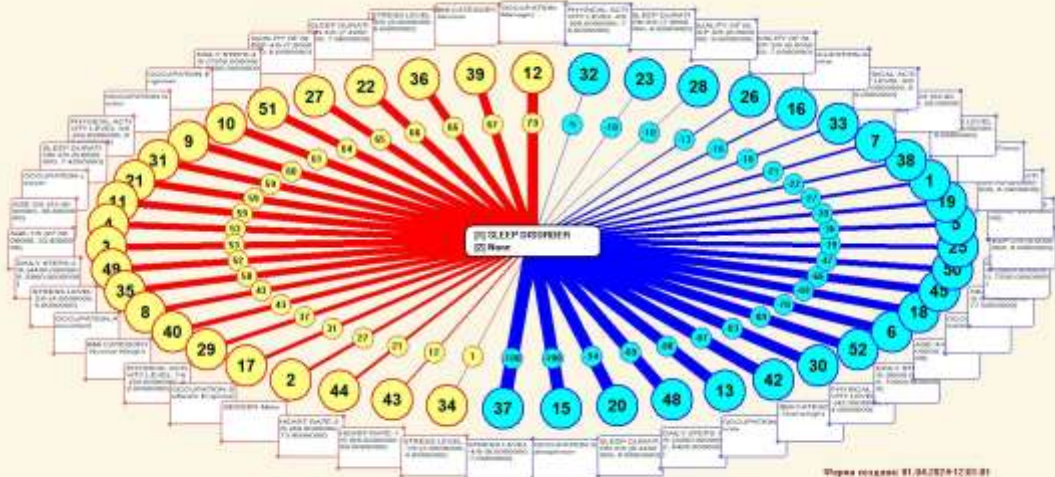
АКТИВНЫЕ (красные) классы отображены цветом КРАСНОГО цвета, так как они (просто или в сочетании с другими) проявляют активизирующую связь классом.

Пассивные (синие) классы отображены цветом СИНЕГО цвета, так как они (просто или в сочетании с другими) проявляют ингибирующую связь классом.

Содержимое радиатора по информативности
Оформлено по количеству радиаторов от 1 до 100
Поскольку связь с центральным слоем является двусторонней,
Информация выстроена с учетом и взаимных радиаторов

НЕЛОКАЛЬНЫЙ НЕЙРОН В МОДЕЛИ: "INF4"

Нейрон: [2]-SLEEP DISORDER-None
Приложение: АСК-анализ расстройства сна



Формы созданы 01.04.2024 12:08:31

Важные указания по использованию внешнего набора, соответствующего классу (система аттракционных классов)

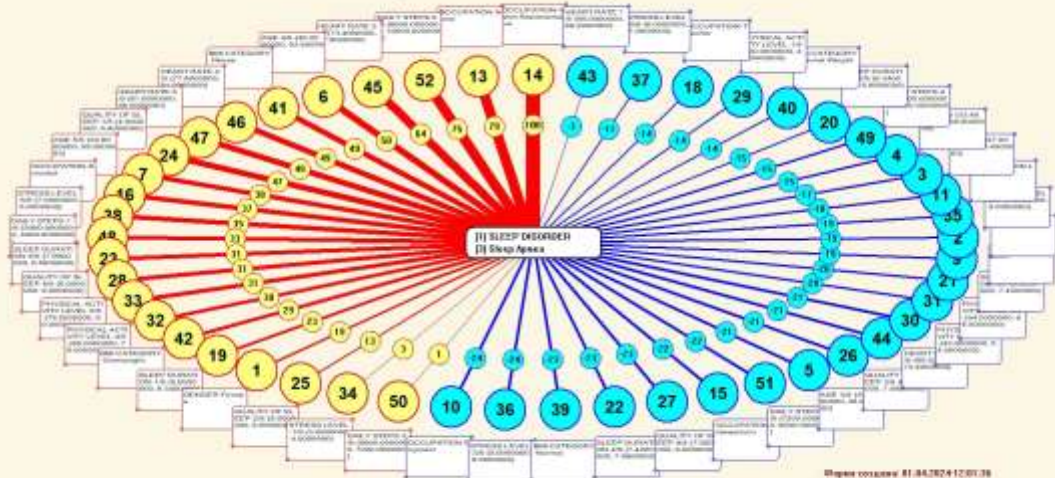
АКТИВНЫЕ (красные) классы отображены цветом КРАСНОГО цвета, так как они (просто или в сочетании с другими) проявляют активизирующую связь классом.

Пассивные (синие) классы отображены цветом СИНЕГО цвета, так как они (просто или в сочетании с другими) проявляют ингибирующую связь классом.

Содержимое радиатора по информативности
Оформлено по количеству радиаторов от 1 до 100
Поскольку связь с центральным слоем является двусторонней,
Информация выстроена с учетом и взаимных радиаторов

НЕЛОКАЛЬНЫЙ НЕЙРОН В МОДЕЛИ: "INF4"

Нейрон: [3]-SLEEP DISORDER-Sleep Apnea
Приложение: АСК-анализ расстройства сна



Формы созданы 01.04.2024 12:08:38

Важные указания по использованию внешнего набора, соответствующего классу (система аттракционных классов)

АКТИВНЫЕ (красные) классы отображены цветом КРАСНОГО цвета, так как они (просто или в сочетании с другими) проявляют активизирующую связь классом.

Пассивные (синие) классы отображены цветом СИНЕГО цвета, так как они (просто или в сочетании с другими) проявляют ингибирующую связь классом.

Содержимое радиатора по информативности
Оформлено по количеству радиаторов от 1 до 100
Поскольку связь с центральным слоем является двусторонней,
Информация выстроена с учетом и взаимных радиаторов

Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

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

3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 32 мы видим, что наиболее сильно детерминирована значениями факторов высокая жизнеспособность пыльцы, затем по степени детерминированности идет низкая жизнеспособность, а средняя наиболее слабо обусловлена значениями факторов, действующими на объект моделирования. Кроме того видно, что обработка бором обуславливает высокую жизнеспособность с такой же силой, как сорт «Стенлей» и как суммарное действие двух значений факторов: «До промораживания» и «2014 год наблюдений».

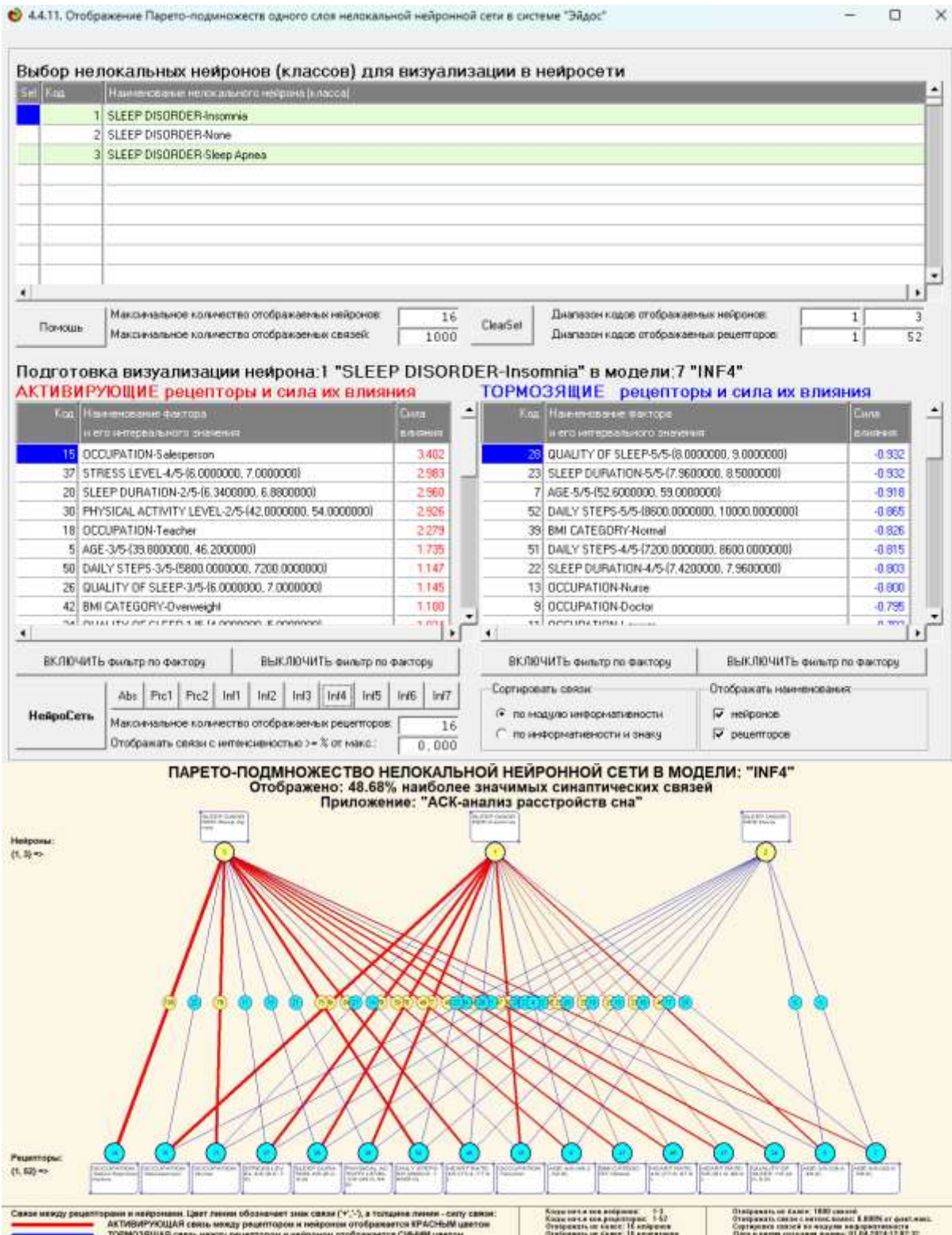


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF4

3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

3.8.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

3.8.6.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в когнитивной карте

Seq	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1		SLEEP DISORDER-Insomnia
2		SLEEP DISORDER-None
3		SLEEP DISORDER-Sleep Apnea

Помощь Максимальное количество отображаемых нейронов: 16 ClearSet Диапазон кодов отображаемых нейронов: 1 3
 Максимальное количество отображаемых связей: 1000 Диапазон кодов отображаемых рецепторов: 1 52

Подготовка визуализации нейрона: 1 "SLEEP DISORDER-Insomnia" в модели: 6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
30	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-2/5-{42.0000000, 54.0000000}	43.971
20	SLEEP DURATION-2/5-{6.3400000, 6.8600000}	39.618
5	AGE-3/5-{39.8000000, 46.2000000}	36.794
42	BMI CATEGORY-Overweight	33.529
50	DAILY STEPS-3/5-{9800.0000000, 7200.0000000}	32.988
37	STRESS LEVEL-4/5-{6.0000000, 7.0000000}	30.706
15	OCCUPATION-Salesperson	22.412
18	OCCUPATION-Teacher	18.765
26	QUALITY OF SLEEP-3/5-{6.0000000, 7.0000000}	18.147
25	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-2/5-{42.0000000, 54.0000000}	18.000

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
39	BMI CATEGORY-Normal	-33.147
51	DAILY STEPS-4/5-{7200.0000000, 8600.0000000}	-17.618
27	QUALITY OF SLEEP-4/5-{7.0000000, 8.0000000}	-17.441
32	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-4/5-{66.0000000, 78.0000000}	-14.412
28	QUALITY OF SLEEP-5/5-{8.0000000, 9.0000000}	-13.618
23	SLEEP DURATION-5/5-{7.9600000, 8.5000000}	-13.618
4	AGE-2/5-{33.4000000, 39.8000000}	-12.676
22	SLEEP DURATION-4/5-{7.4200000, 7.9600000}	-12.235
49	DAILY STEPS-2/5-{4400.0000000, 5800.0000000}	-12.059
24	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-2/5-{42.0000000, 54.0000000}	-11.971

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

Когн. карта

Аbs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Максимальное количество отображаемых рецепторов: 16
 Отображать связи с интенсивностью \geq % от макс.: 0.000

Сортировать связи:
 по модулю информативности
 по информативности и знаку

Отображать наименования:
 нейронов
 рецепторов

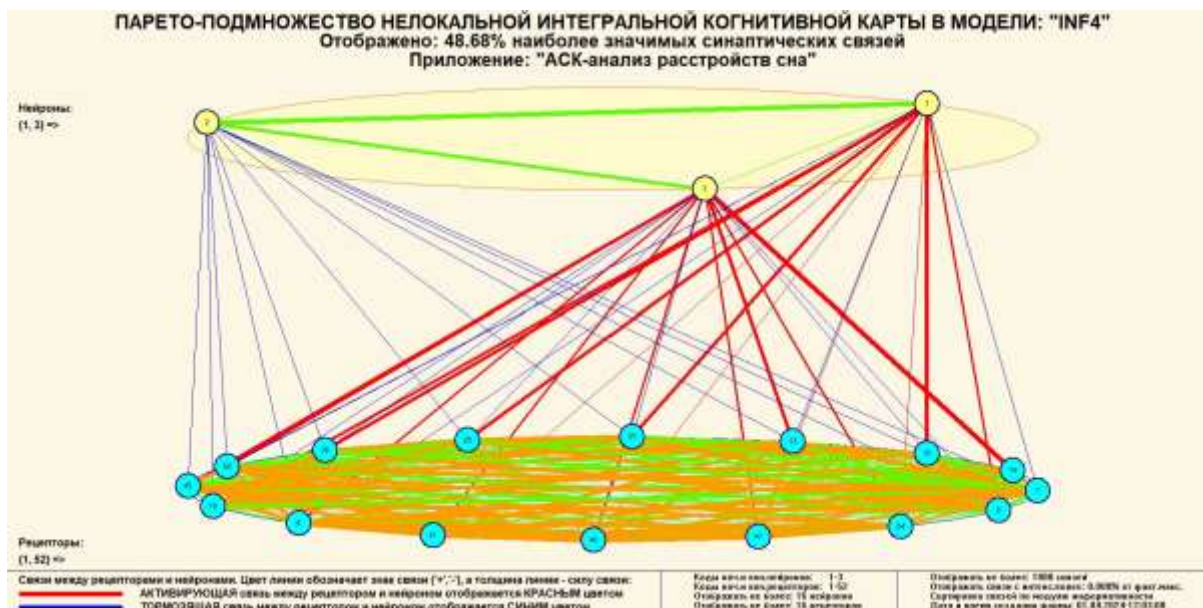


Рисунок 33. 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12)

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

3.8.7.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов являются примерами опосредованных нечетких правдоподобных логических заключений, о которых, может быть, одним из первых писал Дьердь Пойа [19, 20]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [2] на странице 521¹¹. Позже об этом писалось в работе [3]¹² и ряде других работ автора, поэтому здесь подробнее рассматривать этот вопрос нецелесообразно.

Пример опосредованных правдоподобных рассуждений.

¹¹ https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18632909_64818704.pdf, Таблица 7. 17, стр. 521

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

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

3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

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	SLEEP DISORDER-Insomnia
2	SLEEP DISORDER-None
3	SLEEP DISORDER-Sleep Apnea

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	52
1	GENDER	1	2
2	AGE	3	7
3	OCCUPATION	8	18
4	SLEEP DURATION	19	23
5	QUALITY OF SLEEP	24	28

Выбор кода описательной шкалы левого инф. портрета

Выбор кода описательной шкалы правого инф. портрета

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs Pic1 Pic2 In1 In2 In3 In4 In5 In6 In7

Задайте так количество отображенных связей:

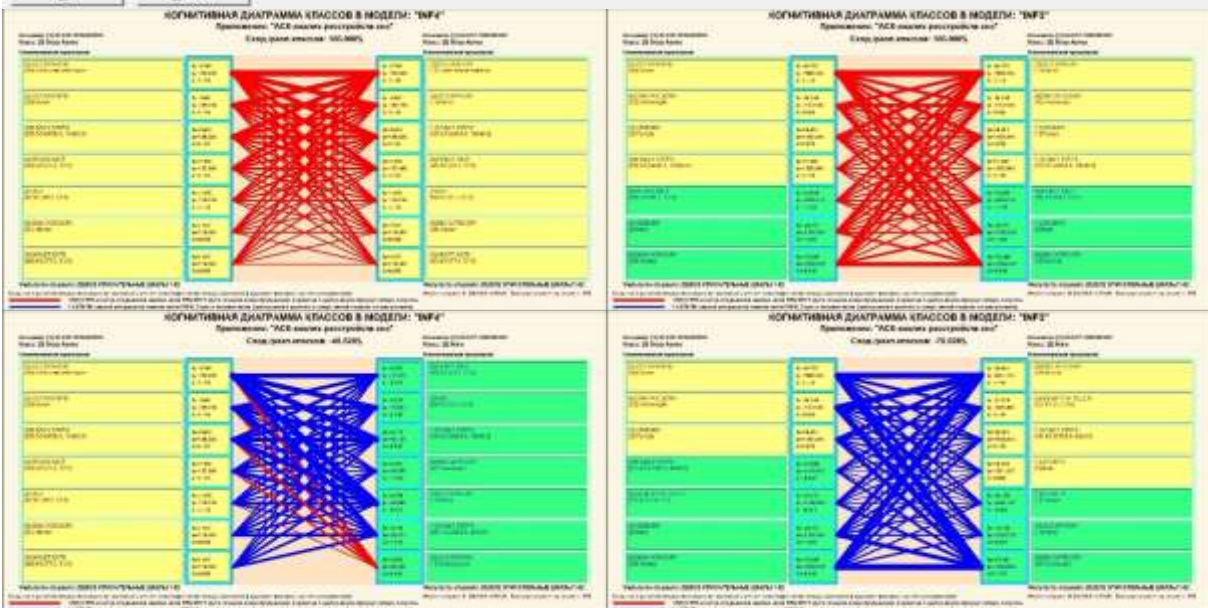
999

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: In4

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа



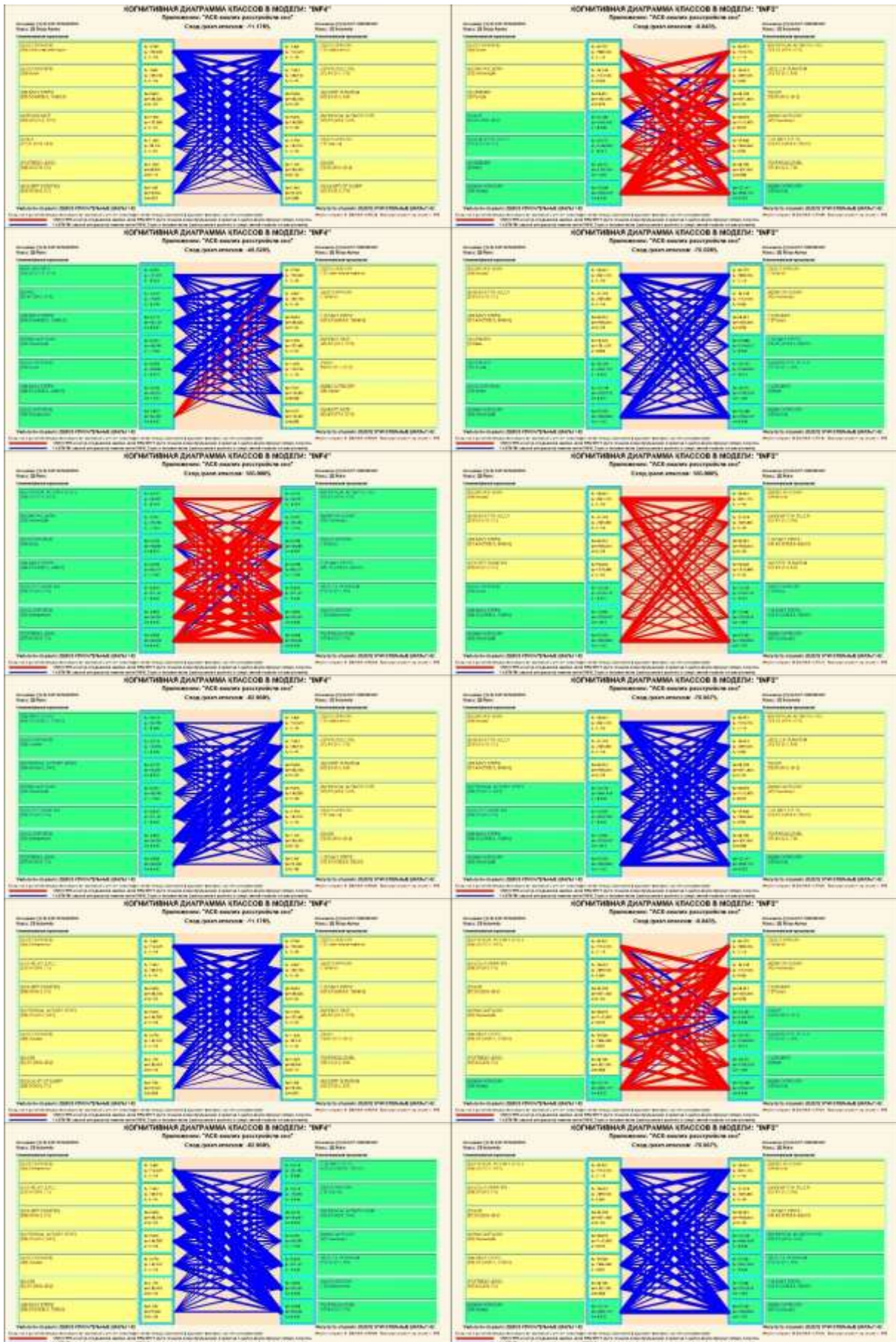




Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF4

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

3.8.8.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

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

3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в 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

Задать 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	GENDER-Female
2	GENDER-Male
3	AGE-1/5-(27.000000, 33.400000)
4	AGE-2/5-(33.400000, 39.800000)
5	AGE-3/5-(39.800000, 46.200000)
6	AGE-4/5-(46.200000, 52.600000)

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

Выбор способа фильтрации классов в информационных портретах когнитивной диаграммы

Задать 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	3
1	SLEEP DISORDER	1	3

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

Задать модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм

Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Задать макс количество отображаемых связей: 99999

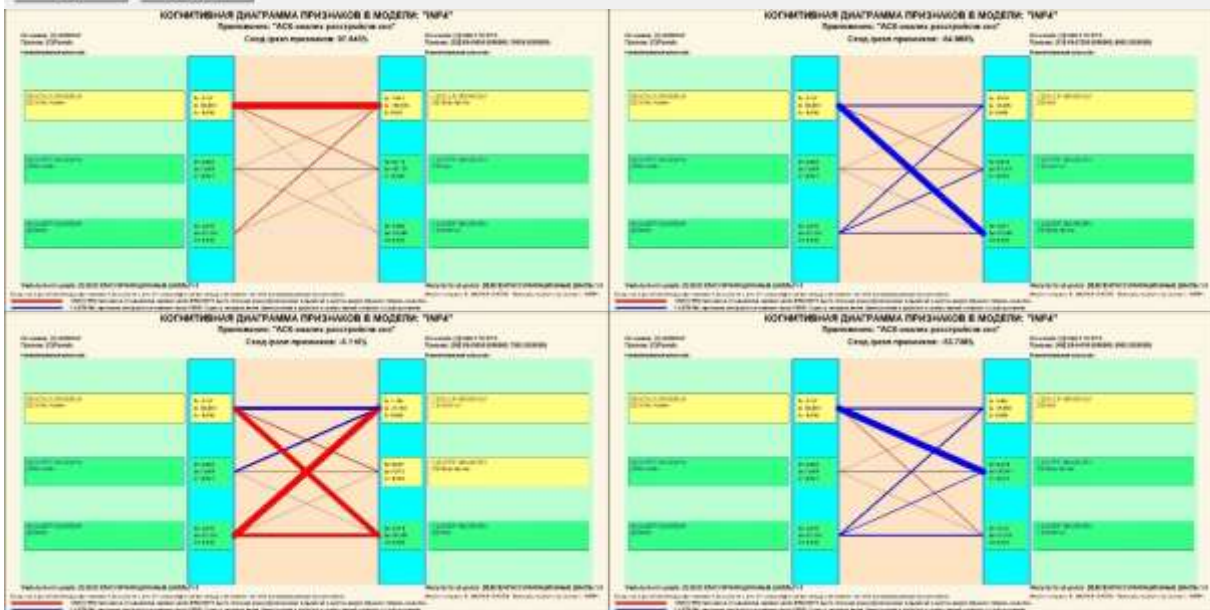
В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

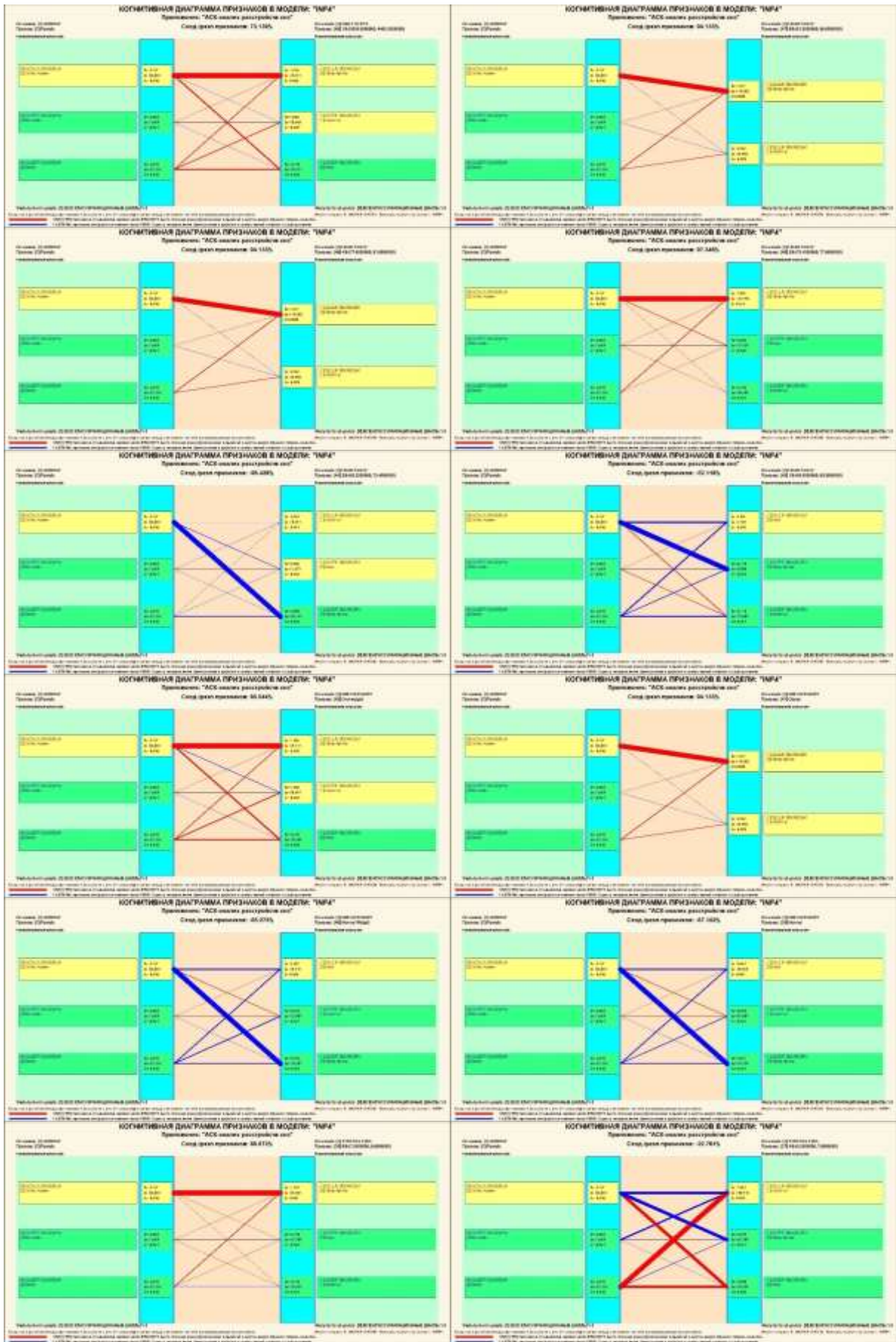
Признак для левого инф. портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
 Признак для правого инф. портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
 Классиф. шкала для левого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
 Классиф. шкала для правого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
 Модели, заданные для расчета: Abs, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7

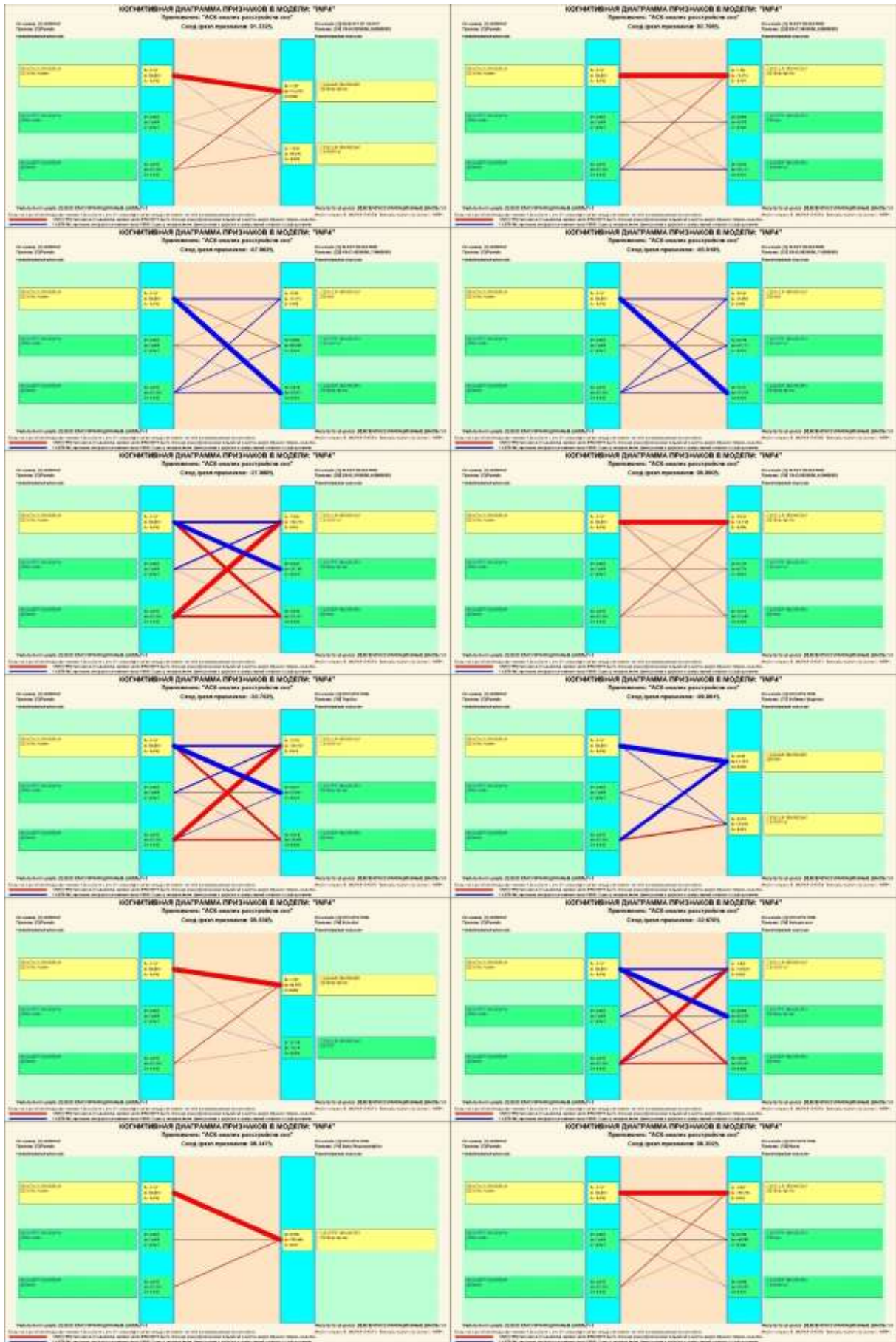
Задать режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа

OK Cancel







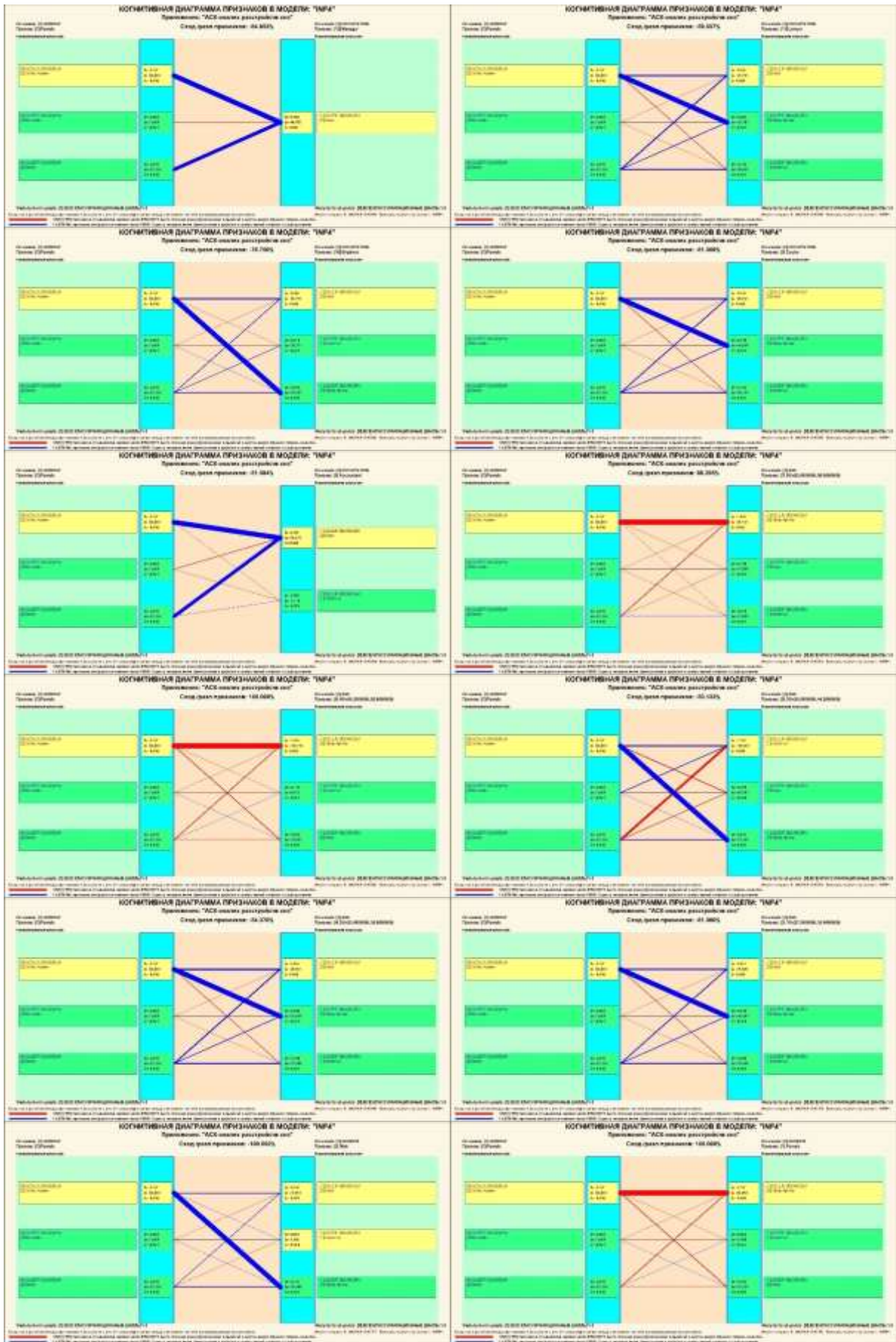


Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF4 (фрагмент)

Всего системой в данной модели генерируется $52^2=2704$ подобных диаграмм содержательного сравнения значений факторов по их смыслу, т.е. по влиянию на объект моделирования. В данной работе все они приводятся. Пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №393 и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.

3.8.9. Когнитивные функции

3.8.9.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

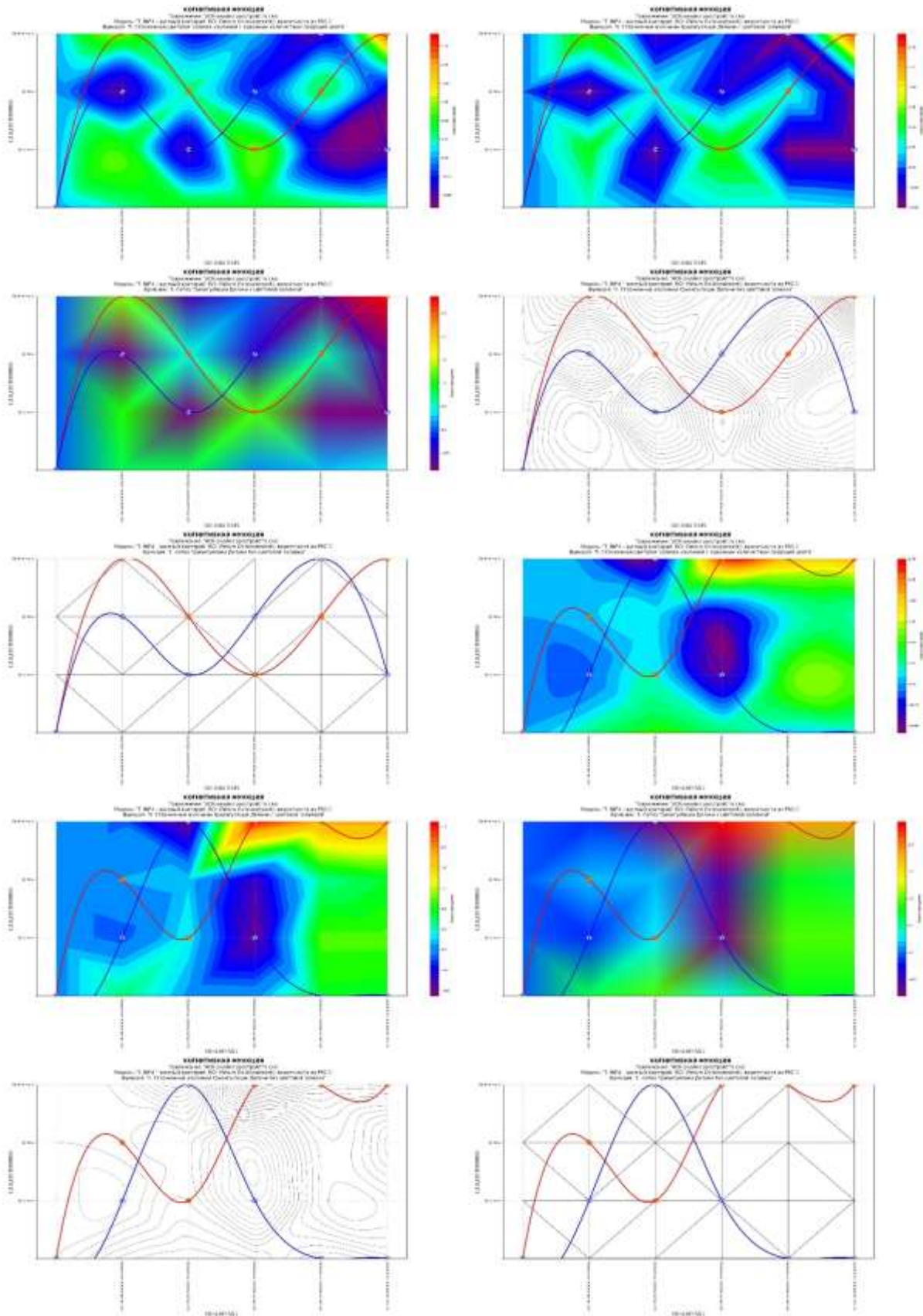
В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Первая экранная форма данного режима представляет собой краткий хелп, поясняющий смысл понятия «Когнитивная функция», а также позволяющий выйти на экранную форму системы «Эйдос» с действующими гиперссылками на работы по когнитивным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

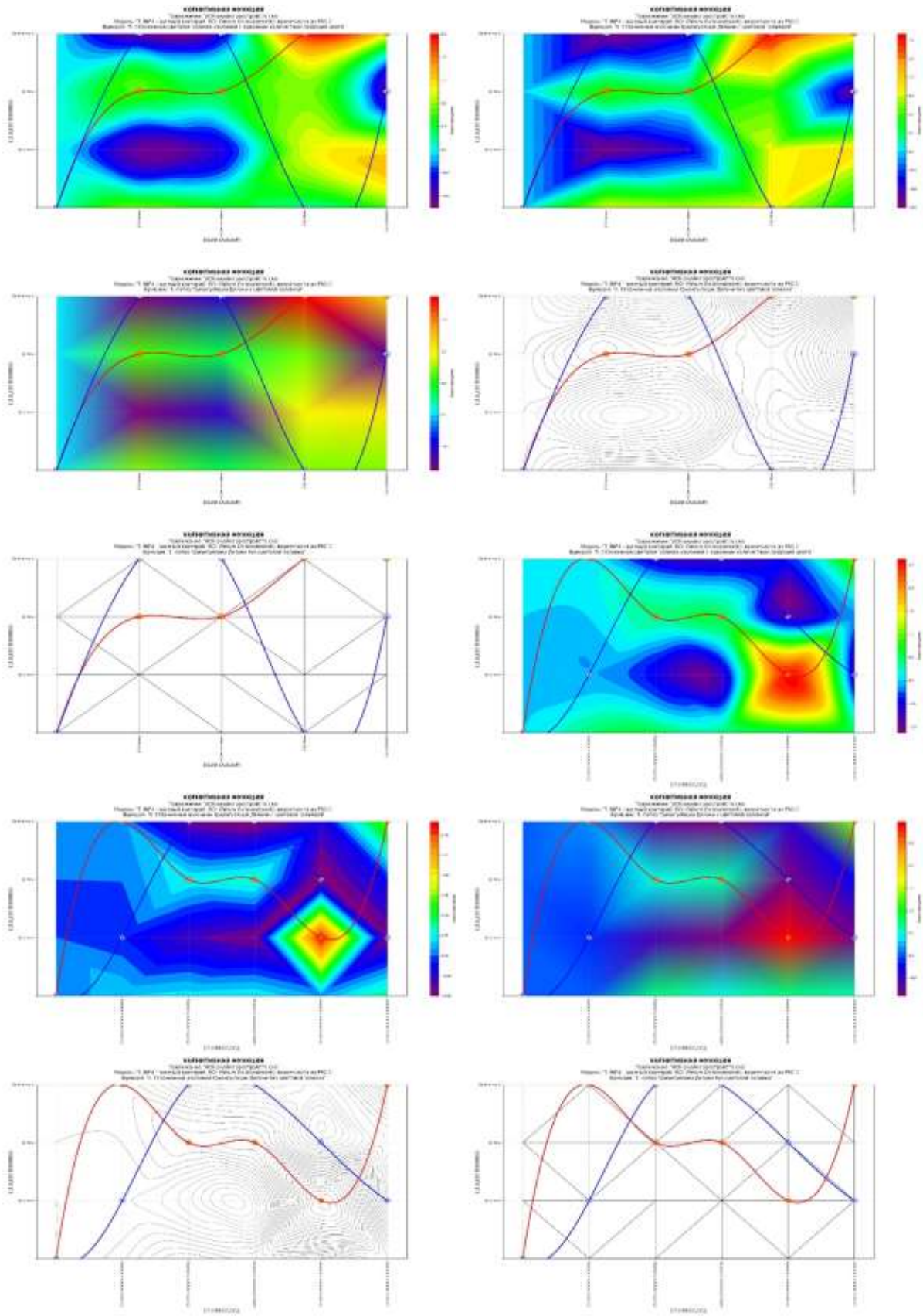
Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это *феноменологические* модели, отражающие *эмпирические* закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают *механизма детерминации*, а только сам факт и характер детерминации [17, 23, 24]. Содержательное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

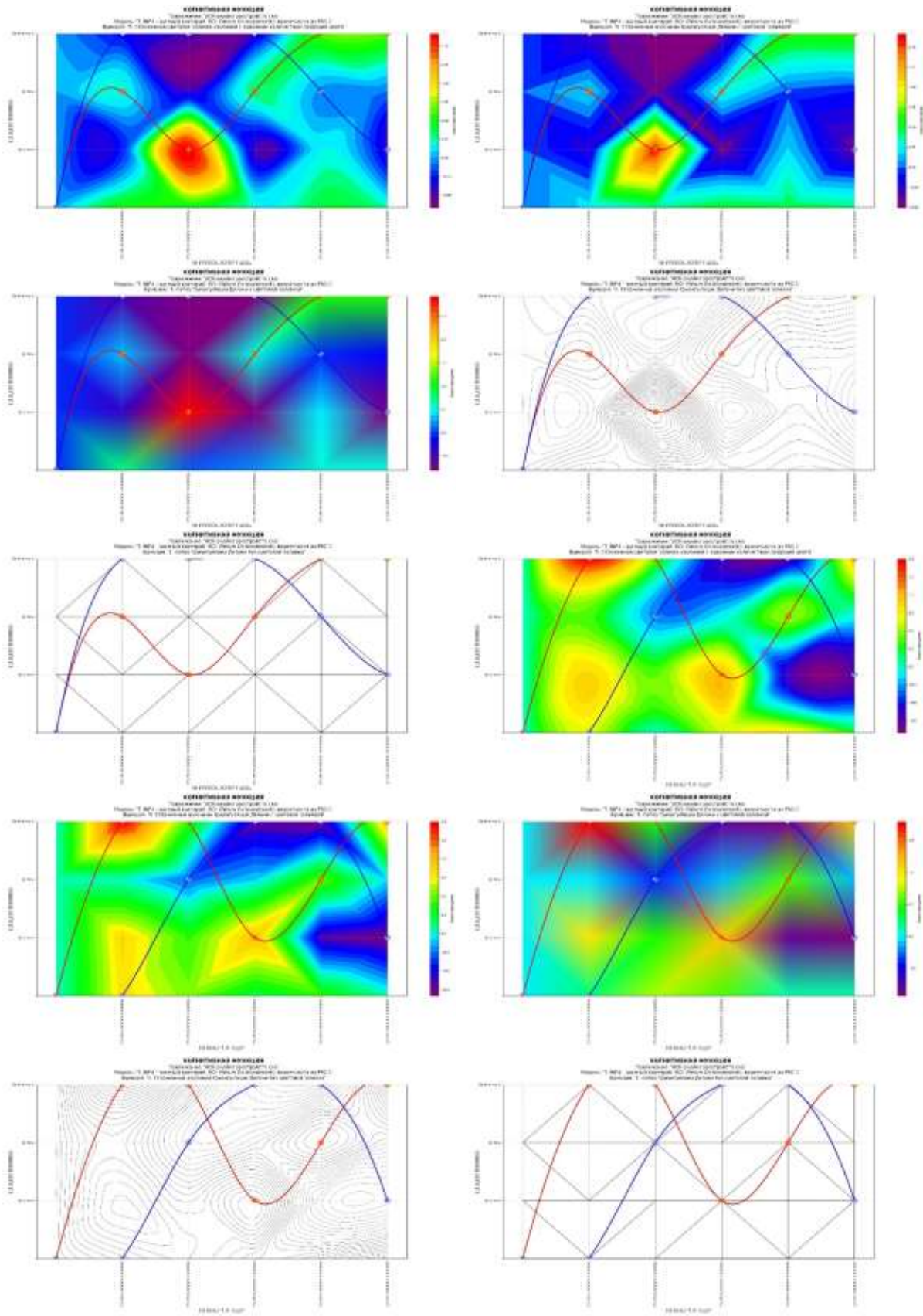
3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе

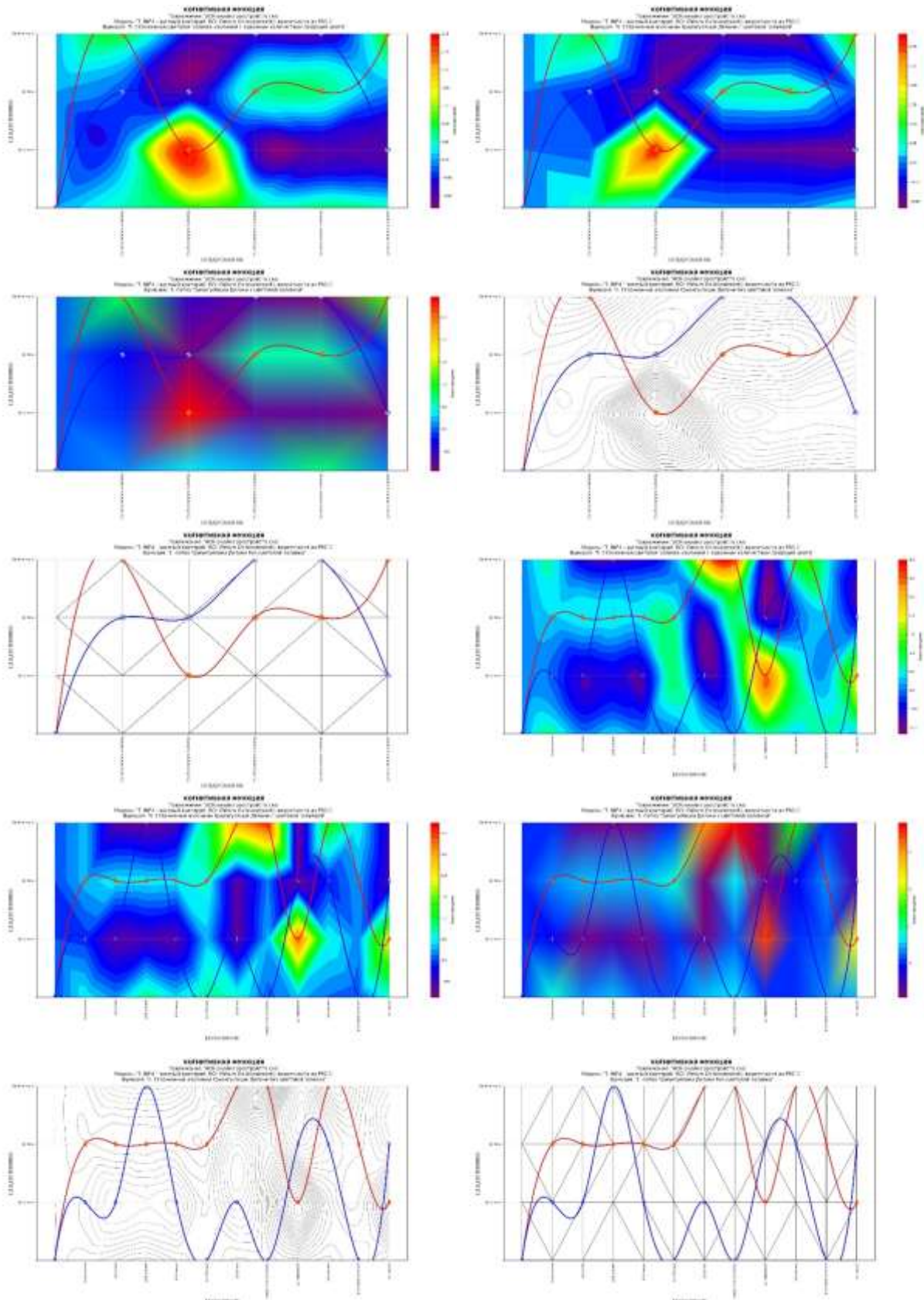
В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Количество когнитивных функций равно количеству сочетаний описательных и классификационных шкал.











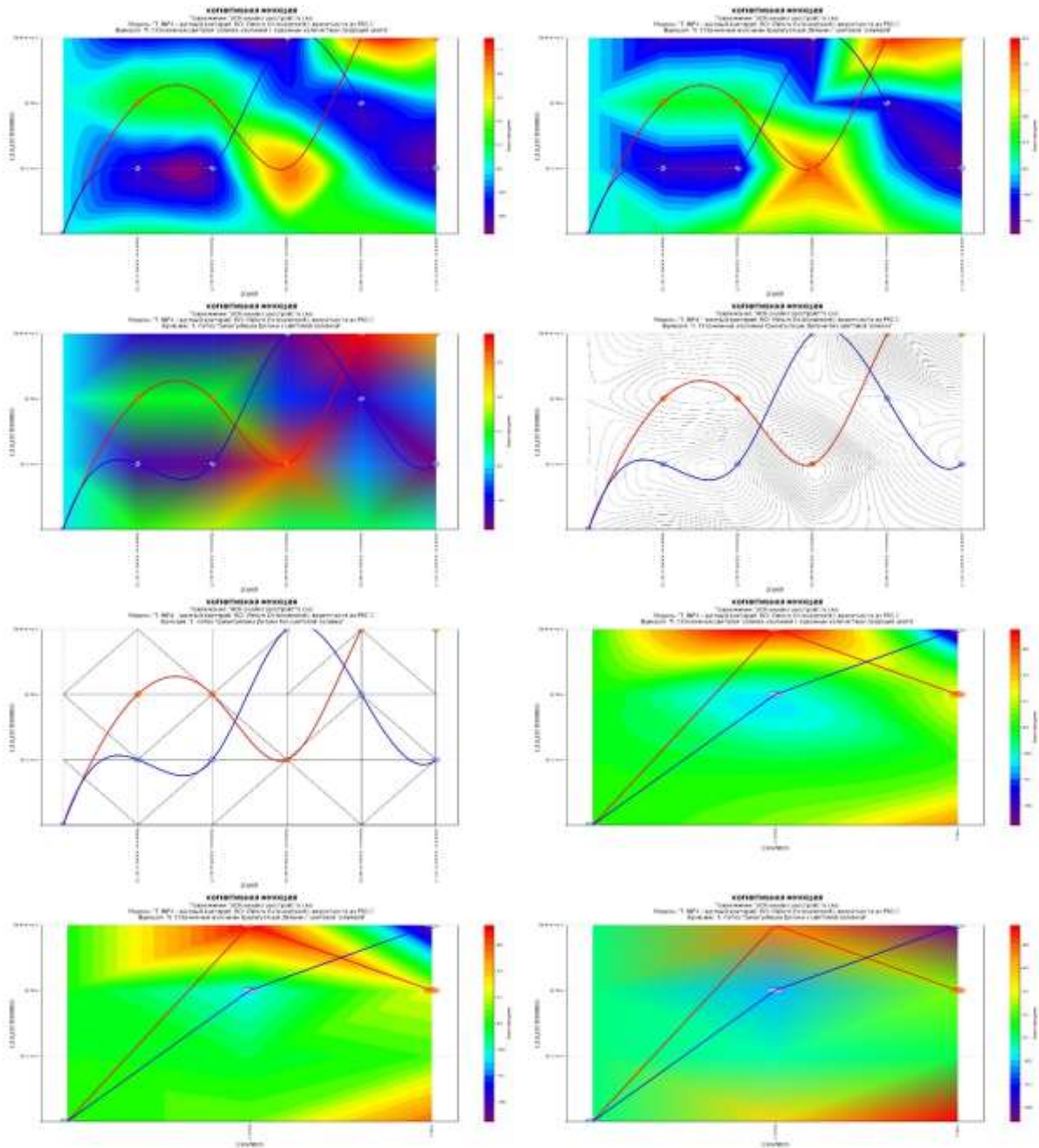


Рисунок 36. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF4 (фрагмент)

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

3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций

3.8.10.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

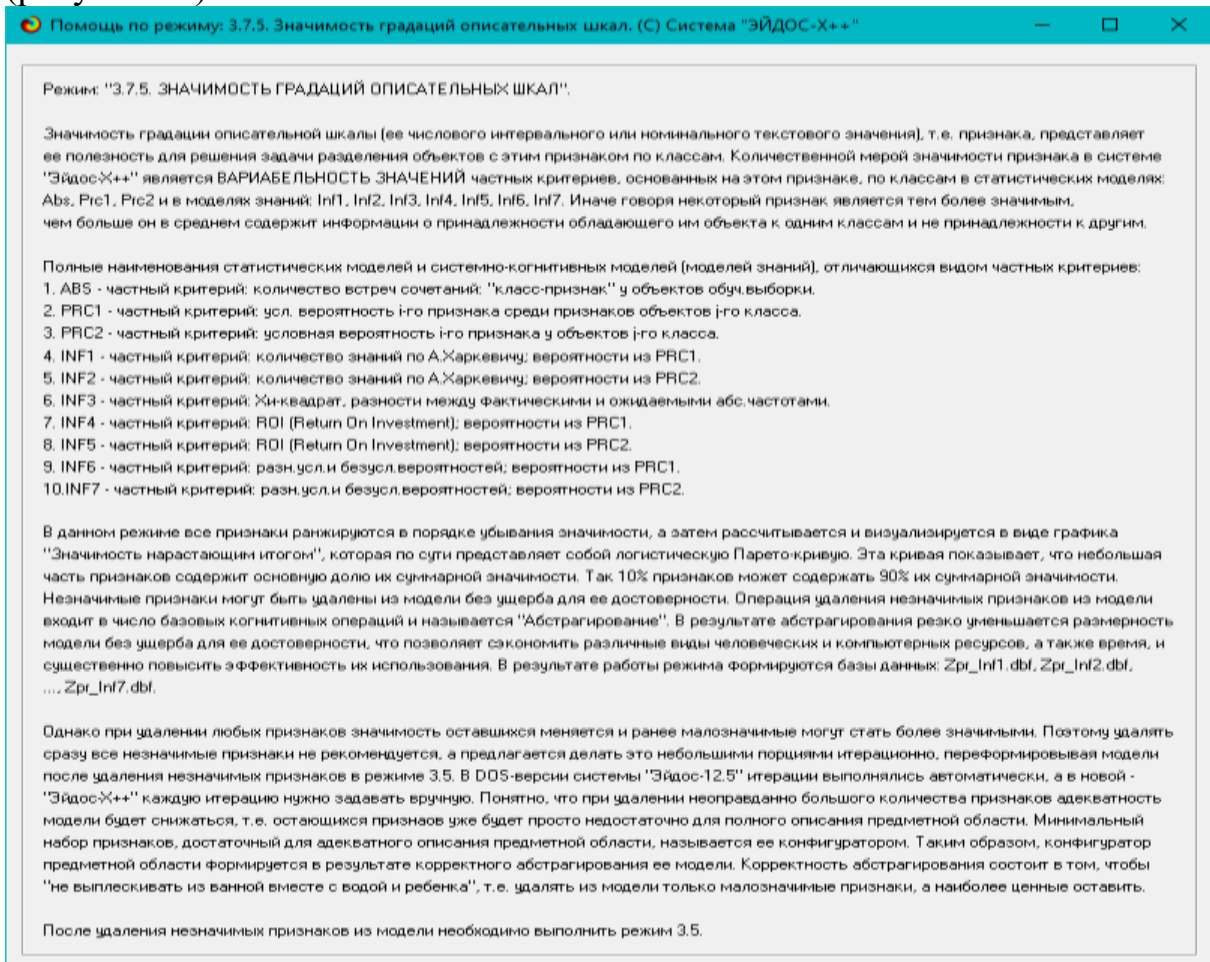


Рисунок 37. Help режима 3.7.5, поясняющий смысл значимости градаций описательных шкал

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

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

3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 38 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4:

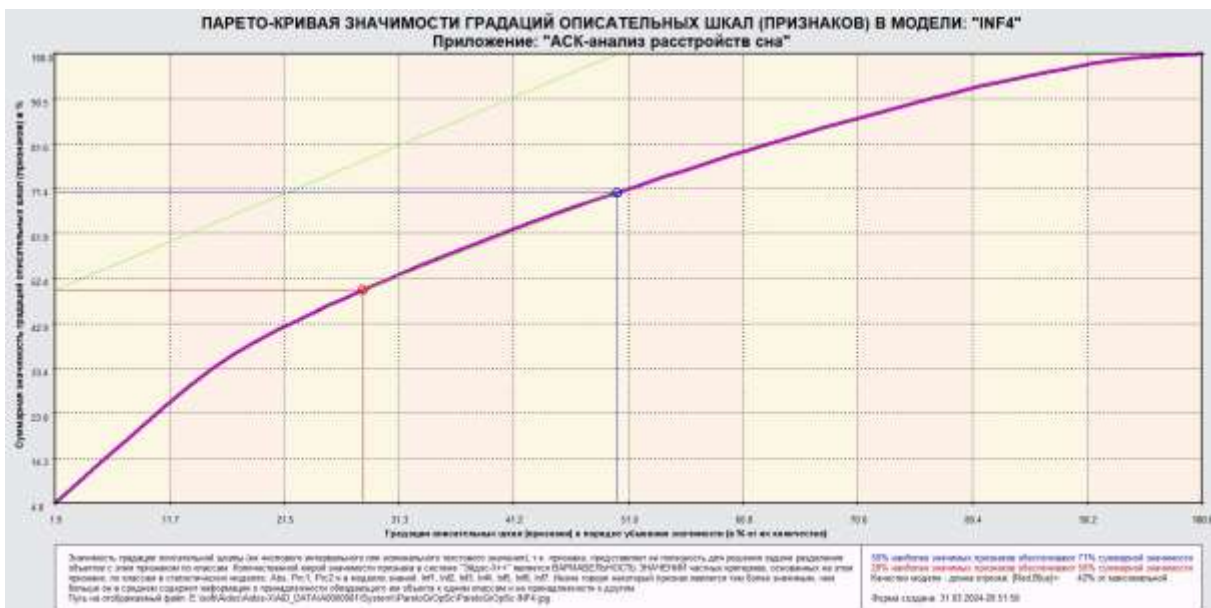


Рисунок 38. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4

Из рисунка 38 видно, что 50% наиболее ценных значений факторов обеспечивает 78% суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 50% суммарного влияния. На рисунке 39 система «Эйдос» привела рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей. Кроме того на этом рисунке приведены имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в разных моделях.

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

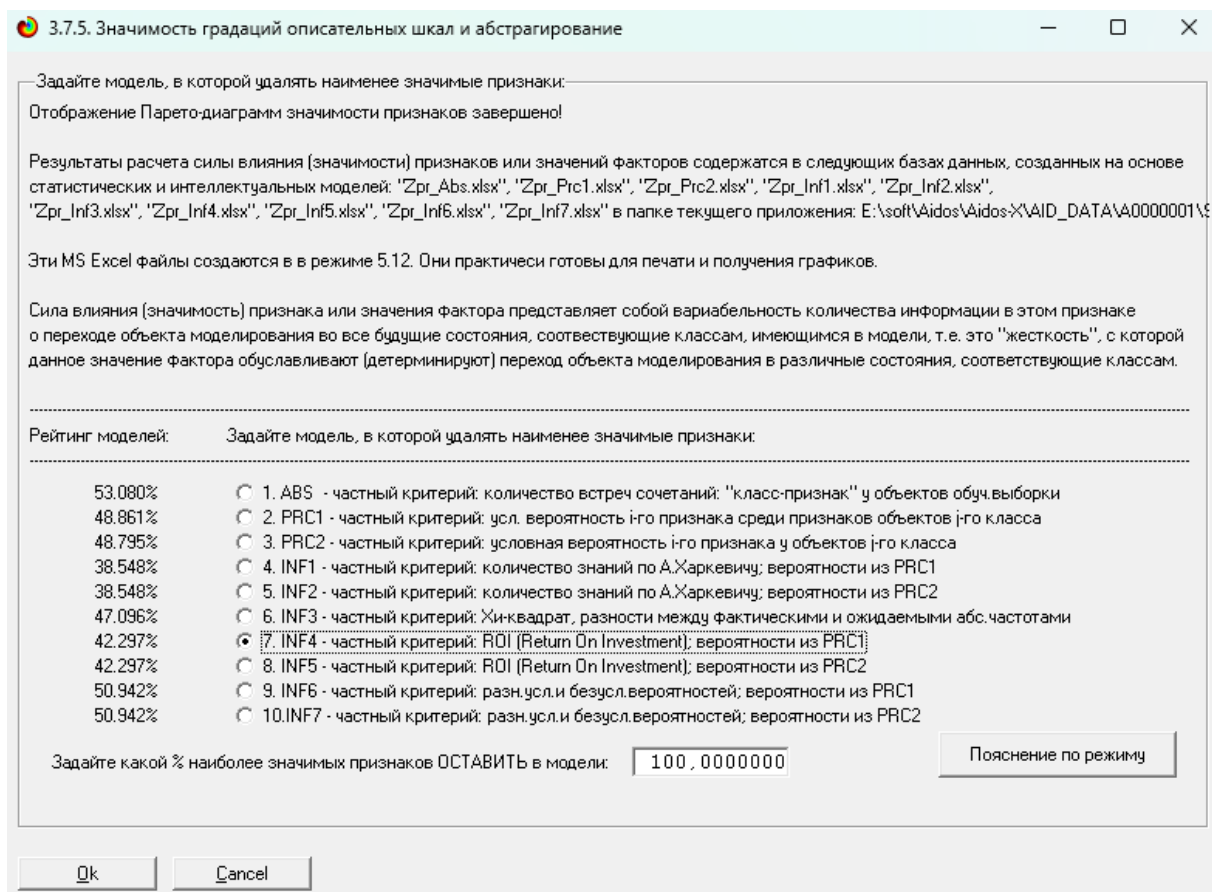


Рисунок 39. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей и имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в этих моделях

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

NUM	NUM_PRC	KOD_A TR	NAME_ATR	KOD_O PSC	ZNACH _ATR	ZN_ATRN IT	ZNACH _PRC	ZN_PR CNIT
1	1,9230 769	15	OCCUPATION-Salesperson	3	2,4673 994	2,467399 4	4,8012 786	4,8012 786
2	3,8461 538	13	OCCUPATION-Nurse	3	2,1948 594	4,662258 8	4,2709 468	9,0722 253
3	5,7692 308	14	OCCUPATION-Sales Representative	3	2,1909 726	6,853231 4	4,2633 835	13,335 6088
4	7,6923 077	30	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL-2/5-{42.0000000, 54.0000000}	6	2,1355 104	8,988741 8	4,1554 603	17,491 0692
5	9,6153 846	20	SLEEP DURATION-2/5-{6.3400000, 6.8800000}	4	2,1180 833	11,10682 51	4,1215 492	21,612 6184
6	11,538 4615	37	STRESS LEVEL-4/5-{6.0000000, 7.0000000}	7	2,1170 718	13,22389 69	4,1195 809	25,732 1993
7	13,461 5385	52	DAILY STEPS-5/5-{8600.0000000, 10000.0000000}	10	2,1102 511	15,33414 80	4,1063 086	29,838 5079
8	15,384 6154	45	HEART RATE-3/5-{73.4000000, 77.6000000}	9	1,7953 663	17,12951 43	3,4935 786	33,332 0865
9	17,307	18	OCCUPATION-Teacher	3	1,6442	18,77374	3,1994	36,531

	6923				354	97	951	5816
10	19,230 7692	5	AGE-3/5-{39.8000000, 46.2000000}	2	1,3518 309	20,12558 06	2,6305 092	39,162 0908
11	21,153 8462	6	AGE-4/5-{46.2000000, 52.6000000}	2	1,3512 246	21,47680 52	2,6293 294	41,791 4202
12	23,076 9231	7	AGE-5/5-{52.6000000, 59.0000000}	2	1,2061 530	22,68295 82	2,3470 366	44,138 4567
13	25,000 0000	48	DAILY STEPS-1/5- {3000.0000000, 4400.0000000}	10	1,1200 838	23,80304 20	2,1795 557	46,318 0124
14	26,923 0769	38	STRESS LEVEL-5/5- {7.0000000, 8.0000000}	7	1,0936 271	24,89666 91	2,1280 739	48,446 0864
15	28,846 1538	42	BMI CATEGORY- Overweight	8	1,0876 627	25,98433 18	2,1164 679	50,562 5543
16	30,769 2308	23	SLEEP DURATION-5/5- {7.9600000, 8.5000000}	4	1,0527 276	27,03705 94	2,0484 882	52,611 0424
17	32,692 3077	28	QUALITY OF SLEEP-5/5- {8.0000000, 9.0000000}	5	1,0527 276	28,08978 70	2,0484 882	54,659 5306
18	34,615 3846	26	QUALITY OF SLEEP-3/5- {6.0000000, 7.0000000}	5	0,9920 774	29,08186 44	1,9304 698	56,590 0004
19	36,538 4615	33	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL- 5/5-{78.0000000, 90.0000000}	6	0,9682 952	30,05015 96	1,8841 923	58,474 1927
20	38,461 5385	41	BMI CATEGORY-Obese	8	0,9384 649	30,98862 45	1,8261 460	60,300 3387
21	40,384 6154	46	HEART RATE-4/5- {77.6000000, 81.8000000}	9	0,9384 649	31,92708 94	1,8261 460	62,126 4846
22	42,307 6923	47	HEART RATE-5/5- {81.8000000, 86.0000000}	9	0,9384 649	32,86555 43	1,8261 460	63,952 6306
23	44,230 7692	24	QUALITY OF SLEEP-1/5- {4.0000000, 5.0000000}	5	0,9014 121	33,76696 64	1,7540 454	65,706 6760
24	46,153 8462	16	OCCUPATION-Scientist	3	0,8521 286	34,61909 50	1,6581 453	67,364 8213
25	48,076 9231	39	BMI CATEGORY-Normal	8	0,8398 708	35,45896 58	1,6342 931	68,999 1144
26	50,000 0000	36	STRESS LEVEL-3/5- {5.0000000, 6.0000000}	7	0,8323 408	36,29130 66	1,6196 405	70,618 7549
27	51,923 0769	22	SLEEP DURATION-4/5- {7.4200000, 7.9600000}	4	0,8257 903	37,11709 69	1,6068 940	72,225 6489
28	53,846 1538	27	QUALITY OF SLEEP-4/5- {7.0000000, 8.0000000}	5	0,8124 680	37,92956 49	1,5809 703	73,806 6192
29	55,769 2308	51	DAILY STEPS-4/5- {7200.0000000, 8600.0000000}	10	0,8047 113	38,73427 62	1,5658 767	75,372 4959
30	57,692 3077	50	DAILY STEPS-3/5- {5800.0000000, 7200.0000000}	10	0,8044 535	39,53872 97	1,5653 750	76,937 8709
31	59,615 3846	10	OCCUPATION-Engineer	3	0,7744 296	40,31315 93	1,5069 519	78,444 8228
32	61,538 4615	9	OCCUPATION-Doctor	3	0,7522 424	41,06540 17	1,4637 782	79,908 6010
33	63,461 5385	31	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL- 3/5-{54.0000000, 66.0000000}	6	0,7419 660	41,80736 77	1,4437 814	81,352 3824

34	65,384 6154	21	SLEEP DURATION-3/5- {6.8800000, 7.4200000}	4	0,7387 971	42,54616 48	1,4376 151	82,789 9976
35	67,307 6923	11	OCCUPATION-Lawyer	3	0,7347 517	43,28091 65	1,4297 432	84,219 7408
36	69,230 7692	4	AGE-2/5- {33.4000000, 39.8000000}	2	0,6689 343	43,94985 08	1,3016 701	85,521 4109
37	71,153 8462	32	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL- 4/5- {66.0000000, 78.0000000}	6	0,6630 745	44,61292 53	1,2902 676	86,811 6784
38	73,076 9231	3	AGE-1/5- {27.0000000, 33.4000000}	2	0,6595 553	45,27248 06	1,2834 196	88,095 0980
39	75,000 0000	49	DAILY STEPS-2/5- {4400.0000000, 5800.0000000}	10	0,6570 829	45,92956 35	1,2786 086	89,373 7066
40	76,923 0769	35	STRESS LEVEL-2/5- {4.0000000, 5.0000000}	7	0,6349 837	46,56454 72	1,2356 061	90,609 3127
41	78,846 1538	19	SLEEP DURATION-1/5- {5.8000000, 6.3400000}	4	0,6199 935	47,18454 07	1,2064 368	91,815 7495
42	80,769 2308	44	HEART RATE-2/5- {69.2000000, 73.4000000}	9	0,6033 065	47,78784 72	1,1739 658	92,989 7153
43	82,692 3077	40	BMI CATEGORY-Normal Weight	8	0,5328 186	48,32066 58	1,0368 044	94,026 5197
44	84,615 3846	1	GENDER-Female	1	0,5198 090	48,84047 48	1,0114 892	95,038 0089
45	86,538 4615	2	GENDER-Male	1	0,5088 078	49,34928 26	0,9900 821	96,028 0910
46	88,461 5385	25	QUALITY OF SLEEP-2/5- {5.0000000, 6.0000000}	5	0,4869 121	49,83619 47	0,9474 756	96,975 5666
47	90,384 6154	29	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL- 1/5- {30.0000000, 42.0000000}	6	0,4676 751	50,30386 98	0,9100 426	97,885 6091
48	92,307 6923	12	OCCUPATION-Manager	3	0,4086 257	50,71249 55	0,7951 391	98,680 7483
49	94,230 7692	8	OCCUPATION-Accountant	3	0,2488 216	50,96131 71	0,4841 785	99,164 9268
50	96,153 8462	43	HEART RATE-1/5- {65.0000000, 69.2000000}	9	0,1516 627	51,11297 98	0,2951 184	99,460 0452
51	98,076 9231	17	OCCUPATION-Software Engineer	3	0,1467 458	51,25972 56	0,2855 506	99,745 5958
52	100,00 00000	34	STRESS LEVEL-1/5- {3.0000000, 4.0000000}	7	0,1307 395	51,39046 51	0,2544 042	100,00 00000

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

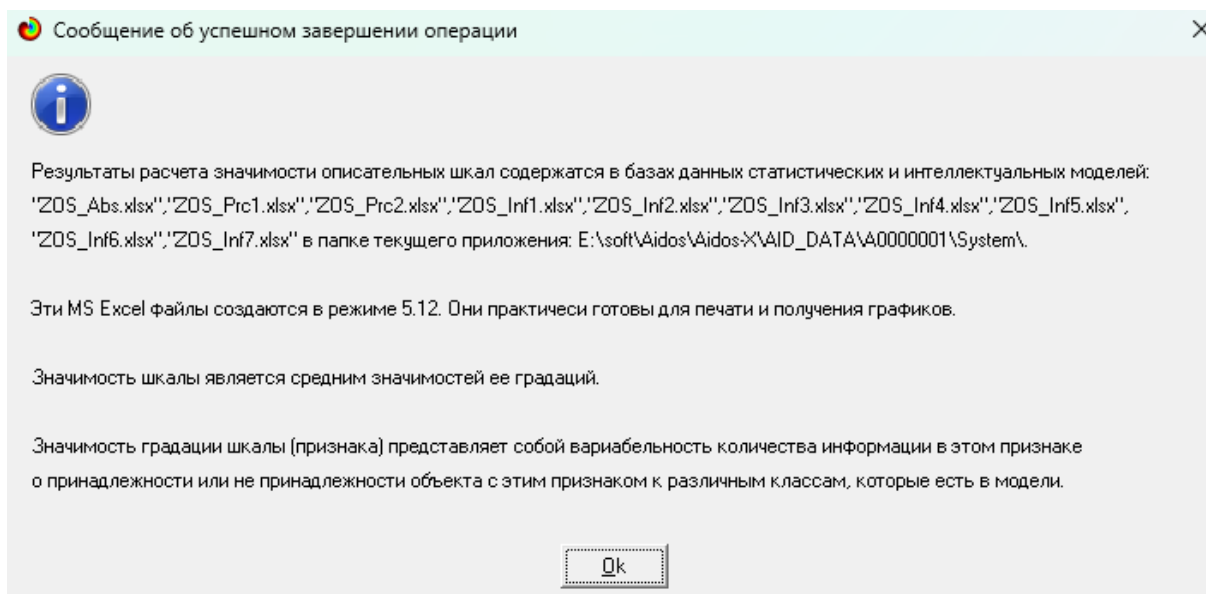


Рисунок 40. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в статистических и системно-когнитивных моделях

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

NUM	NUM_PRC	KOD_OPSC	NAME_OPSC	N_GR_OPSC	KODG_R_MIN	KODG_R_MAX	ZNACH_OS	ZN_OSNI_T	ZNAC_H_PRC	ZN_PR_CNIT
1	10	3	OCCUPATION	11	8	18	1,1286557	1,1286557	12,0041249	12,0041249
2	20	10	DAILY STEPS	5	48	52	1,0993165	2,2279722	11,6920799	23,6962048
3	30	4	SLEEP DURATION	5	19	23	1,0710784	3,2990506	11,3917459	35,0879507
4	40	2	AGE	5	3	7	1,0475396	4,3465902	11,1413926	46,2293433
5	50	6	PHYSICAL ACTIVITY LEVEL	5	29	33	0,9953042	5,3418944	10,5858288	56,8151720
6	60	7	STRESS LEVEL	5	34	38	0,9617526	6,3036470	10,2289816	67,0441536
7	70	9	HEART RATE	5	43	47	0,8854531	7,1891001	9,4174775	76,4616311
8	80	8	BMI CATEGORY	4	39	42	0,8497043	8,0388044	9,0372614	85,4988925
9	90	5	QUALITY OF SLEEP	5	24	28	0,8491194	8,8879238	9,0310405	94,5299330
10	100	1	GENDER	2	1	2	0,5143084	9,4022322	5,4700670	100,000000

Из таблицы 17 видно, что примерно 12% суммарного влияния на поведение объекта моделирования обусловлено профессией. Так же сопоставимое влияние оказывает качества сна, порядка 12%. Остальные факторы оказывают немного меньшее влияние порядка 5-10%.

3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

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

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

3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунках 42 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:



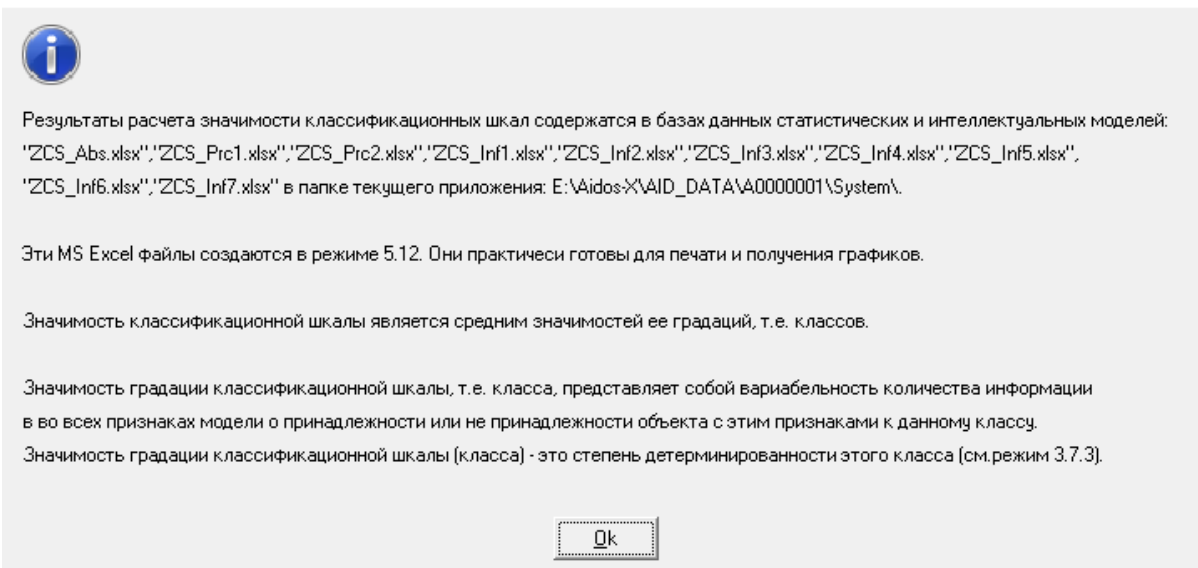


Рисунок 41. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

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

Из таблицы 18 видно, какую долю от суммарной степени детерминированности всех классов имеет каждый класс. Степень обусловленности значениями факторов разных будущих состояний объекта моделирования, соответствующие классам, довольно существенно отличается друг от друга.

Таблица 18 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF4

NUM	NUM_PRC	KOD_CLSC	NAM_E_CLS_C	N_GR_CLSC	KODG_R_MIN	KODG_R_MAX	ZNACH_CS	ZN_CSNI_T	ZNAC_H_PRC	ZN_PR_CNIT
1	100,000000	1	SLEEP DISORDER	3	1	3	124,6666667	124,6666667	100	100

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

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

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

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

Применение АСК-анализа и системы «Эйдос» весьма существенно расширяет возможности решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований.

Достижением данной работы является:

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

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

В качестве перспективы продолжения исследований можно было бы рекомендовать существенно увеличить объем исходных данных, количество исследуемых факторов, а также количество классификационных шкал и их градаций (классов) для описания будущих состояний объекта моделирования.

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

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

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

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

Для этого надо скачать систему с сайта разработчика по ссылке на странице: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №393. 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.

5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)

В условиях современного мира здоровье сна человека является очень важным фактором. Среда, в которой проживает большинство населения является сильным стрессовым фактором. Так как сон в значительной мере оказывает влияние на общее состояние человека, в связи своей восстановительной функции его можно считать одним из ключевых факторов, повышение качество которого помогает людям вести здоровой образ жизни. Поэтому анализу и определение факторов, влияющих на его качество, является важной задачей. И именно этому анализу посвящена данная работа.

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 *когнитивной агрономии* [48, 49].

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

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.

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 OIGYVB.

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^о 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

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^о по когнитивным функциям: 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. Монографии по АСК-анализу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746370

26. Некоторые учебники и учебные пособия проф.Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746372.

27. Свидетельства Роспатента на систему «Эйдос» и ее подсистемы: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746371.

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

29. Работы по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm .
30. Работы по АСК-анализу изображений: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_images.htm
31. Работы по АСК-анализу текстов: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_texts.htm
32. Работы по когнитивным функциям: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm
33. Работы по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_identification_presentation_and_use_of_knowledge.htm
34. Работы по экологии, климатологии и изучению влияния космической среды на различные глобальные процессы на Земле: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_study_of_the_influence_of_the_space_environment_on_various_processes_on_Earth.htm
35. Работы по современным информационно-коммуникационным технологиям в научно-исследовательской деятельности и образовании: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Information_and_communication_technologies_in_research activities and education.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/Information_and_communication_technologies_in_research_activities_and_education.htm)
36. Работы по виртуальной реальности: http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual_reality_publications.htm
37. Работы по когнитивной ветеринарии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Publications_on_cognitive_veterinary_medicine.htm
38. Работы по когнитивной агрономии и когнитивной ампелографии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_agronomy.htm
39. Работы по тематике, связанной с АПК: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm
40. Работы по наукометрии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_scientometrics.htm
41. Работы о высших формах сознания, перспективах человека, технологии и общества: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_higher_forms_of_consciousness.htm
42. Работы по разработке и применению профессиограмм и тестов (психологических, профориентационных, медицинских и ветеринарных): http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_development_and_application_tests.htm
43. Работы по сценарному автоматизированному системно-когнитивному анализу (сценарный АСК-анализ): http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_Scenario_ASC-analysis.htm
44. MVP-проект «Внедрение технологий АСК-анализа и системы «Эйдос» для решения задач АПК»: <http://lc.kubagro.ru/aidos/MVP-projects.htm>
45. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»: http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf
46. Ссылки на видео-занятия и проф.Е.В.Луценко в Пермском национальном университете: <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/w3y-2ir-ukd-bqn> (2021), <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/3kc-n8a-gon-tjz> (2022), в Кубанском государственном университете и Кубанском государственном аграрном университете: <https://disk.yandex.ru/d/knISAD5qzV83Ng?w=1>
47. Луценко, Е. В. Революция начала XXI века в искусственном интеллекте: глубинные механизмы и перспективы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин. – Краснодар:

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – 394 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.17056.56321. – EDN OMIPII.

48. Луценко Е.В. Системы искусственного интеллекта как системы автоматизации процесса научного познания и удвоение номенклатуры научных специальностей путем применения этих систем для исследований в различных направлениях науки / Е.В. Луценко, Н.С. Головин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2024. – №01(195). С. 74 – 111. – IDA [article ID]: 1952401009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2024/01/pdf/09.pdf>, 2,375 у.п.л.