

**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

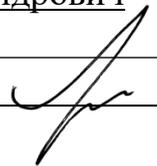
на тему: «АСК-анализ основных боевых танков по их техническим
характеристикам, поколению и стране производства»

Выполнил студент группы: ИТ2342 Мотылец Александр Александрович

Допущен к защите _____

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

(подпись, расшифровка подписи)



Защищен _____

(дата)

Оценка отлично

Краснодар
2025

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

Факультет прикладной информатики

РЕЦЕНЗИЯ
на курсовую работу

Студента Мотылец Александра Александровича
курса 2 очной формы обучения группы ИТ2342
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства»

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

Оценка качества выполнения курсовой работы

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

Достоинства работы _____

Недостатки работы _____

Итоговая оценка при защите _____ отлично

Рецензент _____ (Е. В. Луценко)

« » февраля 2025 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит 86 страниц, 40 рисунков, 18 таблиц, 49 используемых источников.

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

Целью работы является проведение автоматизированного системно-когнитивного анализа основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства.

Для достижения поставленной цели необходимо провести анализ методов формирования обобщенных образов классов и решения задач идентификации конкретных объектов с классами принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования модели.

УДК 004.8

5.2.2. Математические, статистические и инструментальные методы в экономике

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ БОЕВЫХ ТАНКОВ ПО ИХ ТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ, ПОКОЛЕНИЮ И СТРАНЕ ПРОИЗВОДСТВА

Мотылец Александр Александрович
студент факультета ПИИ, группы ИТ2342
thekresh1@gmail.com

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

Целью данной работы является изучение силы и направления влияния названий основных боевых танков на их технические характеристики, поколение, численность производства и происхождение. Достижение данной цели представляет большой научный и практический интерес как для военнослужащих, а так и для учёных. Военнослужащим это позволяет установить сходства между различными основными боевыми танками, а учёным выбирать оптимальные характеристики. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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

UDC 004.8 UDC 004.8

5.2.2. Mathematical, statistical and instrumental methods in economics

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF MAIN BATTLE TANKS BY THEIR TECHNICAL CHARACTERISTICS, GENERATION AND COUNTRY OF MANUFACTURE

Motylets Aleksandr Aleksandrovich
student of the faculty of Applied Informatics, IT2342
thekresh1@gmail.com

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

The aim of this work is to study the strength and the direction of the influence of names of main battle tanks on their specifications, generation, production numbers and origin country. Achieving this goal is of great scientific and practical interest for military servicemen and scientists. This allows military servicemen to detect similarities between various main battle tanks, and scientists to choose optimal technical specs. To achieve this goal, we use automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and its software tool which is the intelligent system called "Eidos".

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)	6
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	6
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ	6
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ	6
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	7
2. METHODS (МЕТОДЫ)	7
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	7
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ	7
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	8
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА	9
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ	16
3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)	19
3.1. Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций	19
3.2. Задача-2. Формализация предметной области	20
3.3. Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей. Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний	27
3.4. Задача-4. Верификация моделей	37
3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели	40
3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование	41
3.6.1. <i>Интегральный критерий «Сумма знаний»</i>	42
3.6.2. <i>Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»</i>	43
3.6.3. <i>Важные математические свойства интегральных критериев</i>	44
3.6.4. <i>Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос»</i>	45
3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений	47
3.7.1. <i>Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ</i>	47
3.7.2. <i>Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»</i>	49
3.8. Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели	53
3.8.1. <i>Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)</i>	53
3.8.2. <i>Кластерно-конструктивный анализ классов</i>	54
3.8.3. <i>Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал</i>	57
3.8.4. <i>Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны</i>	67
3.8.5. <i>Нелокальная нейронная сеть</i>	69
3.8.6. <i>3D-интегральные когнитивные карты</i>	71
3.8.7. <i>2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)</i>	72
3.8.8. <i>2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)</i>	75
3.8.9. <i>Когнитивные функции</i>	77
3.8.10. <i>Значимость описательных шкал и их градаций</i>	80
3.8.11. <i>Степень детерминированности классов и классификационных шкал</i>	85
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)	87
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)	88
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)	89

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

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

В работе решается задача выявления зависимостей характеристик основных боевых танков от их названий. На основе знания этих зависимостей решаются разнообразные задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели (СК-модель).

Достижение данной цели представляет большой научный и практический интерес как для военнослужащих, а так и для ученых. Военнослужащим это позволяет установить сходства между различными основными боевыми танками, а ученым выбирать оптимальные характеристики.

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

В данной статье приводится полный численный пример применения АСК-анализа для исследования зависимостей характеристик основных боевых танков от их названий. Этот численный пример размещен в Эйдос-облаке и может быть установлен и изучен, а также усовершенствован или адаптирован и локализован любым пользователем системы «Эйдос» в мире.

1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования (моделирования) – основной боевой танк.

Предмет исследования – выявление зависимостей характеристик основных боевых танков от их названий.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

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

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

Решение поставленной *проблемы сопоставимости* при выявлении зависимостей характеристик основных боевых танков от их названий в данной работе делает ее **актуальной**.

1.4. Цель работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

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

2. METHODS (МЕТОДЫ)

2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы

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

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

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

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

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

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

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

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предложен проф.Е.В.Луценко в 2002 году в ряде статей 1997-2001 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 688 опубликованных автором научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применениям в ряде предметных областей. На момент написания данной работы автором опубликовано более 40 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получен 33 патента РФ на системы искусственного интеллекта, 360 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и приравненных им (по данным [РИНЦ](#)), 17 публикаций в изданиях, входящих в ядро РИНЦ, 6 статей в журналах, входящих в [WoS](#), 7 публикаций в журналах, входящих в [Скопус](#)³ [5, 6, 7].

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США⁴.

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

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")

кандидатских диссертаций 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;
- Автоматизированный системно-когнитивный анализ текстовых данных;
- Спектральный и контурный автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений;
- Сценарный автоматизированный системно-когнитивный анализ временных и динамических рядов.

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

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

2.4. Система «Эйдос» – инструментарий АСК-анализа

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

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

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

<https://poe.com/>, <https://neural-university.ru/>,
<https://dzen.ru/a/ZCKZRKvr1EMBWOк8>, <https://ora.ai/>,
<https://ora.ai/explore?path=trending>, <https://ora.ai/eugene-lutsenko/aidos>,
<https://rudalle.ru/>, еще очень много отличных нейросетей:
<https://problembo.com/ru/services> (и это здесь может пригодиться - почта на 10 минут: <https://10minutemail.net/>).

Полезные нейросети и приложения для разных сфер:

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

📷 Для фотографов: ; Pallete fm - раскрашивает черно-белые изображения; Relight - меняет светотень на фотографиях; Photogoom - вырезать элементы из фото, поменять фон; LeiaPix - сделает из 2D-фотки 3D.; Nostalgia Photo - улучшает качество старых фото; pfrmaker - генератор аватарок для соцсетей; Picsart - заменяет или удаляет ненужные элементы на фото;

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

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

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

📖 Для школьников и студентов; ; Consensus - база научных статей; ExamCram - превратит сложные учебные материалы в карточки и тесты для самопроверки; MathGPT - решает задачи по математике; editGPT - исправляет ошибки в английском ; Yip - то же самое, но в вебе и с

поддержкой Википедии; ChatVA - делает презентации за тебя; YouTube Summary with ChatGPT - конвертирует видео или лекции в текст; Explain Me Like I'm Five - объясняет сложные научные термины простым языком;

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

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

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

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

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

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

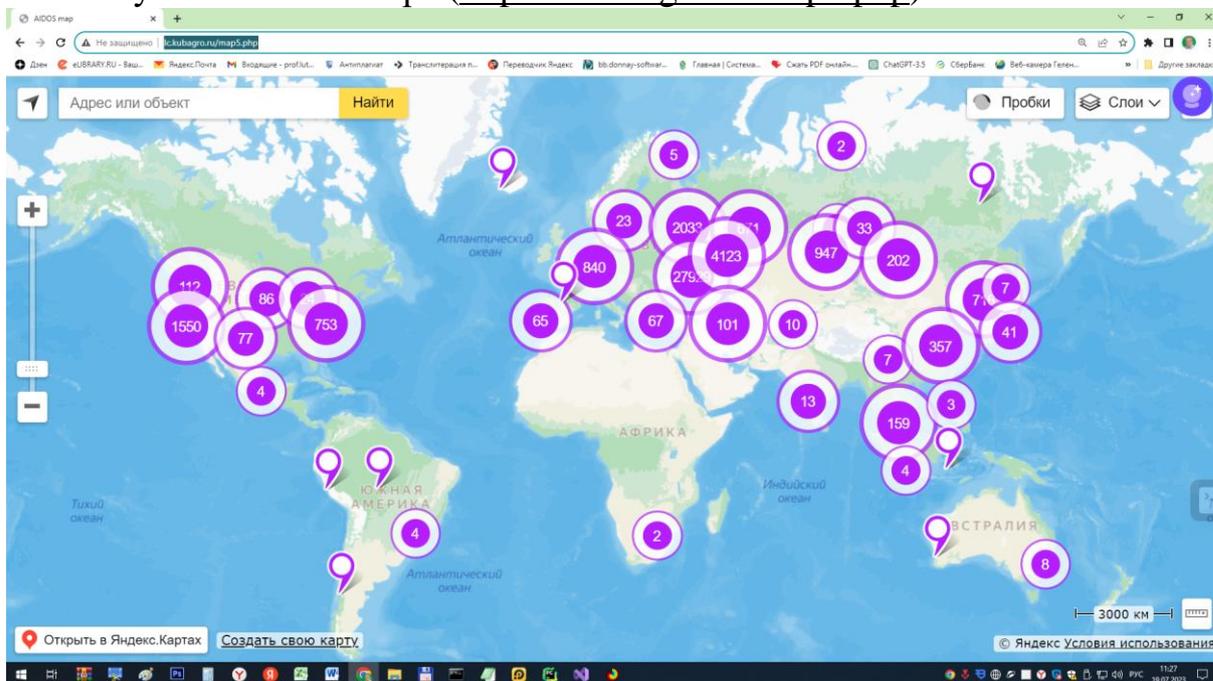
программного обеспечения и на нее имеется 32 свидетельства РосПатента РФ);

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

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

- имеет «нулевой порог входа», содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных интеллектуальных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более **430**, 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);

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



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

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач

в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

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

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

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

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

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

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

В разработке системы «Эйдос» были следующие этапы:

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

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

3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7»: 2012-2020 годы. С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке Аляска-1.9 + Экспресс++ + библиотека для работы с Internet 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»: с 2022 года по настоящее время. С 2022 года автор и разработчик системы «Эйдос» проф.Е.В.Луценко вплотную занялся разработкой профессиональной версии системы «Эйдос» на языке xBase++eXpress++Advantage Database Server (ADS), обеспечивающей обработку больших данных, информации и знаний (Big Data, Big Information, Big Knowledge), а также на языке Питон (Python). Практически все новые режимы системы «Эйдос» и новые реализации старых режимов будут осуществляться на языке Питон.

Скачать и запустить систему «Эйдос-X++» (самую новую на текущий момент версию) или обновление системы до текущей версии. Это наиболее полная на данный момент незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы (не требующая инсталляции) с полными исходными текстами текущей версии (за

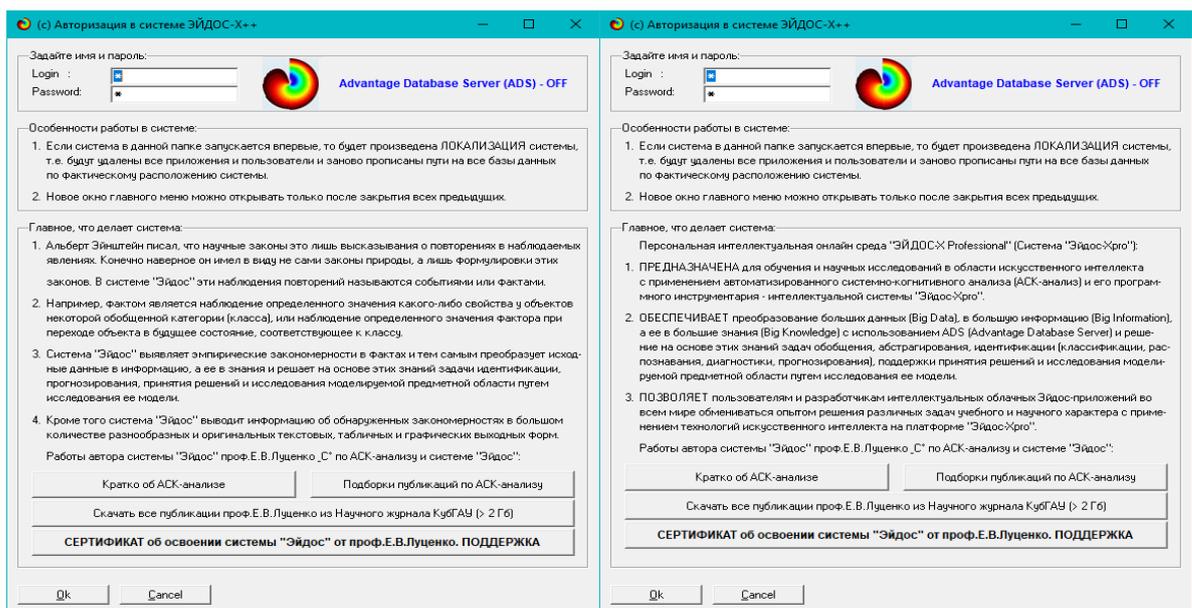
исключением ключей доступа к ftp-серверу системы «Эйдос» и ключей лицензионного программного обеспечения), находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 180 Мб). Обновление имеет объем около 10 Мб. Кредо. Лаборатория в ResearchGate по АСК-анализу и системе «Эйдос».

Задание-инструкция для учащихся по разработке собственного интеллектуального облачного Эйдос-приложения⁷

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



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



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

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

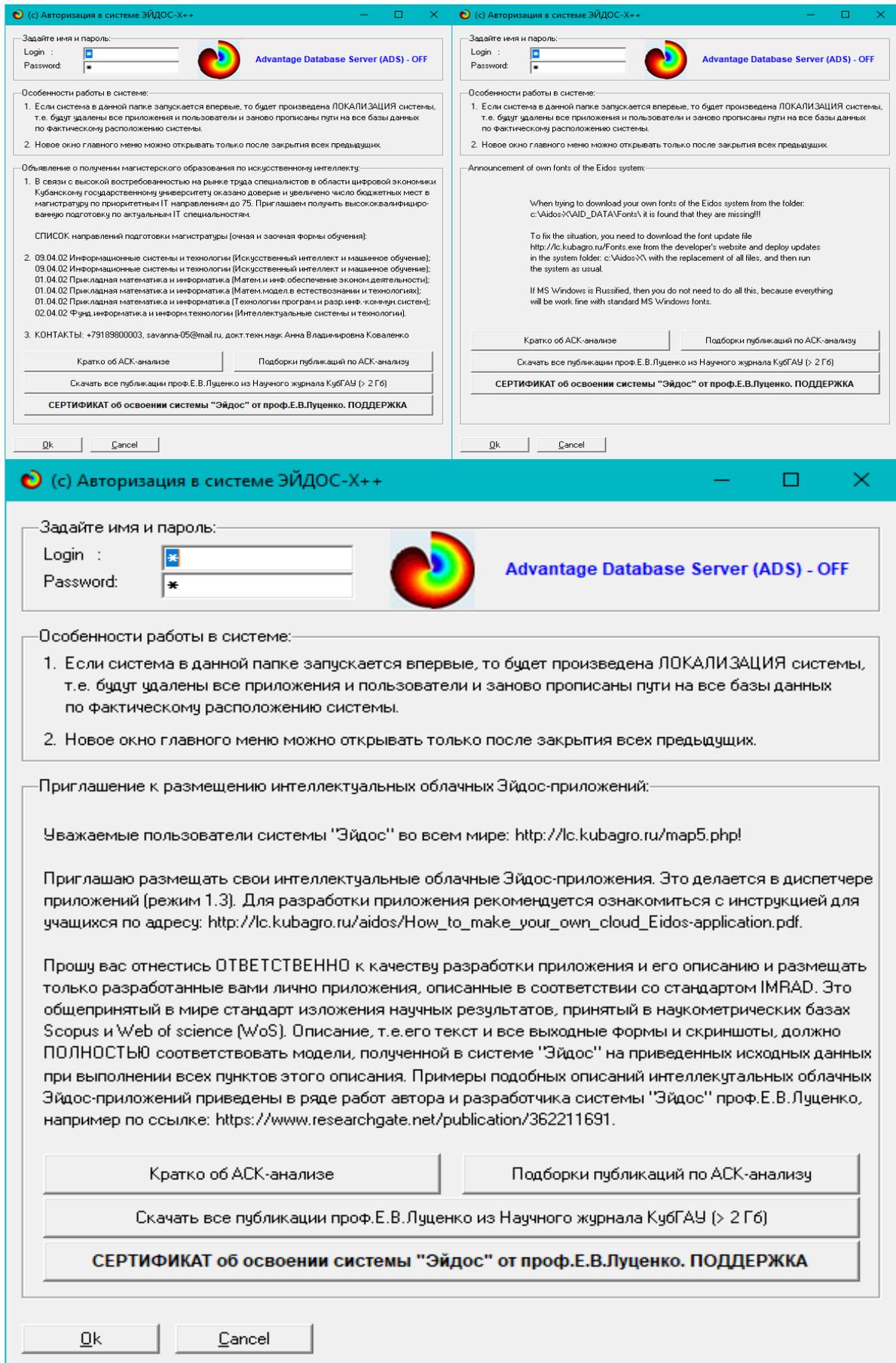


Рисунок 2. Титульные видеogramмы текущей версии системы «Эйдос»

2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

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

Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области.

Задача-2. Формализация предметной области.

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

Задача-4. Верификация моделей.

Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели.

Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование.

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

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

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

8.2) кластерно-конструктивный анализ классов;

8.3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;

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

8.5) нелокальная нейронная сеть;

8.6) 3d-интегральные когнитивные карты;

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

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

8.9) когнитивные функции;

8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

Для данной работы особое значение имеет решение подзадачи 8.1, т.к. она позволяет детально исследовать влияние каждого значения каждого фактора на характеристики основных боевых танков.

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

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

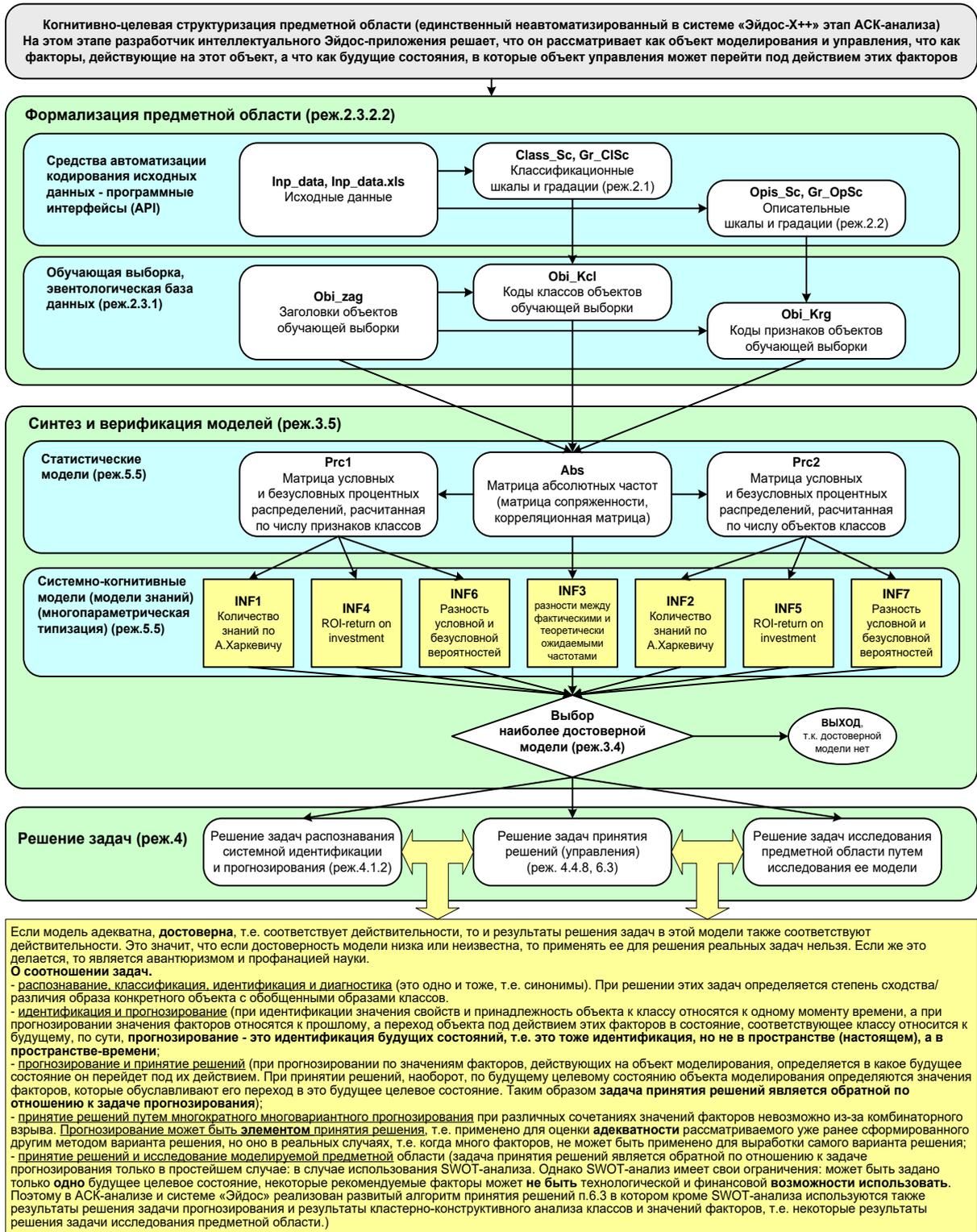


Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос»

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

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

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

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

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

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

Статичная интерпретация и терминология:

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

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

Динамичная интерпретация и терминология:

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

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

Обобщающая терминология:

– классификационные шкалы и градации;

– описательные шкалы и градации.

В данной работе в качестве *объекта моделирования* выступают основные боевые танки, в качестве *факторов* их характеристики (таблица 1),

а в качестве *результатов* действия этих факторов названия основных боевых танков (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК
2	ПОКОЛЕНИЕ
3	БОЕВАЯ МАССА, Т
4	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ
5	ГОД РАЗРАБОТКИ
6	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.
7	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч
8	КАЛИБР ПУШКИ, ММ
9	ВЫПУЩЕНО, ШТ
10	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ
11	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА
12	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ ПТУР
13	ТИП ПУШКИ

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Opis_Sc.xlsx

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	НАЗВАНИЕ

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Class_Sc.xlsx

3.2. Задача-2. Формализация предметной области

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

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

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

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем Excel-таблицы (см. таблицу 3):

Таблица 3 – Таблица исходных данных в стандарте системы «Эйдос» (фрагмент)

Название	Название	Страна-разработчик	Поколение	Боевая масса, т	Экипаж, чел	Год разработки	Мощность двигателя, л.с.	Макс. скорость, км/ч	Калибр пушки, мм	Выпущено, шт	Автомат заряжания	Динамическая защита	Возможность стрельбы ПТУР	Тип пушки
T-64A	T-64A	СССР/Россия	1	38	3	1967	700	60	125	13000	Да	Нет	Да	Гладкоствольная
T-72	T-72	СССР/Россия	1	41	3	1973	780	50	125	600	Да	Нет	Нет	Гладкоствольная
Leopard I	Leopard I	Германия	1	39,6	4	1966	830	62	105	6000	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Chieftain	Chieftain	Великобритания	1	55	4	1966	760	48	120	2265	Нет	Нет	Нет	Нарезная
M60	M60	США	1	46,2	4	1959	750	48	105	15221	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Merkava Mk. I	Merkava Mk. I	Израиль	1	63	4	1978	900	46	105	250	Нет	Нет	Нет	Нарезная
ZTZ-88	ZTZ-88	Китай	1	39,5	4	1988	730	57	105	500	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Type 74	Type 74	Япония	1	38	4	1975	750	53	105	873	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Altay	Altay	Турция	2	60	4	2017	1500	70	120	4	Нет	Нет	Нет	Гладкоствольная
AMX-56 Leclerc	AMX-56 Leclerc	Франция	2	54,6	3	1990	1500	71	120	876	Да	Да	Нет	Гладкоствольная
K1	K1	Южная Корея	2	51	4	1985	1200	65	105	1027	Нет	Нет	Нет	Нарезная
K2 Black Panther	K2 Black Panther	Южная Корея	2	55	3	2014	1500	75	120	170	Да	Да	Да	Гладкоствольная
M1 Abrams	M1 Abrams	США	2	60	4	1980	1500	72	105	3273	Нет	Нет	Нет	Нарезная
M1A1 Abrams	M1A1 Abrams	США	2	61,3	4	1984	1500	69	120	5897	Нет	Нет	Да	Гладкоствольная
M1A2 Abrams	M1A2 Abrams	США	2	62,1	4	1986	1500	67	120	1000	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Arjun	Arjun	Индия	2	58,5	4	2006	1400	70	120	124	Нет	Да	Да	Нарезная
C1 Ariete	C1 Ariete	Италия	2	54	4	1986	1300	65	120	200	Нет	Да	Нет	Гладкоствольная
Leopard 2A4	Leopard 2A4	Германия	2	55,2	4	1985	1500	72	120	2250	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Leopard 2A5	Leopard 2A5	Германия	2	62	4	1995	1500	72	120	850	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Leopard 2A6	Leopard 2A6	Германия	2	63	4	2006	1500	72	120	880	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Merkava Mk. IV	Merkava Mk. IV	Израиль	2	65	4	2004	1500	64	120	500	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Type 10	Type 10	Япония	2	44	3	2010	1200	70	120	76	Да	Нет	Да	Гладкоствольная
Type 90	Type 90	Япония	2	50,2	3	1990	1500	70	120	341	Да	Нет	Нет	Гладкоствольная
T-84БМ "Оплот"	T-84БМ "Оплот"	Украина	2	51	3	2008	1200	70	125	50	Да	Да	Да	Гладкоствольная
Seon'gun-915	Seon'gun-915	КНДР	2	44	3	2009	1200	70	125	200	Да	Да	Да	Гладкоствольная
ZTZ-96	ZTZ-96	Китай	2	42,5	3	1997	1000	65	125	2400	Да	Да	Да	Гладкоствольная
ZTZ-99	ZTZ-99	Китай	2	54	3	2000	1500	80	125	850	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-64Б	T-64Б	СССР/Россия	2	39	3	1976	700	60	125	2600	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-72Б	T-72Б	СССР/Россия	2	44,5	3	1985	840	60	125	22000	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-72Б3	T-72Б3	СССР/Россия	2	46	3	2011	1130	65	125	1200	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-80У	T-80У	СССР/Россия	2	46	3	1985	1250	70	125	5500	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-90А	T-90А	СССР/Россия	2	46,5	3	2004	1000	70	125	2000	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-90М	T-90М	СССР/Россия	2	48	3	2017	1130	70	125	100	Да	Да	Да	Гладкоствольная
Challenger 2	Challenger 2	Великобритания	2	62,5	4	1994	1200	56	120	400	Нет	Да	Нет	Нарезная
T-14 "Армата"	T-14 "Армата"	СССР/Россия	3	55	3	2014	1800	90	152	25	Да	Да	Да	Гладкоствольная

Исходные данные для данной работы (таблица 3) получены в результате отбора информации о наиболее известных представителях различных поколений основных боевых танков. Вторая колонка, выделенная желтым цветом, является классификационной шкалой. Остальные колонки являются описательными шкалами и отражают основную информацию о характеристиках основных боевых танков, представленных в обучающей выборке. Как упоминалось ранее, в данной работе будет изучаться влияние именно этих факторов на названия основных боевых танков.

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

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

Таким образом, система «Эйдос» не предъявляет чрезмерно жестких практически невыполнимых требований к исходным данным, а обрабатывает те данные, которые реально есть, например подобные представленным в таблице 3.

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
	2.3.2.7. Транспонирование файлов исходных данных
	2.3.2.8. Объединение нескольких файлов исходных данных в один
	2.3.2.9. Разбиение TXT-файла на файлы-абзацы
	2.3.2.10. CSV => DBF конвертер системы "Эйдос"
	2.3.2.11. Прогноз событий по астропараметрам по Н.А.Чередниченко
	2.3.2.12. Прогнозирование землетрясений методом Н.А.Чередниченко
	2.3.2.13. Чемпионат RAIF-Challenge 2017-API-bank
	2.3.2.14. Чемпионат RAIF-Challenge 2017-API-retail
	2.3.2.15. Вставка промежуточных строк в файл исходных данных Inp_data

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

Для ввода исходных данных, представленных в таблице 3, 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 (рисунок 5):

Помощь по режиму 2.3.2.2 для случаев Excel-файлы исходных данных

Режим 2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "Inp_data.xls" в систему "Эйдос" и в формализованной предметной области.

- Данный программный интерфейс обеспечивает формализацию предметной области, т.е. анализ файла исходных данных (Inp_data.xls) и формирование классификационных и описательных шкал и градаций, а затем кодирование файла исходных с их использованием.
- Файл исходных данных должен иметь имя Inp_data.xls, а файл результирующей выборки имя Inp_rasp.xls. Файлы Inp_data.xls и Inp_rasp.xls должны находиться в папке "ASDOS\ASDOS_DATA\Inp_data". Эти файлы имеют совершенно одинаковую структуру.
- 1-я строка этого файла должна содержать наименования колонок на латинском языке, в т.ч. и русским. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом переписки по словам разрешены, а объединения ячеек, разрыв строки знак абзаца не допускаются. Эти наименования должны быть короткими, но понятными, т.е. они будут в выходные формы, а к ним еще будет добавляться наименование градаций. В числовых шкалах надо ОБЯЗАТЕЛЬНО указывать единицы измерения и число знаков после запятой в колонке должно быть ОДНОКОММАСОВОЕ.
- 1-я колонка содержит наименование объекта обучающей выборки или наименование наблюдения. Оно может быть длинным, до 255 символов.
- Каждая строка этого файла, начиная со 2-ой, содержит данные об одном объекте обучающей выборки или одном наблюдении. В MS Excel 2003 в листе может быть до 65536 строк и до 256 колонок. В листе MS Excel 2010 и более поздней версии до 1048576 строк и 16384 колонок.
- Строчки, начиная со 2-ой, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (именованного / порядкового) или числового типа (до десятичных знаков после запятой).
- Строчки присваиваются числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелом), то строчка присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами.
- Строчки со 2 по 14 являются классификационными шкалами (выделены параметрами) и содержат данные в классификационных категориях (классов) и градациях, к которым принадлежат объекты обучающей выборки.
- Строчки с 14 по последний являются описательными шкалами (свойствами или факторами) и содержат данные о признаках (т.е. значениях свойств или значениях факторов), характеризующих объекты обучающей выборки.
- В результате работы режима формируется файл Inp_NAME.TXT отформатированный MS DOS (формат), в котором наименования классификационных и описательных шкал являются СТРОКАМИ. Система формирует классификационную и описательные шкалы и градации. Для этого в каждой числовой строчке система находит минимальное и максимальное числовые значения и формирует заданное количество числовых интервалов, после чего числовые значения заменяются на интервальные значениями. В текстовых строчках система находит уникальные текстовые значения. Каждое УНИКАЛЬНОЕ интервальное числовое или текстовое значение считается градацией классификационной или описательной шкалы, характеризующей объект. В каждой шкале ее градации сортируются по алфавиту. С использованием шкал и градаций кодируются исходные данные в результате чего генерируется обучающая выборка, каждый объект которой соответствует одной строке файла исходных данных Inp_DATA и содержит коды классов, соответствующие файтам совпадения числовых или уникальных текстовых значений классов с градациями классификационных шкал и коды признаков, соответствующие файтам совпадения числовых или уникальных текстовых значений признаков с градациями описательных шкал.
- Расположенная выборка формируется на основе файла Inp_RASP аналогично, за исключением того, что классификационные и описательные шкалы и градации не создаются, а используются ранее созданные в модели, и базы результирующей выборки могут не включать коды классов, если столбцы классов в файле Inp_RASP были пустыми. Структура файла Inp_RASP должна быть такой же, как Inp_DATA, т.е. она должна ПОЛНОСТЬЮ совпадать по наименованиям столбцов, но могут иметь разное количество строк с разными значениями в них.

Принцип организации таблиц исходных данных:

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

Определения основных терминов и профилактика типичных ошибок при подготовке Excel файла исходных данных

Помощь по режиму 2.3.2.2 для случаев Excel-файлы исходных данных

Режим 2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "Inp_data.xls" в систему "Эйдос" и в формализованной предметной области.

Шкала представляет собой способ формализации предметной области. Используются числовые и текстовые шкалы, при этом текстовые могут быть номинальными и порядковыми. Но номинальные шкалы есть только отнесения к достоверности и недостоверности, на порядковые кроме того еще отнесения "Большой", "Меньший", а на числовые - кроме того могут выполняться все арифметические операции. Каждый объект выборки (наблюдение) описан с одной строки своим признаками, а с другой - принадлежностью к некоторым обучающим категориям (классам). Такая структура описания называется столбчатой или форматом организации и является базовой для всех моделей представления знаний. В АСК анализе и системе "Эйдос" используется этот интерпретированный канал и градаций: универсальный, статистический анализ знаний.

- в универсальной интерпретации: признаки - это градации описательных шкал;
- в статистической интерпретации: описательная шкала - это свойство, а градации (признаки) - это отсылка к выраженности этого свойства;
- в динамической интерпретации: описательная шкала - это фактор, а градации (признаки) - это значение фактора;
- в универсальной интерпретации: классы - это градации классификационных шкал;
- в статистической интерпретации: классификационная шкала - способ классификации обучающих категорий (классов), к которым в настоящее время по отношению к признакам относятся состояния объектов кодирования;
- в динамической интерпретации: классификационная шкала - способ классификации обучающих категорий (классов), к которым в будущем времени по отношению к признакам относятся состояния объекта прогнозирования или управления;

ПРОФИЛАКТИКА ОШИБЕК В ФАЙЛЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ:

- 1-я строка файла "Inp_data.xls" должна содержать наименования колонок. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом переписки по словам разрешены, а объединения ячеек, разрыв строки знак абзаца и невалидные символы не допускаются. Эти наименования должны быть короткими, но понятными, т.е. они будут в выходные формы, а к ним еще будет добавляться наименование градаций. В числовых шкалах надо обязательно указывать единицы измерения. Число знаков после запятой в каждой колонке должно быть одинаковым.
- 1-я колонка содержит наименование объекта обучающей выборки или наименование наблюдения. Оно может быть длинным, до 255 символов.
- Каждая строка этого файла, начиная со 2-ой, является классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (именованного / порядкового) или числового типа (до десятичных знаков после запятой). Числовые текстовые шкалы должны быть порядковой, нулевыми только при сортировке по алфавиту градаций этой шкалы обозначены символом порядковности от наименьшего значения до наибольшего. Например, текстовая шкала "Размер" с градациями: "очень малое", "малое", "среднее", "большое", "очень большое", будет номинальной шкалой, т.к. при сортировке по алфавиту они расположатся в порядке: "большое", "малое", "очень большое", "очень малое", "среднее", "очень малое". Шкала "Размер" стала порядковой нулево в этом градациях: "очень малое", "малое", "очень малое", "очень малое", "очень малое", "очень малое", "очень малое", "очень малое".
- Строчки присваиваются числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелом), то строчка присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами. Если в системе "Эйдос" в режиме 2.1, 2.2 посмотреть на градации классификационных и описательных шкал, которые должны быть числовыми, то сразу будет видно, в какой форме представлены числовые значения: дробными или просто числами. Если числовые дробные, значит в файле исходных данных в этом отношении все правильно, если же числами, то возможно в Excel-файле нужно занести десятичные точки на запятые, а также найти и исправить нечисловые данные в числовых по списку колонок. Быстро найти их можно перебежав по последней строке файла исходных данных и сразу раскрыв рамку колонки. В формате будет видно с какой строки начался расчет ошибки. Если со 2-ой, то значит все верно, иначе будет указана строка, в которой находится нечисловое значение.
- Система "Эйдос" работает с областью данных файла исходных данных, которую можно выделить блоком, поставив курсор в ячейку A1, ниже (Сейчас), а затем нажать клавишу [F5]-[Ctrl]-[Enter]. Если этот блок выделит за пределы области таблицы, фактически занести данные можно окликнуть эту фактически область данных в буфер обмена, создать новый лист и скопировать в него, а исходный лист удалить.
- Иногда бывает полезно обратиться все форматирование Excel файла исходных данных. Это можно сделать в MS Excel. А можно скопировать таблицу в MS Word, а потом обратно в MS Excel.

Принцип организации таблиц исходных данных:

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

Рисунок 5. 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.

В таблицах 4, 5, 6 приведены классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающая выборка, сформированные API-2.3.2.2 при параметрах, показанных на рисунках 6.

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).

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

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}")

30	НАЗВАНИЕ-Т-72Б
31	НАЗВАНИЕ-Т-72Б3
32	НАЗВАНИЕ-Т-80У
33	НАЗВАНИЕ-Т-84БМ "Оплот"
34	НАЗВАНИЕ-Т-90А
35	НАЗВАНИЕ-Т-90М

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Classes.xlsx

Таблица 5 – Описательные шкалы и градации (полностью)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Великобритания
2	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Германия
3	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Израиль
4	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Индия
5	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Италия
6	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Китай
7	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-КНДР
8	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-СССР/Россия
9	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-США
10	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Турция
11	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Украина
12	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Франция
13	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Южная Корея
14	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Япония
15	ПОКОЛЕНИЕ-1/5-{1.0000000, 1.4000000}
16	ПОКОЛЕНИЕ-2/5-{1.4000000, 1.8000000}
17	ПОКОЛЕНИЕ-3/5-{1.8000000, 2.2000000}
18	ПОКОЛЕНИЕ-4/5-{2.2000000, 2.6000000}
19	ПОКОЛЕНИЕ-5/5-{2.6000000, 3.0000000}
20	БОЕВАЯ МАССА, Т-1/5-{38.0000000, 43.4000000}
21	БОЕВАЯ МАССА, Т-2/5-{43.4000000, 48.8000000}
22	БОЕВАЯ МАССА, Т-3/5-{48.8000000, 54.2000000}
23	БОЕВАЯ МАССА, Т-4/5-{54.2000000, 59.6000000}
24	БОЕВАЯ МАССА, Т-5/5-{59.6000000, 65.0000000}
25	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-1/5-{3.0000000, 3.2000000}
26	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-2/5-{3.2000000, 3.4000000}
27	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-3/5-{3.4000000, 3.6000000}
28	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-4/5-{3.6000000, 3.8000000}
29	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-5/5-{3.8000000, 4.0000000}
30	ГОД РАЗРАБОТКИ-1/5-{1959.0000000, 1970.6000000}
31	ГОД РАЗРАБОТКИ-2/5-{1970.6000000, 1982.2000000}
32	ГОД РАЗРАБОТКИ-3/5-{1982.2000000, 1993.8000000}
33	ГОД РАЗРАБОТКИ-4/5-{1993.8000000, 2005.4000000}
34	ГОД РАЗРАБОТКИ-5/5-{2005.4000000, 2017.0000000}
35	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-1/5-{700.0000000, 920.0000000}
36	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-2/5-{920.0000000, 1140.0000000}
37	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-3/5-{1140.0000000, 1360.0000000}
38	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-4/5-{1360.0000000, 1580.0000000}
39	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-5/5-{1580.0000000, 1800.0000000}
40	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-1/5-{46.0000000, 54.8000000}
41	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-2/5-{54.8000000, 63.6000000}
42	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-3/5-{63.6000000, 72.4000000}
43	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-4/5-{72.4000000, 81.2000000}
44	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-5/5-{81.2000000, 90.0000000}
45	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-1/5-{105.0000000, 114.4000000}
46	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-2/5-{114.4000000, 123.8000000}

47	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-3/5-{123.8000000, 133.2000000}
48	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-4/5-{133.2000000, 142.6000000}
49	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-5/5-{142.6000000, 152.0000000}
50	ВЫПУЩЕНО, ШТ-1/5-{4.0000000, 4403.2000000}
51	ВЫПУЩЕНО, ШТ-2/5-{4403.2000000, 8802.4000000}
52	ВЫПУЩЕНО, ШТ-3/5-{8802.4000000, 13201.6000000}
53	ВЫПУЩЕНО, ШТ-4/5-{13201.6000000, 17600.8000000}
54	ВЫПУЩЕНО, ШТ-5/5-{17600.8000000, 22000.0000000}
55	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-Да
56	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-Нет
57	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-Да
58	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-Нет
59	ВОЗМОЖНОСТЬ СРЕЛЬБЫ ПТУР-Да
60	ВОЗМОЖНОСТЬ СРЕЛЬБЫ ПТУР-Нет
61	ТИП ПУШКИ-Гладкоствольная
62	ТИП ПУШКИ-Нарезная

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

Таблица 6 – Обучающая выборка (полностью)

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
T-64A	27	8	15	20	25	30	35	41	47	52	55	58	59	61
T-72	29	8	15	20	25	31	35	40	47	50	55	58	60	61
Leopard I	12	2	15	20	29	30	35	41	45	51	56	58	60	62
Chieftain	6	1	15	23	29	30	35	40	46	50	56	58	60	62
M60	16	9	15	21	29	30	35	40	45	53	56	58	60	62
Merkava Mk. I	17	3	15	24	29	31	35	40	45	50	56	58	60	62
ZTZ-88	23	6	15	20	29	32	35	41	45	50	56	58	60	62
Type 74	21	14	15	20	29	31	35	40	45	50	56	58	60	62
Altay	1	10	17	24	29	34	38	42	46	50	56	58	60	61
AMX-56 Leclerc	2	12	17	23	25	32	38	42	46	50	55	57	60	61
K1	7	13	17	22	29	32	37	42	45	50	56	58	60	62
K2 Black Panther	8	13	17	23	25	34	38	43	46	50	55	57	59	61
M1 Abrams	13	9	17	24	29	31	38	42	45	50	56	58	60	62
M1A1 Abrams	14	9	17	24	29	32	38	42	46	51	56	58	59	61
M1A2 Abrams	15	9	17	24	29	32	38	42	46	50	56	57	59	61
Arjun	3	4	17	23	29	34	38	42	46	50	56	57	59	62
C1 Ariete	4	5	17	22	29	32	37	42	46	50	56	57	60	61
Leopard 2A4	9	2	17	23	29	32	38	42	46	50	56	57	59	61
Leopard 2A5	10	2	17	24	29	33	38	42	46	50	56	57	59	61
Leopard 2A6	11	2	17	24	29	34	38	42	46	50	56	57	59	61
Merkava Mk. IV	18	3	17	24	29	33	38	42	46	50	56	57	59	61
Type 10	20	14	17	21	25	34	37	42	46	50	55	58	59	61
Type 90	22	14	17	22	25	32	38	42	46	50	55	58	60	61
T-84БМ "Оплот"	33	11	17	22	25	34	37	42	47	50	55	57	59	61
Seon'gun-915	19	7	17	21	25	34	37	42	47	50	55	57	59	61
ZTZ-96	24	6	17	20	25	33	36	42	47	50	55	57	59	61
ZTZ-99	25	6	17	22	25	33	38	43	47	50	55	57	59	61
T-64Б	28	8	17	20	25	31	35	41	47	50	55	57	59	61
T-72Б	30	8	17	21	25	32	35	41	47	54	55	57	59	61

T-7253	31	8	17	21	25	34	36	42	47	50	55	57	59	61
T-80У	32	8	17	21	25	32	37	42	47	51	55	57	59	61
T-90А	34	8	17	21	25	33	36	42	47	50	55	57	59	61
T-90М	35	8	17	21	25	34	36	42	47	50	55	57	59	61
Challenger 2	5	1	17	24	29	33	37	41	46	50	56	57	60	62
T-14 "Армата"	26	8	19	23	25	34	39	44	49	50	55	57	59	61

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\EventsKO.xlsx

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

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

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

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

Непосредственно на основе эмпирических данных рассчитывается матрица абсолютных частот (таблица 7).

Таблица 7 – Матрица абсолютных частот (статистическая модель ABS)

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

На основе таблицы 7 рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 8).

Таблица 8 – 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 7) было бы очень неразумно и переход от абсолютных частот к условным и безусловным относительным частотам (частостям) (таблица 8) является весьма обоснованным и логичным.

Этот переход полностью снимает проблему несбалансированности данных, т.к. в последующем анализе используется не матрица абсолютных частот (таблица 7), а матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 8), 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 7 и 8 с использованием частных критериев, знаний приведенных таблице 9, рассчитываются матрицы 7 системно-когнитивных моделей (таблица 10).

В таблице 9 приведены формулы:

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

И это *сравнение* в таблицах 7 и 8 осуществляется двумя возможными способами: путем *вычитания* и путем *деления*.

Таблица 9 – 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	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
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.		
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		
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		

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.

Таблица 10 – 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 9), 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 11).

Таблица 11 – 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^2 -квадрат Карла Пирсона	---	---
Сравнение условных и безусловных относительных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF6, INF7	---	---

Обратим особое внимание на то, что сравнение фактических и теоретических абсолютных частот путем деления приводит при нормировках к нулю (что нужно для применения аддитивных интегральных критериев) путем взятия логарифма и путем вычитания 1 к **тем же самым** моделям, что

и сравнение условных и безусловных относительных частот путем деления с теми же самыми способами нормировки. Таким образом, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и провести нормировку к 0 путем взятия логарифма и путем вычитания 1, то получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Других же системно-когнитивных моделей, рассчитываемых на основе приведенных статистических моделей просто нет. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра. *Под конфигуратором В.А.Лефевр понимал минимальный полный набор понятийных шкал или конструкторов, т.е. понятий, достаточный для адекватного описания предметной области* [4]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-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)

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

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 10 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 9), 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 12).

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 12):

Таблица 12 – Уточнение терминологии АСК-анализа

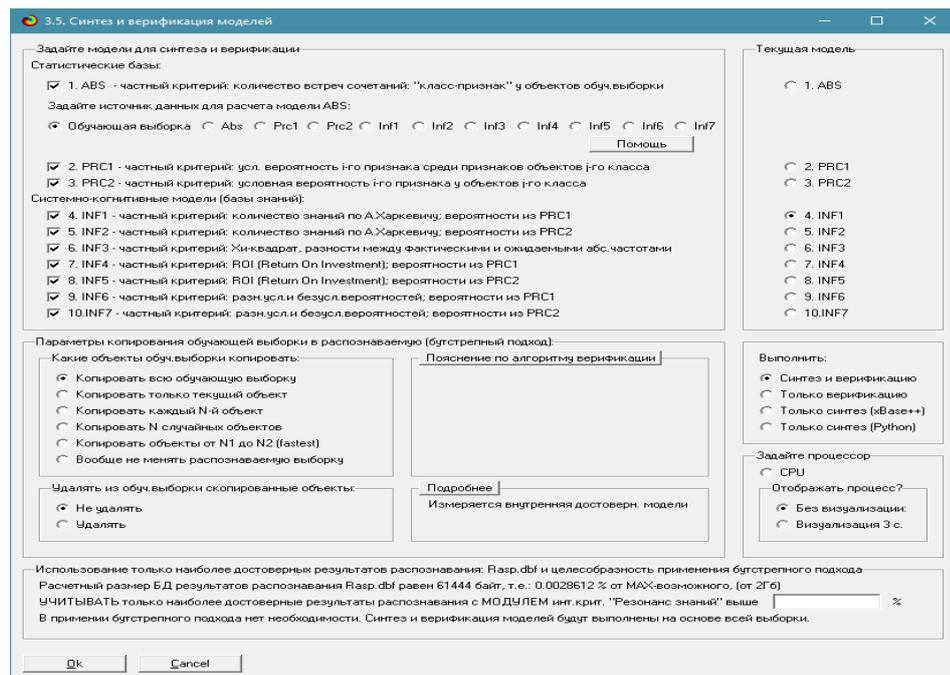
№	Традиционные термины (синонимы)	Новый термин	Формула
1	1. Значимость значения фактора (признака). 2. Дифференцирующая мощность значения фактора (признака). 3. Ценность значения фактора (признака) для решения задачи идентификации и других задач	Корень из информационной мощности значения фактора	$\sigma_{i\Sigma}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

Итак, в разделе раскрывается простая Математическая взаимосвязь меры 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, что модель 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».

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



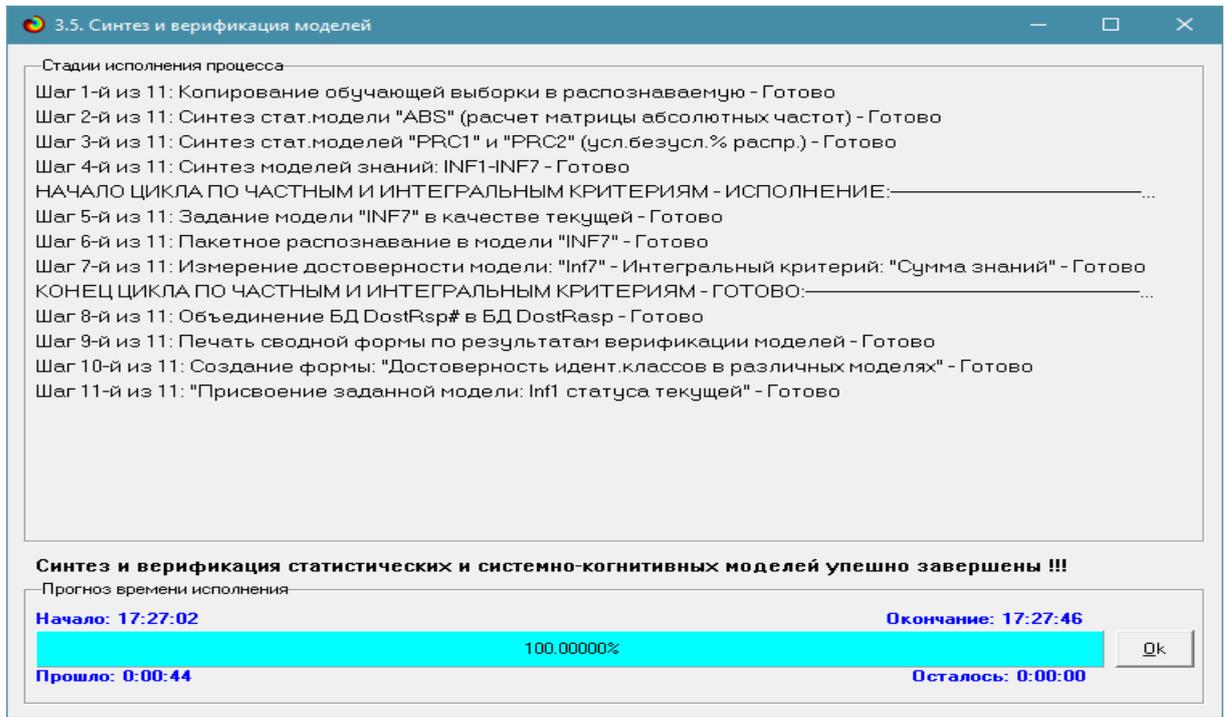


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

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

Код модели	Наименование описательной модели и графика	1. НАЗВАНИЕ 1/25 ALTAI	2. НАЗВАНИЕ 2/25 АМХ 56 LECLERC	3. НАЗВАНИЕ 3/25 АРИУН	4. НАЗВАНИЕ 4/25 АРИЕТЕ	5. НАЗВАНИЕ 5/25 CHALLENGER 2	6. НАЗВАНИЕ 6/25 CHIEFTAIN	7. НАЗВАНИЕ 7/25 K1	8. НАЗВАНИЕ 8/25 BLACK PANTHER	9. НАЗВАНИЕ 9/25 LEOPARD 244	10. НАЗВАНИЕ 10/25 LEOPARD 2A5	11. НАЗВАНИЕ 11/25 LEOPARD 2A6	12. НАЗВАНИЕ 12/25 LEOPARD I
1.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 1/14 Великобритания					1.0	1.0						
2.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 2/14 Германия									1.0	1.0	1.0	
3.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 3/14 Израиль			1.0									
4.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 4/14 Италия				1.0								
5.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 5/14 Италия					1.0							
6.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 6/14 Китай												
7.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 7/14 КНДР												
8.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 8/14 СССР/Россия												
9.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 9/14 США												
10.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 10/14 Япония	1.0											
11.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 11/14 Франция			1.0									
12.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 12/14 Франция												
13.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 13/14 Южная Корея							1.0	1.0				
14.0	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 14/14 Япония												
15.0	ПОКОЛЕНИЕ-1: 5 (1.000000, 1.000000)						1.0						
16.0	ПОКОЛЕНИЕ-2: 5 (1.000000, 2.000000)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
17.0	ПОКОЛЕНИЕ-3: 5 (2.000000, 2.000000)												
18.0	ПОКОЛЕНИЕ-4: 5 (2.000000, 2.000000)												
19.0	ПОКОЛЕНИЕ-5: 5 (2.000000, 3.000000)												
20.0	БОЕВАЯ МАССА, Т 1: 5 (38.000000, 42.500000)												
21.0	БОЕВАЯ МАССА, Т 2: 5 (42.500000, 46.500000)												
22.0	БОЕВАЯ МАССА, Т 3: 5 (46.500000, 54.600000)		1.0		1.0			1.0					
23.0	БОЕВАЯ МАССА, Т 4: 5 (54.600000, 60.000000)	1.0		1.0			1.0		1.0	1.0			
24.0	БОЕВАЯ МАССА, Т 5: 5 (60.000000, 65.000000)						1.0				1.0	1.0	1.0
25.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ 1: 5 (3.000000, 3.000000)			1.0					1.0				
26.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ 2: 5 (3.000000, 3.000000)												
27.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ 3: 5 (3.000000, 4.000000)	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	
28.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ 4: 5 (4.000000, 4.000000)												
29.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ 5: 5 (4.000000, 4.000000)												
30.0	ГОД РАЗРАБОТКИ 1: 5 (1950.000000, 1975.000000)							1.0					
31.0	ГОД РАЗРАБОТКИ 2: 5 (1975.000000, 1985.000000)									1.0			
32.0	ГОД РАЗРАБОТКИ 3: 5 (1985.000000, 1995.000000)			1.0		1.0	1.0		1.0			1.0	
33.0	ГОД РАЗРАБОТКИ 4: 5 (1995.000000, 2000.000000)				1.0								1.0
34.0	ГОД РАЗРАБОТКИ 5: 5 (2000.000000, 2017.000000)	1.0								1.0			
35.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 2: 5 (700.000000, 780.000000)							1.0					
36.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 3: 5 (780.000000, 1130.000000)												
37.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 4: 5 (1130.000000, 1300.000000)				1.0	1.0			1.0				
38.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 5: 5 (1300.000000, 1500.000000)	1.0	1.0							1.0	1.0	1.0	1.0
39.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 6: 5 (1500.000000, 1800.000000)												

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

3.3. Модель «3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность по признаку у объектов j по классу»

Код признака	Наименование (описание) знака и градации	1 НАЗВАНИЕ 1/35 ALTAI	2 НАЗВАНИЕ 2/35 АМК 35 LECLERC	3 НАЗВАНИЕ 3/35 АЛУН	4 НАЗВАНИЕ 4/35 С1 АРИЕТЕ	5 НАЗВАНИЕ 5/35 CHALLENGER 2	6 НАЗВАНИЕ 6/35 CHEFTAIN	7 НАЗВАНИЕ 7/35 К1	8 НАЗВАНИЕ 8/35 К2 BLACK PANTHER	9 НАЗВАНИЕ 9/35 LEOPARD 2A4	10 НАЗВАНИЕ 10/35 LEOPARD 2A6	11 НАЗВАНИЕ 11/35 LEOPARD 2A6	12 НАЗВАНИЕ 12/35 LEOPARD 1	13 НАЗВАНИЕ 13/35 M1 АБРАМС	14 НАЗВАНИЕ 14/35 M1А1 АБРАМС
1.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.1/14 Великобритания					100.000	100.000								
2.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.2/14 Германия									100.000	100.000	100.000	100.000		
3.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.3/14 Израиль														
4.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.4/14 Индия			100.000											
5.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.5/14 Италия				100.000										
6.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.6/14 Канада														
7.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.7/14 КНДР														
8.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.8/14 СССР/Россия														
9.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.9/14 США														
10.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.10/14 Турция	100.000													
11.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.11/14 Украина														
12.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.12/14 Франция		100.000												
13.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.13/14 Япония/Корея						100.000	100.000							
14.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.14/14 Япония														
15.0	ПОКОЛЕНИЕ 3/5 (1.000000, 1.000000)						100.000					100.000			
16.0	ПОКОЛЕНИЕ 2/5 (1.000000, 2.000000)	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	
17.0	ПОКОЛЕНИЕ 3/5 (2.000000, 2.000000)														
18.0	ПОКОЛЕНИЕ 4/5 (2.000000, 2.000000)														
19.0	ПОКОЛЕНИЕ 6/5 (2.000000, 3.000000)														
20.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.1/5 (30.000000, 42.500000)												100.000		
21.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.2/5 (42.500000, 46.500000)														
22.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.3/5 (46.500000, 54.600000)		100.000		100.000			100.000							
23.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.4/5 (54.600000, 60.000000)	100.000		100.000			100.000		100.000	100.000			100.000		
24.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.5/5 (60.000000, 65.000000)					100.000				100.000	100.000			100.000	
25.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.1/5 (3.000000, 3.000000)		100.000					100.000							
26.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.2/5 (3.000000, 3.000000)														
27.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.3/5 (3.000000, 4.000000)	100.000		100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	
28.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.4/5 (4.000000, 4.000000)														
29.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.5/5 (4.000000, 4.000000)														
30.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.1/5 (1993.000000, 1976.000000)						100.000					100.000			
31.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.2/5 (1976.000000, 1985.000000)							100.000		100.000			100.000	100.000	
32.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.3/5 (1985.000000, 1995.000000)		100.000		100.000	100.000									
33.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.4/5 (1995.000000, 2008.000000)											100.000			
34.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.5/5 (2008.000000, 2017.000000)	100.000		100.000					100.000						
35.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 3/5 (700.000000, 780.000000)						100.000								
36.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 2/5 (780.000000, 1130.000000)							100.000					100.000		
37.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 3/5 (1130.000000, 1300.000000)				100.000	100.000		100.000							
38.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 4/5 (1300.000000, 1500.000000)	100.000	100.000	100.000				100.000	100.000	100.000	100.000		100.000	100.000	
39.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 5/5 (1500.000000, 1800.000000)								100.000	100.000			100.000	100.000	

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

3.3. Модель «4. INF1 - частный критерий: количество знаков по А.Харкевичу: вероятности из PRC1»

Код признака	Наименование (описание) знака и градации	1 НАЗВАНИЕ 1/35 ALTAI	2 НАЗВАНИЕ 2/35 АМК 35 LECLERC	3 НАЗВАНИЕ 3/35 АЛУН	4 НАЗВАНИЕ 4/35 С1 АРИЕТЕ	5 НАЗВАНИЕ 5/35 CHALLENGER 2	6 НАЗВАНИЕ 6/35 CHEFTAIN	7 НАЗВАНИЕ 7/35 К1	8 НАЗВАНИЕ 8/35 К2 BLACK PANTHER	9 НАЗВАНИЕ 9/35 LEOPARD 2A4	10 НАЗВАНИЕ 10/35 LEOPARD 2A6	11 НАЗВАНИЕ 11/35 LEOPARD 2A6
1.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.1/14 Великобритания						2.359	2.359				
2.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.2/14 Германия										1.818	1.818
3.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.3/14 Израиль											
4.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.4/14 Индия			2.980								
5.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.5/14 Италия				2.980							
6.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.6/14 Канада											
7.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.7/14 КНДР											
8.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.8/14 СССР/Россия											
9.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.9/14 США											
10.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.10/14 Турция	2.980										
11.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.11/14 Украина											
12.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.12/14 Франция		2.980						2.359	2.359		
13.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.13/14 Япония/Корея											
14.0	СТРАНА РА.ЗР.БОТ.ЧИК.14/14 Япония											
15.0	ПОКОЛЕНИЕ 3/5 (1.000000, 1.000000)											
16.0	ПОКОЛЕНИЕ 2/5 (1.000000, 2.000000)	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	1.237		0.249	0.249	0.249	0.249
17.0	ПОКОЛЕНИЕ 3/5 (2.000000, 2.000000)											
18.0	ПОКОЛЕНИЕ 4/5 (2.000000, 2.000000)											
19.0	ПОКОЛЕНИЕ 6/5 (2.000000, 3.000000)											
20.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.1/5 (30.000000, 42.500000)											
21.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.2/5 (42.500000, 46.500000)											
22.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.3/5 (46.500000, 54.600000)		1.349	1.349	1.349	1.349		1.349		1.349		
23.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.4/5 (54.600000, 60.000000)	1.349		1.349			1.349		1.349		1.349	
24.0	БОЕВАЯ МАССА, Т.5/5 (60.000000, 65.000000)						1.349					1.349
25.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.1/5 (3.000000, 3.000000)		0.605					0.605				
26.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.2/5 (3.000000, 3.000000)											
27.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.3/5 (3.000000, 4.000000)	0.557		0.557	0.557	0.557	0.557	0.557		0.557	0.557	
28.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.4/5 (4.000000, 4.000000)											
29.0	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ.5/5 (4.000000, 4.000000)											
30.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.1/5 (1993.000000, 1976.000000)						1.349					
31.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.2/5 (1976.000000, 1985.000000)							1.349			1.349	
32.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.3/5 (1985.000000, 1995.000000)		1.349		1.349	1.349						1.349
33.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.4/5 (1995.000000, 2008.000000)				1.349							1.349
34.0	ГОД РА.ЗР.БОТ.ЧИК.5/5 (2008.000000, 2017.000000)	1.349							1.349			
35.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 3/5 (700.000000, 780.000000)						1.349					
36.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 2/5 (780.000000, 1130.000000)							1.349				
37.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 3/5 (1130.000000, 1300.000000)			1.349	1.349			1.349				
38.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 4/5 (1300.000000, 1500.000000)	0.830	0.830	0.830					0.830	0.830	0.830	
39.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С. 5/5 (1500.000000, 1800.000000)											0.830

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

3.3. Модель: «INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абсолютными»

Год применя	Наименование (операционный заказ и градация)	1 НАЗВАНИЕ 1/35 ALTAI	2 НАЗВАНИЕ 2/35 AMK 55 LECLERC	3 НАЗВАНИЕ 3/35 ALJUN	4 НАЗВАНИЕ 4/35 C1 ARLETE	5 НАЗВАНИЕ 5/35 CHALLENGER	6 НАЗВАНИЕ 6/35 SHEFFAIN	7 НАЗВАНИЕ 7/35 K1	8 НАЗВАНИЕ 8/35 K2 BUCK PANTHER	9 НАЗВАНИЕ 9/35 LEOPARD 2A4	10 НАЗВАНИЕ 10/35 LEOPARD 2A5	11 НАЗВАНИЕ 11/35 LEOPARD 2A6
1.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:1/14 Великобритания	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	0.943	0.943	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
2.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:2/14 Германия	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	0.886	0.886	0
3.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:3/14 Израиль	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057
4.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:4/14 Италия	-0.029	-0.029	0.971	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
5.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:5/14 Италия	-0.029	-0.029	-0.029	0.971	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
6.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:6/14 Италия	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086
7.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:7/14 ИЮД	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
8.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:8/14 СССР/Россия	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257	-0.257
9.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:9/14 США	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114	-0.114
10.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:10/14 Франция	0.971	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
11.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:11/14 Франция	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
12.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:12/14 Франция	-0.029	0.971	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
13.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:13/14 Япония/Корея	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	-0.057	0.943	0.943	-0.057	-0.057	-0.057
14.0	СТРАНА РАЗРАБОТЧИК:14/14 Япония	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086	-0.086
15.0	ПОКОЛЕНИЕ:3/5(1.000000, 1.000000)	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	0.771	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229	-0.229
16.0	ПОКОЛЕНИЕ:2/5(1.000000, 2.000000)	0.257	0.257	0.257	0.257	0.257	-0.743	0.257	0.257	0.257	0.257	0
17.0	ПОКОЛЕНИЕ:3/5(2.000000, 2.000000)											
18.0	ПОКОЛЕНИЕ:4/5(2.000000, 2.000000)											
19.0	ПОКОЛЕНИЕ:5/5(2.000000, 3.000000)	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
20.0	БОЕВАЯ МАССА: 1/5(130.000000, 42.500000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
21.0	БОЕВАЯ МАССА: 2/5(42.500000, 46.500000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
22.0	БОЕВАЯ МАССА: 3/5(46.500000, 54.600000)	-0.200	0.800	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
23.0	БОЕВАЯ МАССА: 4/5(54.600000, 60.000000)	0.800	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	0.800	0.800	-0.200	-0.200
24.0	БОЕВАЯ МАССА: 5/5(60.000000, 65.000000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	0
25.0	ЭКИПАЖ: ЧЕЛ:1/5(3.000000, 3.000000)	-0.486	0.514	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	-0.486	0.514	-0.486	-0.486	-0.486
26.0	ЭКИПАЖ: ЧЕЛ:2/5(3.000000, 3.000000)											
27.0	ЭКИПАЖ: ЧЕЛ:3/5(3.000000, 4.000000)	0.486	-0.514	0.486	0.486	0.486	0.486	0.486	-0.514	0.486	0.486	0
28.0	ЭКИПАЖ: ЧЕЛ:4/5(4.000000, 4.000000)											
29.0	ЭКИПАЖ: ЧЕЛ:5/5(4.000000, 4.000000)											
30.0	ГОД РАЗРАБОТКИ:1/5(1959.000000, 1976.000000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
31.0	ГОД РАЗРАБОТКИ:2/5(1976.000000, 1985.000000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	0.800	-0.200	-0.200
32.0	ГОД РАЗРАБОТКИ:3/5(1985.000000, 1995.000000)	-0.200	0.800	-0.200	0.800	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	-0.200
33.0	ГОД РАЗРАБОТКИ:4/5(1995.000000, 2000.000000)	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0
34.0	ГОД РАЗРАБОТКИ:5/5(2000.000000, 2017.000000)	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200
35.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ: П.С.:3/5(700.000000, 780.000000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
36.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ: П.С.:2/5(780.000000, 1130.000000)	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
37.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ: П.С.:4/5(1130.000000, 1300.000000)	-0.200	-0.200	-0.200	0.800	0.800	-0.200	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
38.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ: П.С.:4/5(1300.000000, 1500.000000)	0.629	0.629	0.629	-0.371	-0.371	-0.371	0.371	0.629	0.629	0.629	0
39.0	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ: П.С.:5/5(1500.000000, 1800.000000)	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029

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

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

3.4. Задача-4. Верификация моделей

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

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

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

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF4 с интегральным критерием: «Резонанс знаний»: $L1=0.425$ (рисунок 12). *Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

3.4. Обзорная форма по достоверности при разнотипии. Текущие модели: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего догматических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера	Средняя нагрузка модели	Средняя нагрузка модели с учетом ложных решений (FN)	Средняя нагрузка модели с учетом истинных решений (TP)	Средняя нагрузка модели с учетом ложных решений (FN)	Средняя нагрузка модели с учетом истинных решений (TP)	Средняя нагрузка модели с учетом ложных решений (FN)	Средняя нагрузка модели с учетом истинных решений (TP)	Средняя нагрузка модели с учетом ложных решений (FN)	Средняя нагрузка модели с учетом истинных решений (TP)	Средняя нагрузка модели с учетом ложных решений (FN)
1. ABS - частный критерий: количество встреч соевых танков	Корреляция абс частот с об...	35	35	280	910	0.037	1.000	0.071	35.000	43.334	256.323	0.120	1.000	0.215					
1.ABS - частный критерий: количество встреч соевых танков	Средняя абс частот по граноч...	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	35.000	417.846	0.077	1.000	0.143						
2. PR1C1 - частный критерий: усл. вероятность по признаку сред.	Корреляция усл.абс частот с о...	35	35	280	910	0.037	1.000	0.071	35.000	43.334	256.323	0.120	1.000	0.215					
2.PR1C1 - частный критерий: усл. вероятность по признаку сред.	Средняя усл.абс частот по гран...	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	35.000	417.846	0.077	1.000	0.143						
3. PR1C2 - частный критерий: условная вероятность по признаку сред.	Корреляция усл.отв частот с о...	35	35	280	910	0.037	1.000	0.071	35.000	43.334	256.323	0.120	1.000	0.215					
3.PR1C2 - частный критерий: условная вероятность по признаку сред.	Средняя усл.отв частот по гран...	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	35.000	417.846	0.077	1.000	0.143						
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А/Характеру в.	Семантический резонанс: зна...	35	35	566	624	0.053	1.000	0.101	31.848	65.508	122.253	0.207	1.000	0.343					
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А/Характеру в.	Средняя знания	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	25.070	210.107	0.107	1.000	0.173						
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А/Характеру в.	Семантический резонанс: зна...	35	35	566	624	0.053	1.000	0.101	31.848	65.508	122.253	0.207	1.000	0.343					
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А/Характеру в.	Средняя знания	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	25.070	210.107	0.107	1.000	0.173						
6. INF3 - частный критерий: Хинавадр: равенство между фактн.	Семантический резонанс: зна...	35	35	701	489	0.067	1.000	0.125	34.805	165.301	137.211	0.202	1.000	0.337					
6. INF3 - частный критерий: Хинавадр: равенство между фактн.	Средняя знания	35	35	701	489	0.067	1.000	0.125	30.511	149.228	118.717	0.204	1.000	0.340					
7. INF4 - частный критерий: FCI (Relain On Investment) вероимо.	Семантический резонанс: зна...	35	35	719	425	0.076	1.000	0.141	27.034	95.084	73.897	0.276	1.000	0.425					
7. INF4 - частный критерий: FCI (Relain On Investment) вероимо.	Средняя знания	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	12.065	68.406	0.150	1.000	0.261						
8. INF5 - частный критерий: FCI (Relain On Investment) вероимо.	Семантический резонанс: зна...	35	35	765	425	0.076	1.000	0.141	27.034	95.084	73.897	0.276	1.000	0.425					
8. INF5 - частный критерий: FCI (Relain On Investment) вероимо.	Средняя знания	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	12.065	68.406	0.150	1.000	0.261						
9. INF6 - частный критерий: разнотипии бездостоверности: вер.	Семантический резонанс: зна...	35	35	449	741	0.045	1.000	0.086	33.700	53.600	170.840	0.165	1.000	0.284					
9. INF6 - частный критерий: разнотипии бездостоверности: вер.	Средняя знания	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	30.511	298.742	0.093	1.000	0.170						
10. INF7 - частный критерий: разнотипии бездостоверности: зна.	Семантический резонанс: зна...	35	35	449	741	0.045	1.000	0.086	33.700	53.600	170.840	0.165	1.000	0.284					
10. INF7 - частный критерий: разнотипии бездостоверности: зна.	Средняя знания	35	35	84	1106	0.031	1.000	0.060	30.511	298.742	0.093	1.000	0.170						

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

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

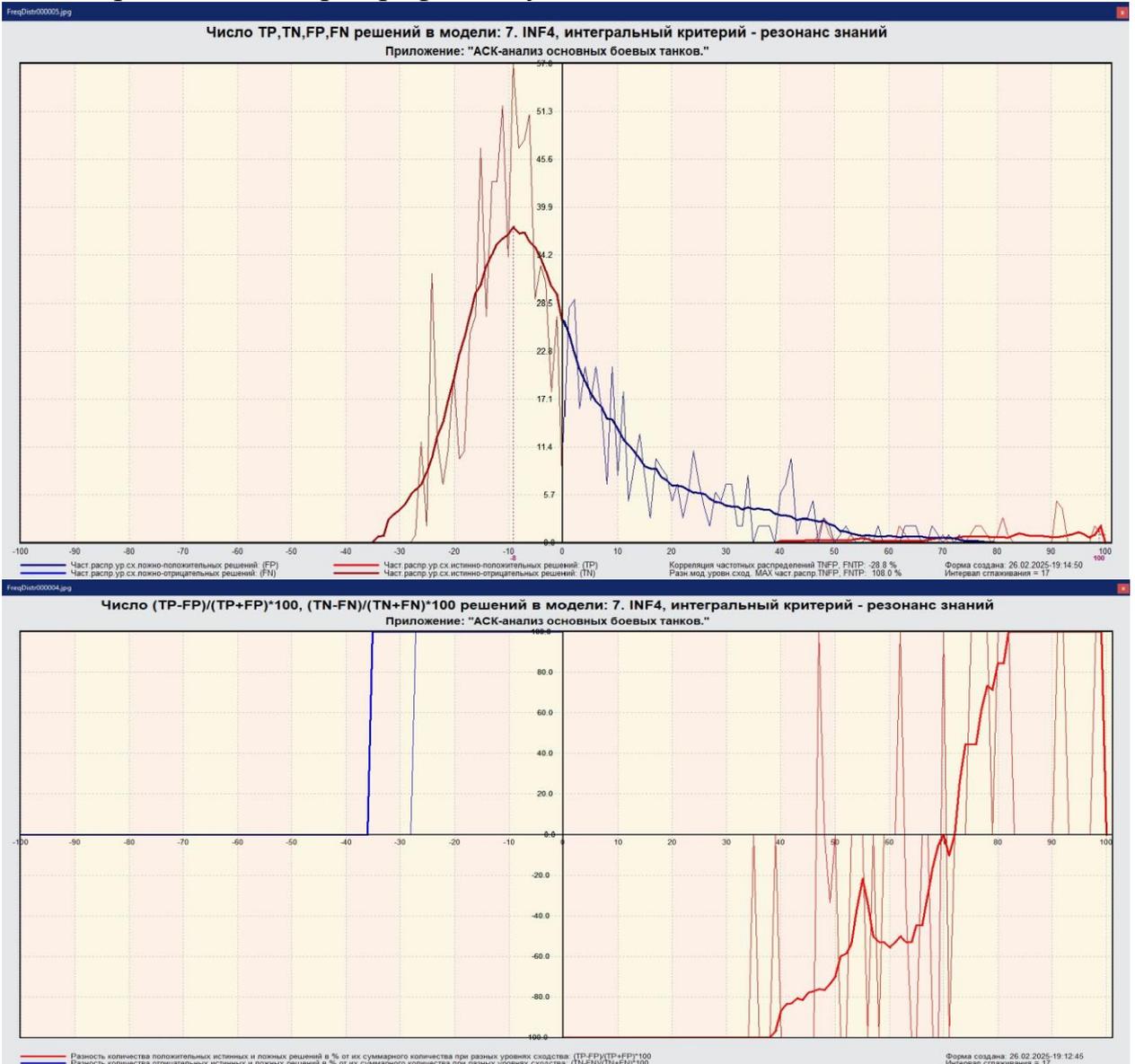


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF4

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

– *чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений.*

Поэтому уровень сходства является адекватной внутренней мерой системы «Эйдос», так сказать адекватной мерой самооценки или аудита степени достоверности решений и уровня риска ошибочного решения.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

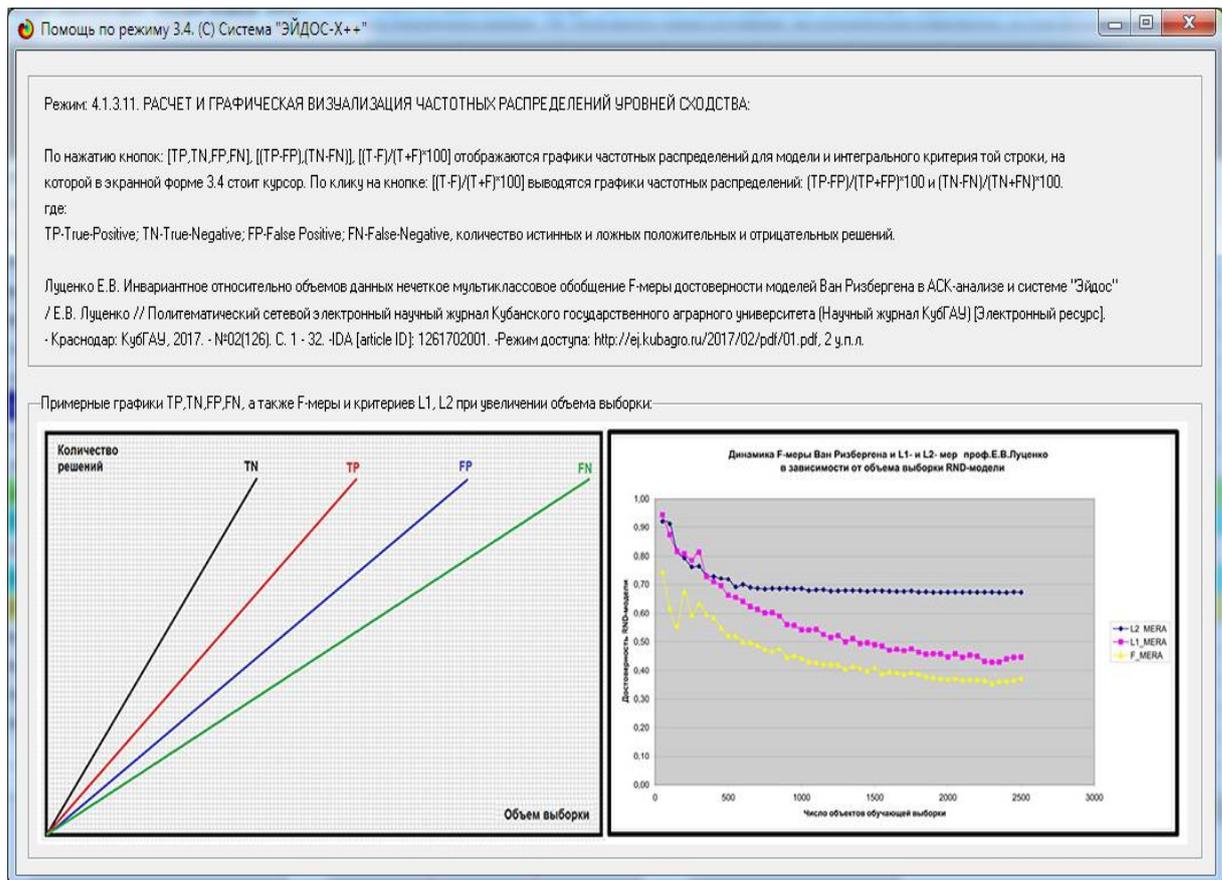


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

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

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

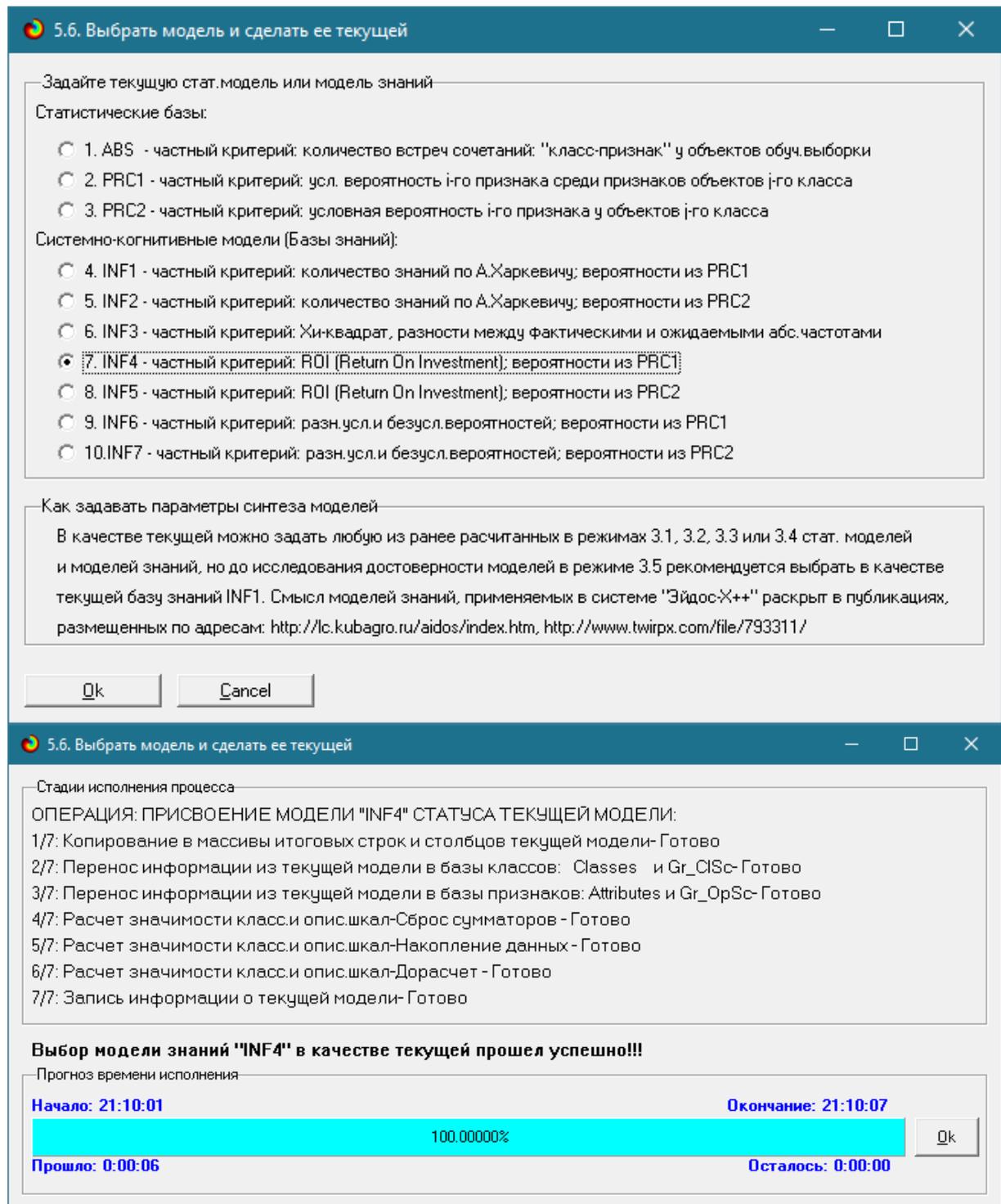


Рисунок 15. Задание СК-модели INF4 в качестве текущей

3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

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

самое существенное о них, т.е. чем они отличаются от объектов других классов.

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

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

Сравнение осуществляется путем применения *неметрических интегральных критериев*, которых в настоящее время в системе «Эйдос» используется два. Эти интегральные критерии интересны тем, что корректны¹⁰ в неортонормированных пространствах, которые всегда и встречаются на практике, и являются фильтрами подавления шума.

3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

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

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

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

где:

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

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.:

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

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

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия

«Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями: $I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}$, $L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}$. Поэтому по своей

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

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

3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев

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

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

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

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

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

В-пятых, по сути, при распознавании происходит расчет коэффициентов I_j разложения функции объекта L_i в ряд по функциям классов

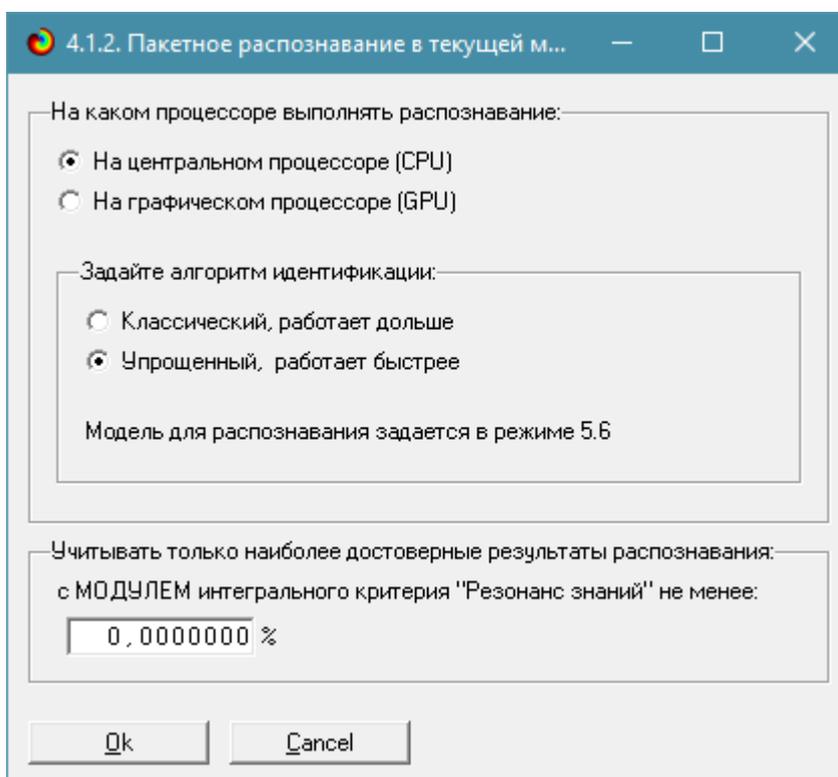
I_{ij} , т.е. определяется **вес** каждого обобщенного образа класса в образе объекта, что подробнее описано в работах [2, 3, 4].

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

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

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

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



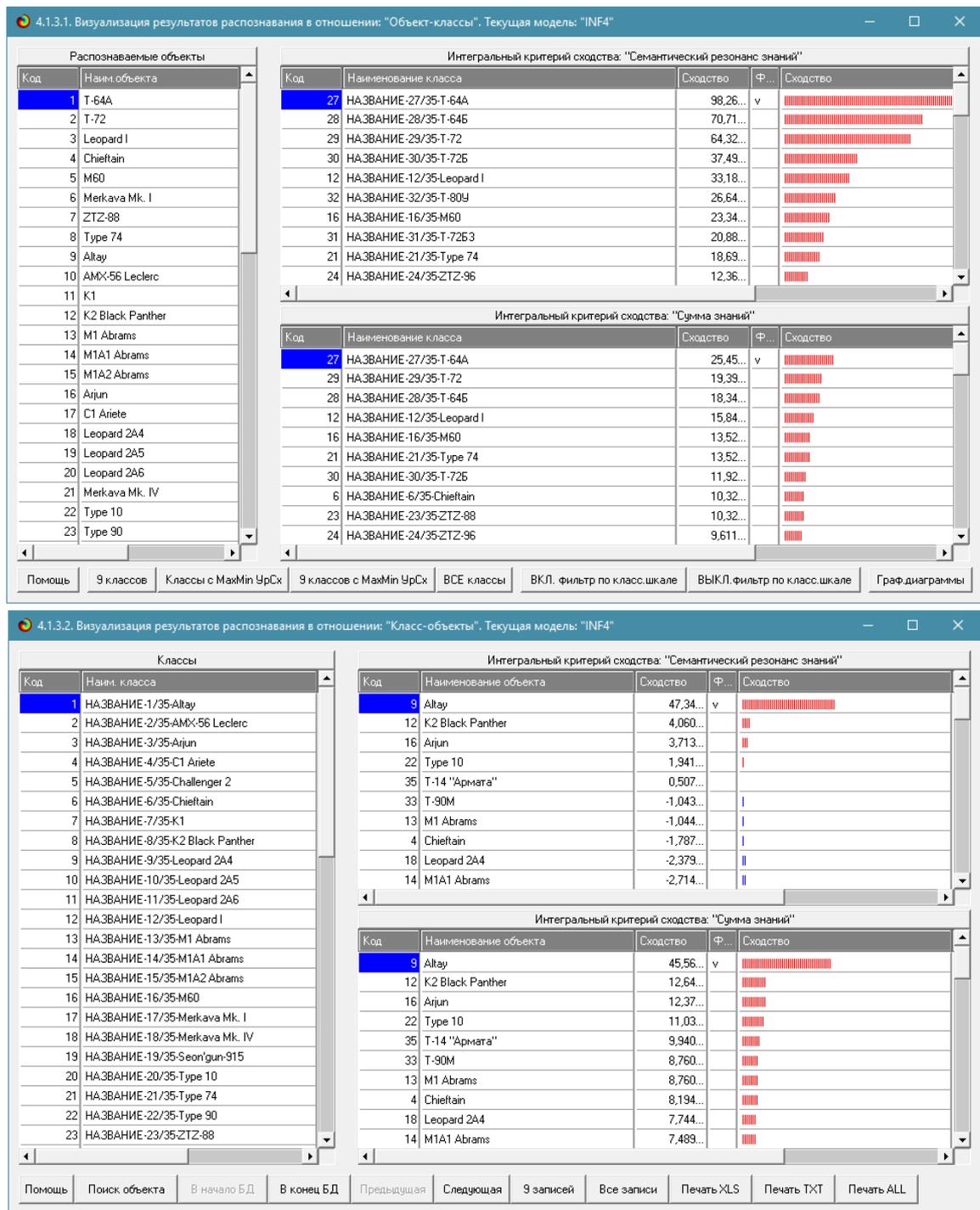


Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

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

3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Рейтинг клас.	N объектов (abs.)	N объектов (%)
1	НАЗВАНИЕ-1/35-Altay	4,3755130	13	2,8571429
2	НАЗВАНИЕ-2/35-AMX-56 Leclerc	6,0862950	13	2,8571429
3	НАЗВАНИЕ-3/35-Ajunt	4,3786615	13	2,8571429
4	НАЗВАНИЕ-4/35-C1 Azieta	4,3957714	13	2,8571429
5	НАЗВАНИЕ-5/35-Challenger 2	2,3350439	13	2,8571429
6	НАЗВАНИЕ-6/35-Chieftain	2,3603995	13	2,8571429

SWOT-анализ класса:1 "НАЗВАНИЕ-1/35-Altay" в модели:7 "INF4"

Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
10	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-10/14-Турция	0.971
23	БОЕВАЯ МАССА, Т-4/5-(54.6000000, 60.0000000)	0.800
34	ГОД РАЗРАБОТКИ-5/5-(2008.0000000, 2017.0000000)	0.800
50	ВЫПУЩЕНО, ШТ-1/5-(4.0000000, 170.0000000)	0.800
42	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-3/5-(65.0000000, 70.0000000)	0.686
38	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-4/5-(1300.0000000, 15...	0.629
58	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-2/2-Нет	0.600
60	ВОЗМОЖНОСТЬ СРЕЛЬБЫ ПТУР-2/2-Нет	0.600
46	КАЛИБР ПШКИ, ММ-2/5-(105.0000000, 120.0000000)	0.571
27	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-3/5-(3.0000000, 4.0000000)	0.486
55	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-2/2-Нет	0.486
61	ТИП ПШКИ-1/2Г-газоствольная	0.286
16	ПОКОЛЕНИЕ-2/5-(1.0000000, 2.0000000)	0.257

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
59	ВОЗМОЖНОСТЬ СРЕЛЬБЫ ПТУР-1/2-Да	-0.600
57	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-1/2-Да	-0.600
55	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-1/2-Да	-0.486
25	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-1/5-(3.0000000, 3.0000000)	-0.486
48	КАЛИБР ПШКИ, ММ-4/5-(120.0000000, 125.0000000)	-0.343
62	ТИП ПШКИ-2/2-Нарезная	-0.286
41	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-2/5-(57.0000000, 65.0000000)	-0.257
8	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-8/14-СССР/Россия	-0.257
15	ПОКОЛЕНИЕ-1/5-(1.0000000, 1.0000000)	-0.229
54	ВЫПУЩЕНО, ШТ-5/5-(2600.0000000, 22000.0000000)	-0.200
53	ВЫПУЩЕНО, ШТ-4/5-(1000.0000000, 2600.0000000)	-0.200
52	ВЫПУЩЕНО, ШТ-3/5-(500.0000000, 1000.0000000)	-0.200
51	ВЫПУЩЕНО, ШТ-2/5-(170.0000000, 500.0000000)	-0.200
45	КАЛИБР ПШКИ- ММ-1/5-(105.0000000, 105.0000000)	-0.200

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

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

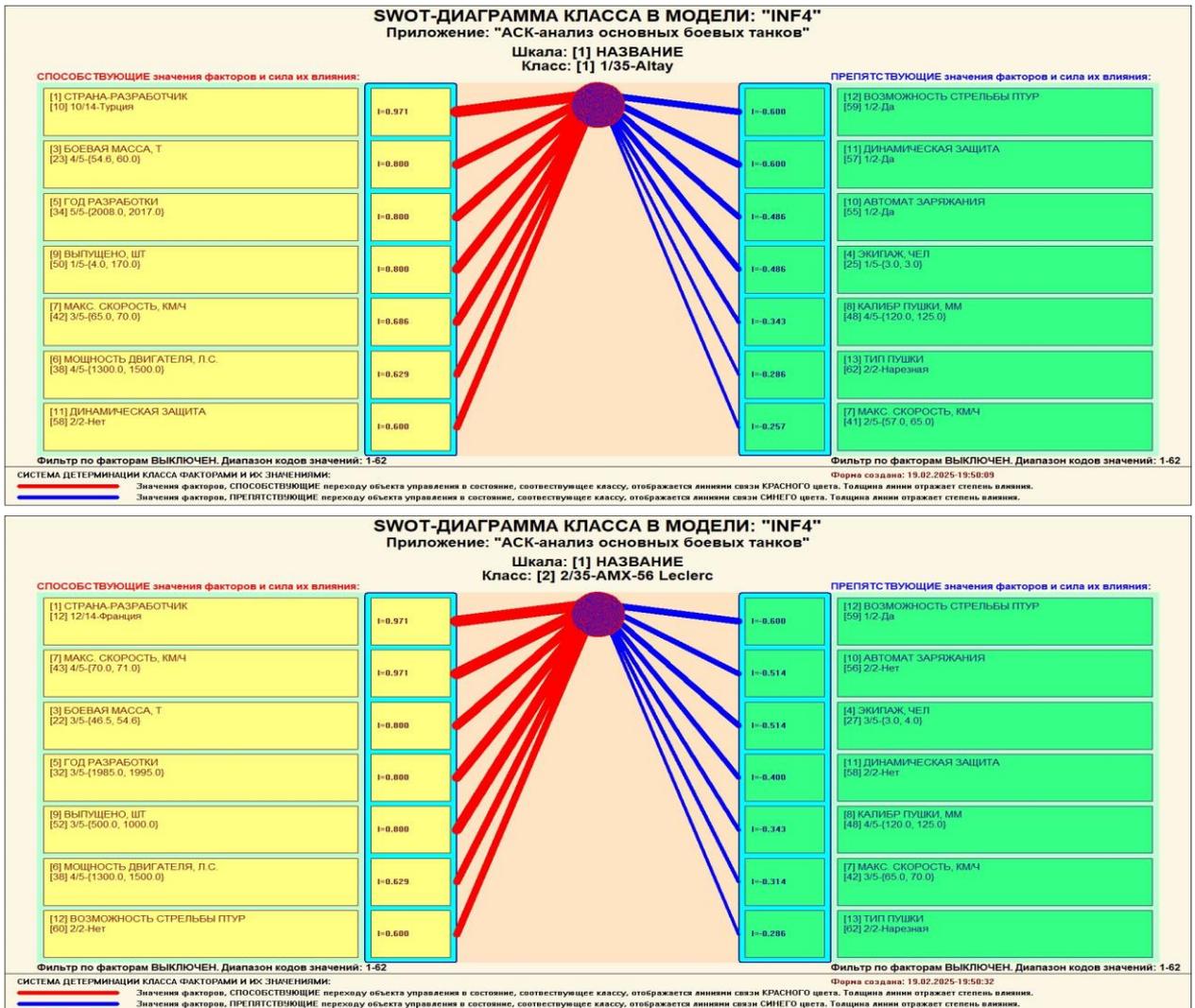


Рисунок 19. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

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

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

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

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

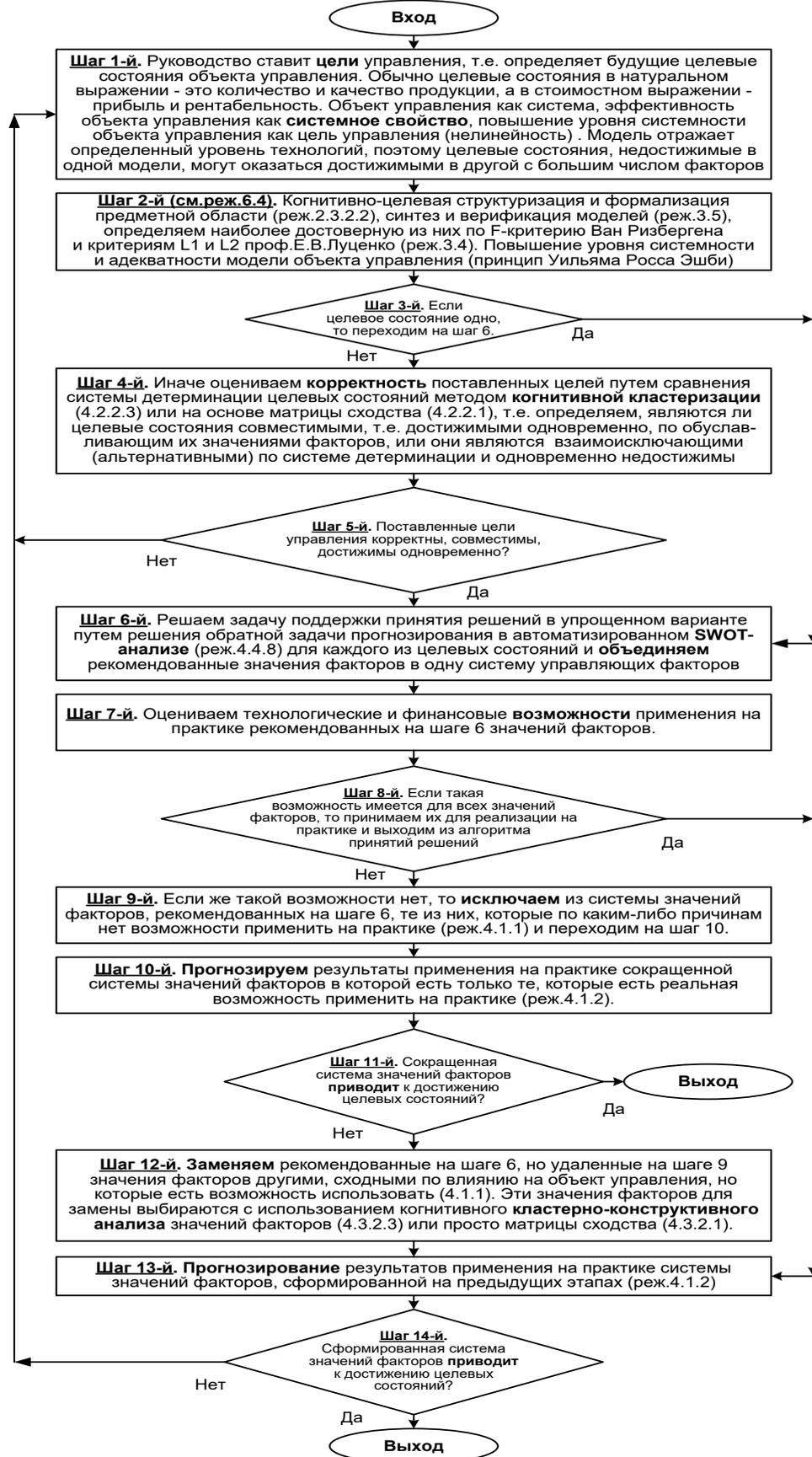


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

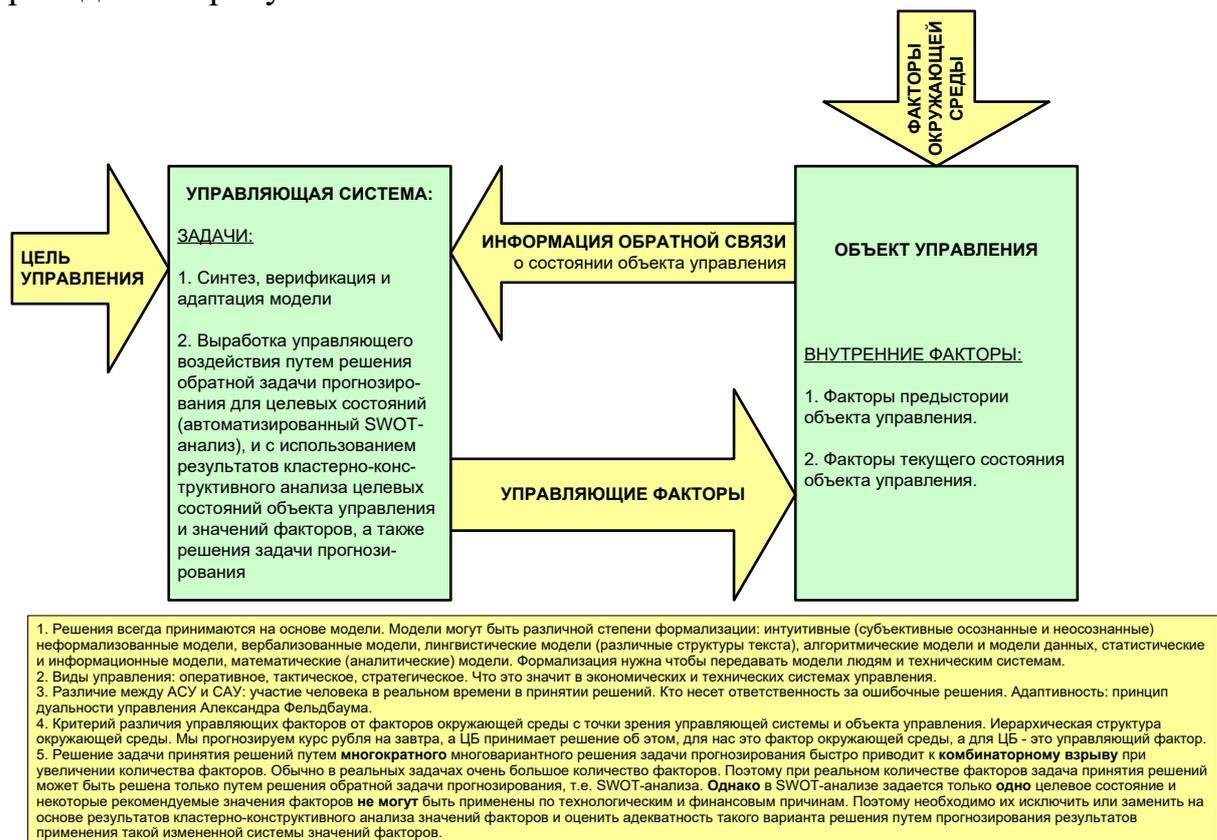


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

Как мы видим в развитом алгоритме принятия решений широко используются результаты решения различных задач: и задачи прогнозирования, и некоторых задач исследования объекта моделирования

путем исследования его модели. Необходимо особо отметить, что система «Эйдос» поддерживает решение всех задач, которые необходимо решать в развитом алгоритме принятия решений. Потому ниже кратко рассмотрим решение этих и некоторых других задач.

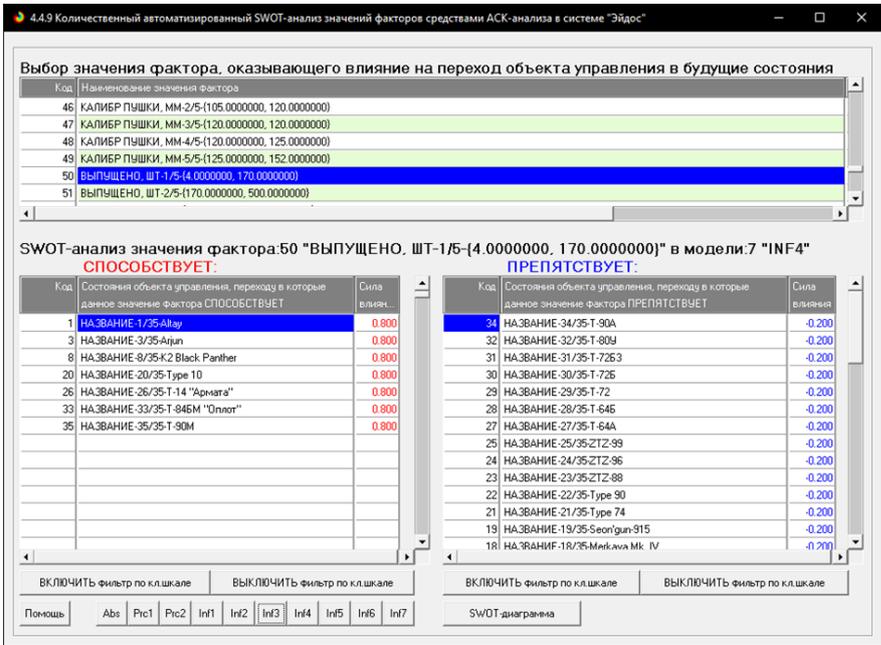
Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических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

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

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

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

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



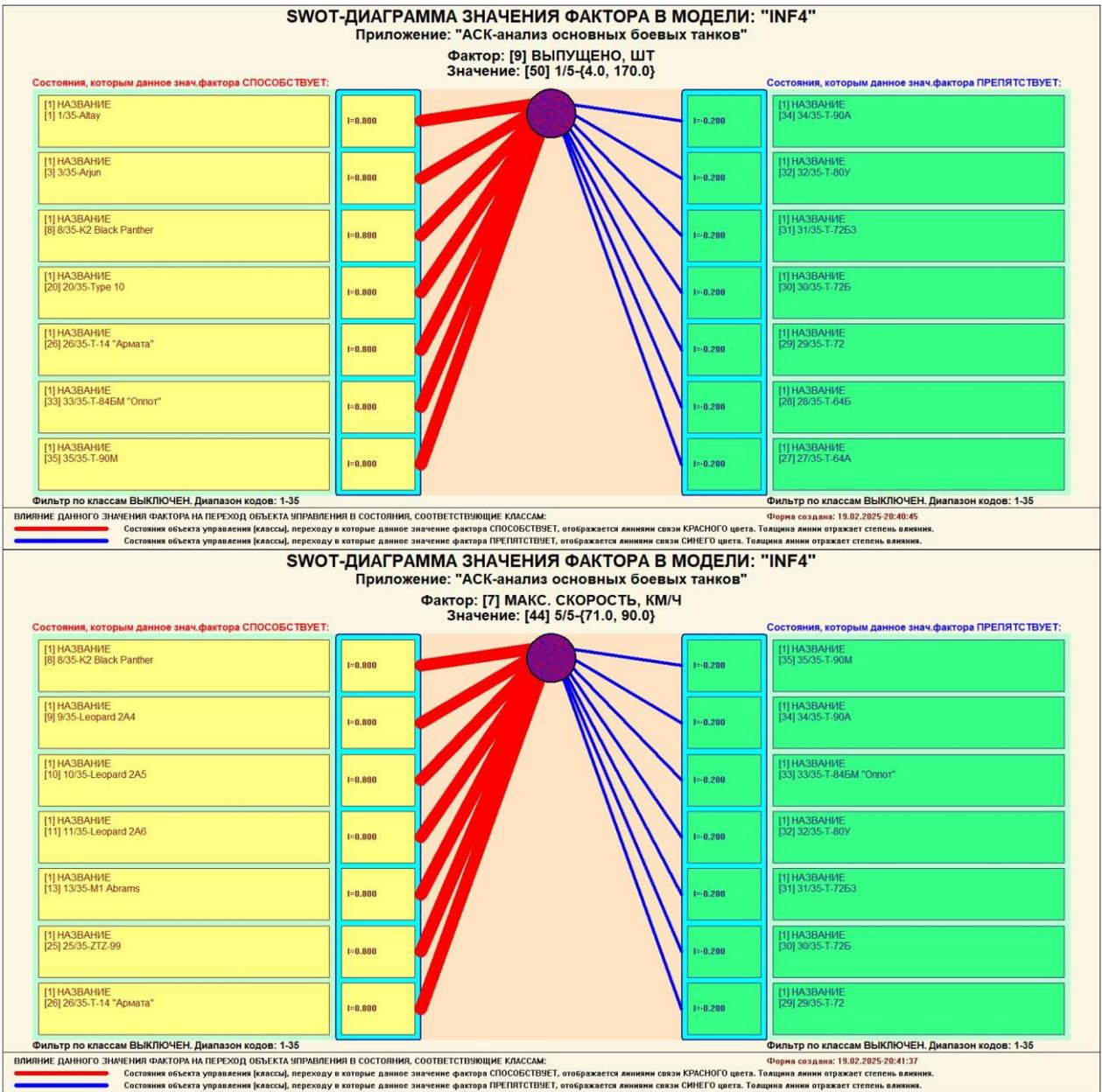


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

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

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

В системе «Эйдос» (в режиме 4.2.2.1, рисунок 23) рассчитывается матрица сходства классов (таблица 13) 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 13) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

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

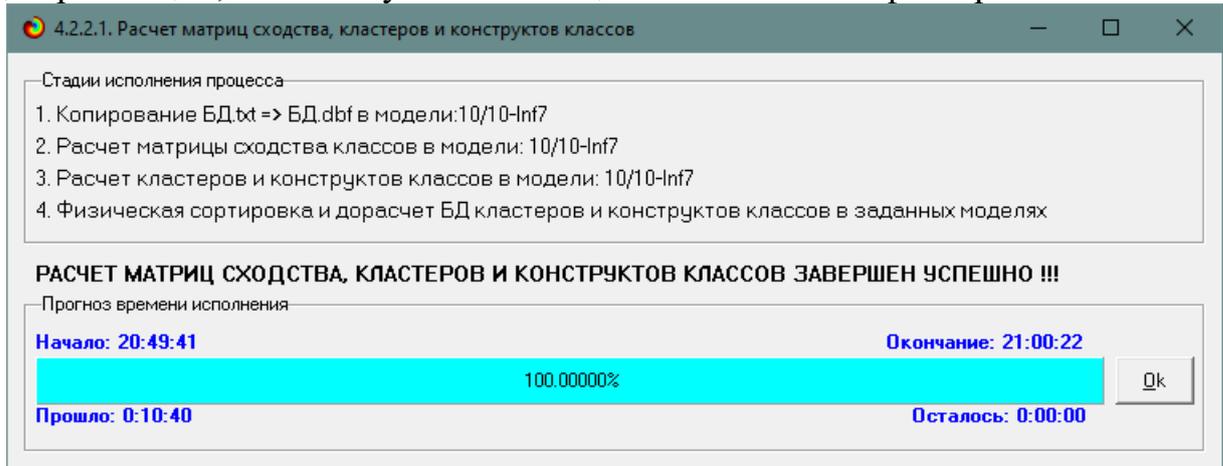


Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 13 – Матрица сходства классов в СК-модели INF4 (фрагмент)

kod_cls	kod_cls_c	name_cls	n1	n2	n3	n4	n5	n6	n7	n8	n9	n10
1	1	НАЗВАНИЕ-1/35-Alay	100	-4.54315106	-0.787678423	-4.093081994	-5.629020681	-3.25281547	-5.862221156	2.704432923	-1.486537778	-5.825917528
2	1	НАЗВАНИЕ-2/35-AMX-55 Leclerc	-4.54315106	100	-4.699176177	-2.894162665	-4.969897852	-7.440928384	-5.79338113	-5.769126502	-7.491959007	-1.232120719
3	1	НАЗВАНИЕ-3/35-Aryun	-0.787678423	-4.699176177	100	-4.292683968	-4.962495957	-3.026715668	-5.631862445	0.156279536	-1.348163447	-5.682423014
4	1	НАЗВАНИЕ-4/35-C1 Anet	-4.093081994	-2.894162665	-4.292683968	1.882740726	100	1.882740726	-6.391428124	-0.057476928	-5.760389307	-6.744248419
5	1	НАЗВАНИЕ-5/35-Challenger 2	-5.829020681	-4.969897852	-4.962495957	1.882740726	1.882740726	100	78.89337535	-2.267925249	-8.081993333	-9.746625779
6	1	НАЗВАНИЕ-6/35-Chieftain	-3.25281547	-7.440928384	-3.026715668	-6.391428124	78.89337535	100	-2.481371229	-4.057842269	5.763394459	-10.32457087
7	1	НАЗВАНИЕ-7/35-K1	-5.862221156	-5.79338113	-5.631862445	-0.057476928	-2.267925249	-2.481371229	100	73.83229812	5.316174844	-10.82957455
8	1	НАЗВАНИЕ-8/35-K2 Black Panther	2.704432923	-5.769126502	0.156279536	-5.760389307	-8.081993333	-4.057842269	73.83229812	100	9.401501357	1.096752182
9	1	НАЗВАНИЕ-9/35-Leopard 2A4	-1.486537778	-7.491959007	-1.348163447	-6.744248419	-9.746625779	5.763394459	5.316174844	9.401501357	100	58.7670542
10	1	НАЗВАНИЕ-10/35-Leopard 2A6	-5.825917528	-1.232120719	-6.802423014	-2.424867143	7.08033404	-10.32457087	-10.82957455	1.096752182	58.7670542	100
11	1	НАЗВАНИЕ-11/35-Leopard 2A6	-5.825917528	-4.362039899	-1.348163447	-6.744248419	-1.04529587	-10.32457087	-10.82957455	1.096752182	58.7670542	86.2556873
12	1	НАЗВАНИЕ-12/35-Leopard I	-7.705624673	-9.92349314	-7.345007755	-6.546779545	-8.930026886	-3.369574208	-2.448862832	-12.35012393	31.83528761	1.875229702
13	1	НАЗВАНИЕ-13/35-M1 Abrams	-2.234783093	-8.696207912	-1.865750336	-7.881393335	-7.9907104	-0.28502441	7.731553527	5.416575815	27.5621145	1.875229702
14	1	НАЗВАНИЕ-14/35-M1A1 Abrams	-3.821453744	-7.586590465	-4.430456889	-6.865702651	-0.945076558	-9.144361858	-1.291663739	-7.385011299	7.487549561	7.487549561
15	1	НАЗВАНИЕ-15/35-M1A2 Abrams	-4.260102117	-7.586590465	-4.108089306	-2.042615202	8.08947426	-10.02540221	-10.57240115	-6.890175082	-6.049463774	36.97439666
16	1	НАЗВАНИЕ-16/35-M60	-7.789601218	-9.990026466	-7.430887517	-8.642076956	-1.960534051	17.04896337	-1.675202101	-12.42031757	-14.56299905	-14.56299905
17	1	НАЗВАНИЕ-17/35-Merkava Mk. I	-6.370353206	-7.962617001	-6.14818099	-4.480492652	6.24342373	-0.07465913	1.621327178	-9.83472351	-3.78428999	-3.78428999
18	1	НАЗВАНИЕ-18/35-Merkava Mk. IV	-4.71563891	-6.868677713	-1.989139516	-1.303275816	2.616579767	-8.139736251	-5.82834391	-6.950481864	-5.997921523	2.39178111
19	1	НАЗВАНИЕ-19/35-ScorpenGun-915	-2.764005913	-4.911057893	-4.098323183	-1.933427869	-1.518013005	-7.22454324	-4.472858326	-2.928172749	-7.493572489	-7.493572489
20	1	НАЗВАНИЕ-20/35-Type 10	1.974283238	-7.409722767	-2.11056812	-3.459445	-3.16232735	-8.82063965	-3.50841649	6.10668478	-10.64798885	-10.64798885
21	1	НАЗВАНИЕ-21/35-Type 74	-7.310495072	-6.898871314	-7.00937135	-8.068616142	-2.515952777	13.91462873	-2.305771981	-11.5143099	-13.58081793	-3.105709111
22	1	НАЗВАНИЕ-22/35-Type 90	-3.87671104	-1.085605556	-5.006247836	4.651262391	5.119689182	-8.652603315	-2.162894174	-6.401489432	-8.65639514	3.072977072
23	1	НАЗВАНИЕ-23/35-ZTZ-88	-7.310495072	-6.898871314	-7.00937135	-1.484665952	9.878490164	7.78397819	-2.305771981	-11.5143099	-13.58081793	-3.105709111
24	1	НАЗВАНИЕ-24/35-ZTZ-96	-7.219730763	-7.660791977	-3.54744812	-5.516289985	-10.5534992	-4.936273616	-1.09323043	-8.26548116	-8.26548116	-11.6058013
25	1	НАЗВАНИЕ-25/35-ZTZ-99	-6.414853465	-1.809370249	-2.68671142	-3.16022999	-10.26689947	-11.28937053	-4.221303212	0.081299336	2.0973712	13.5197421
26	1	НАЗВАНИЕ-26/35-T-14 "Армата"	-3.376074042	-6.411737649	-4.19627275	-5.997241594	-8.558104099	-8.994722671	-7.730236996	-4.652762679	-7.237089565	-7.237089565
27	1	НАЗВАНИЕ-27/35-T-64A	-8.495660073	-9.78165499	-9.185027196	-6.878955354	-13.65946061	12.2386904	-8.018357602	-10.6543128	-15.25835652	-15.25835652
28	1	НАЗВАНИЕ-28/35-T-64B	-8.532789102	-8.917777008	-8.346641679	-5.871107876	-12.36594278	16.34663382	2.049978299	-9.338765652	3.56703345	-13.53038049
29	1	НАЗВАНИЕ-29/35-T-72	-8.00389868	-9.987180901	-9.490619431	-9.010245402	-3.466886547	21.19422927	-11.98301918	-11.20331166	-15.99237986	-0.531440004
30	1	НАЗВАНИЕ-30/35-T-72B	-8.532789102	-8.917777008	-8.346641679	-5.871107876	-12.36594278	-13.67260658	2.049978299	-9.338765652	3.56703345	-13.53038049
31	1	НАЗВАНИЕ-31/35-T-72B3	-3.134763053	-8.917777008	-8.346641679	-5.871107876	-12.36594278	-3.666193111	2.049978299	0.995031593	3.56703345	-13.53038049
32	1	НАЗВАНИЕ-32/35-T-80V	-8.843925971	-8.849078115	-6.853647092	-3.136840803	-1.967403551	-13.59590405	7.337158741	-9.226430679	4.02153352	-13.42217485
33	1	НАЗВАНИЕ-33/35-T-84EM "Onion"	-2.764005913	-3.926735576	-1.370919124	-1.933427869	-4.07519507	-7.22454324	-4.93023293	-2.928172749	-7.493572489	-7.493572489
34	1	НАЗВАНИЕ-34/35-T-90A	-6.843925971	-8.849078115	-1.150248381	-8.618818324	-12.28734417	-3.386818668	-2.908595174	-9.226430679	4.02153352	-13.42217485
35	1	НАЗВАНИЕ-35/35-T-90M	4.170791519	-4.87671608	-1.150248381	-3.136840803	-12.28734417	-13.59590405	-2.908595174	11.85364787	-13.42217485	-13.42217485

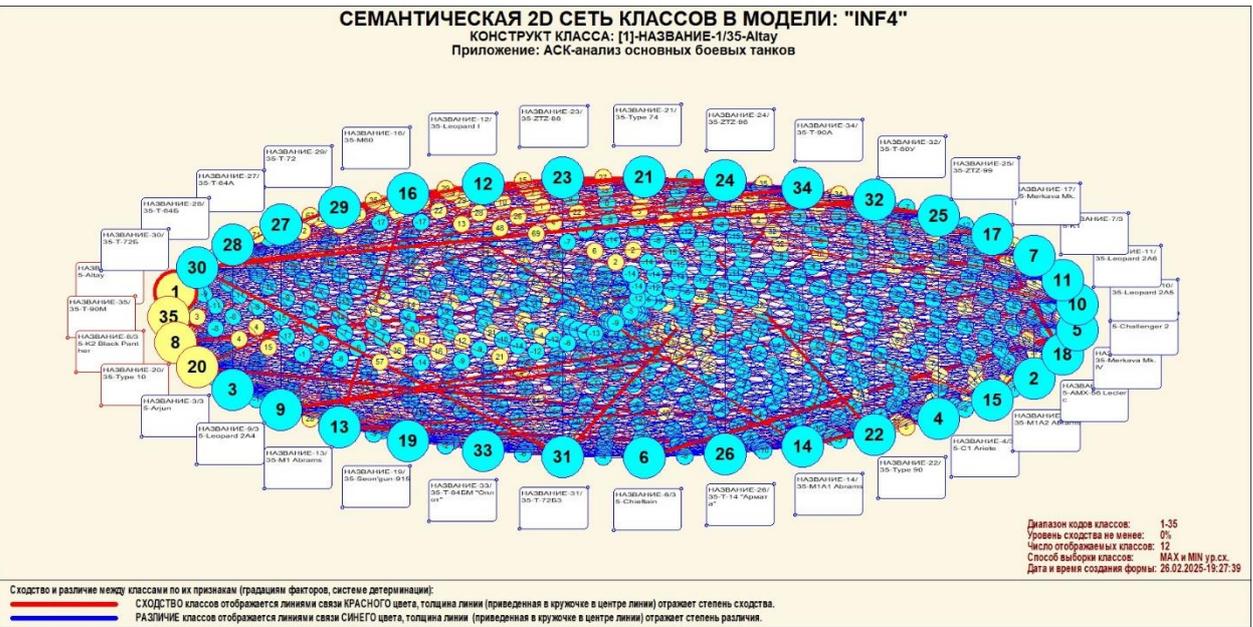


Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)



Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)

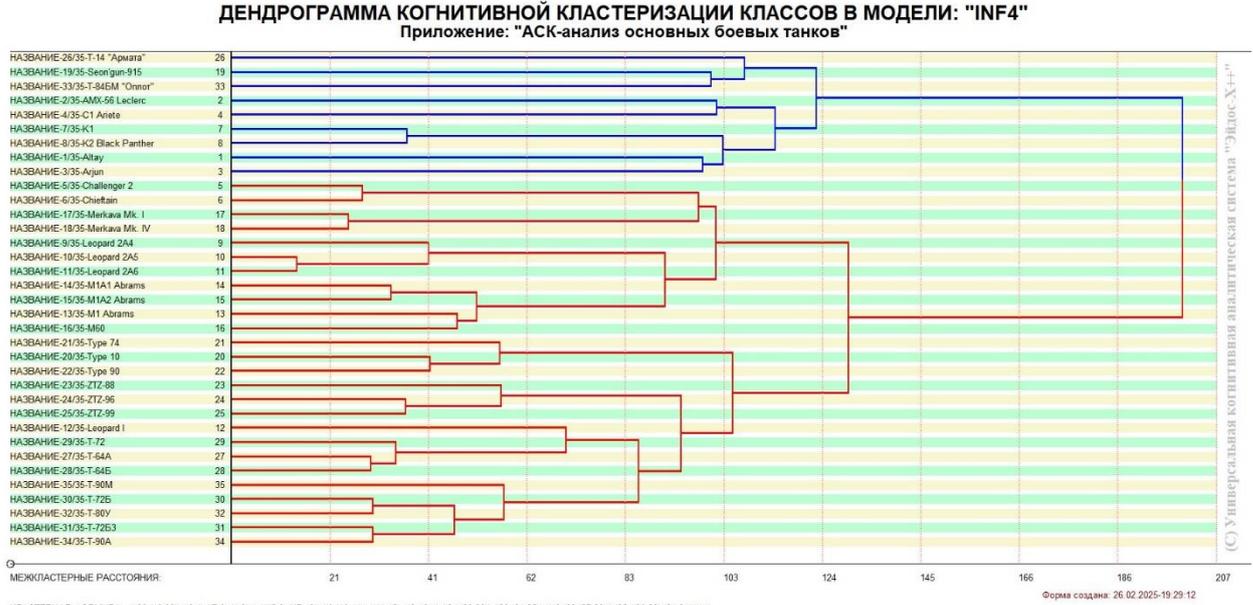


Рисунок 26. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

© Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++"

© Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++"

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

В системе «Эйдос» (в режиме 4.3.2.1, рисунок 27) рассчитывается матрица сходства признаков (таблица 14) 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 14) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

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

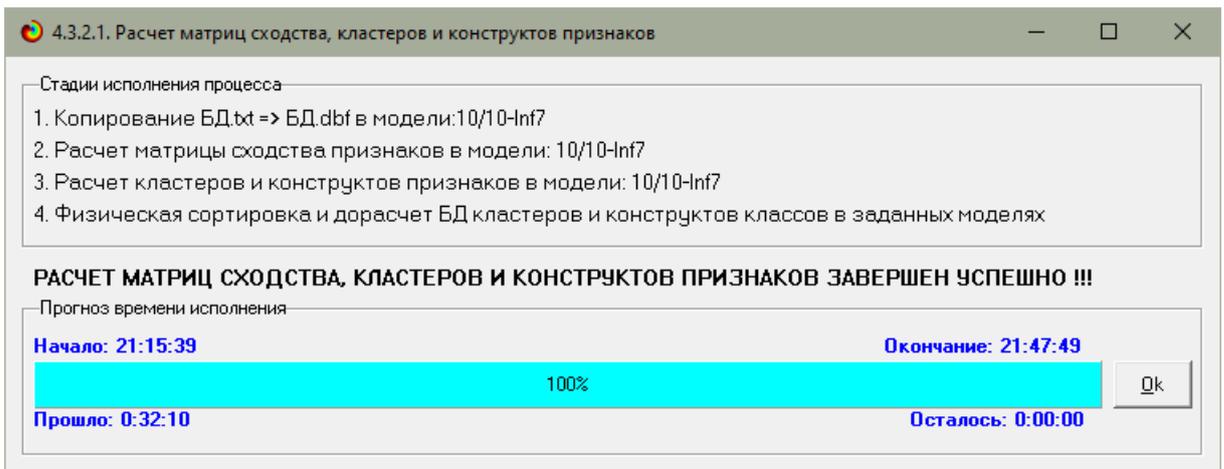
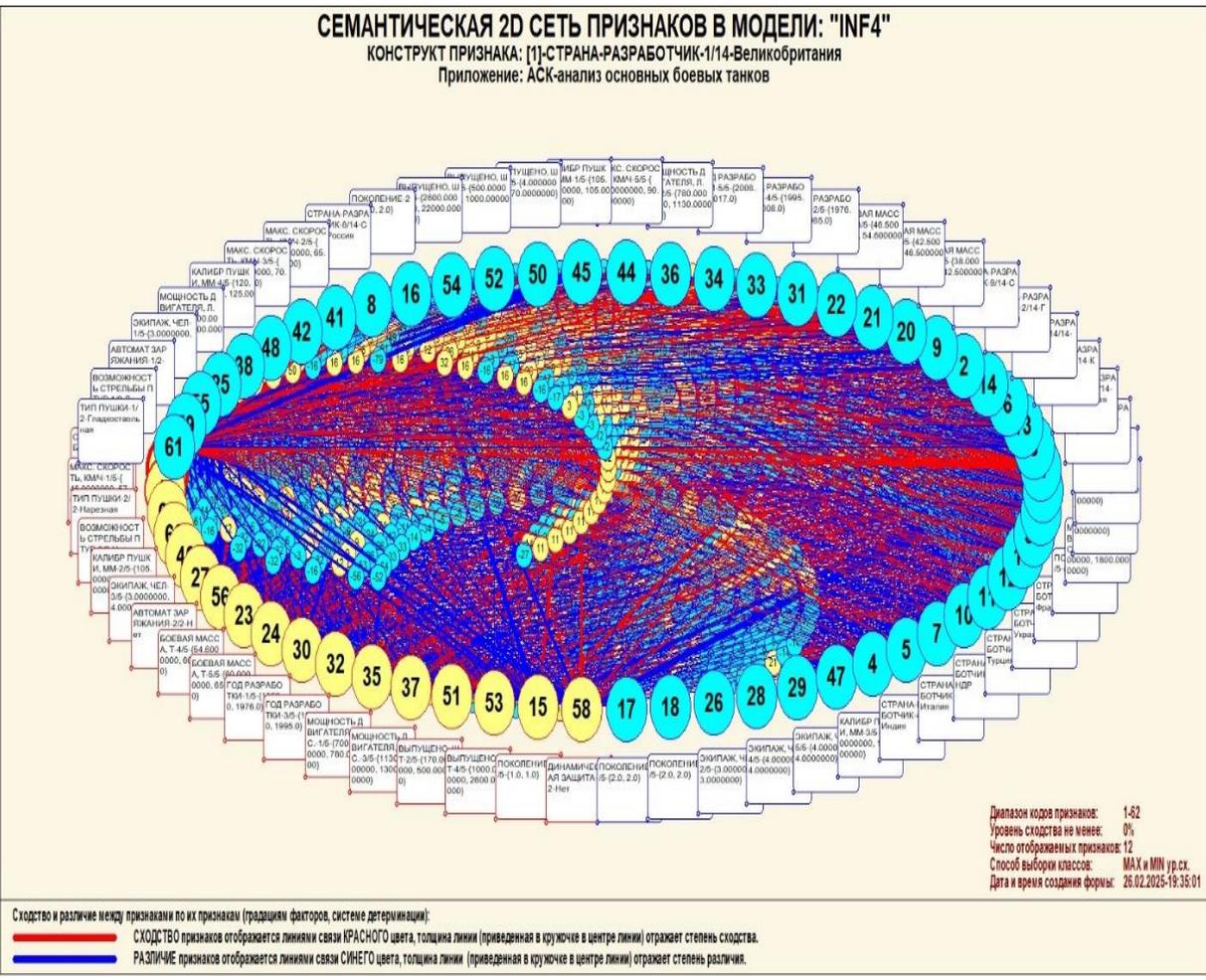


Рисунок 27. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 14 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF4 (фрагмент)

KOD_ATR	KOD_OPSC	NAME_ATR	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
1	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 1/14-Великобритания	100,000000	-8,841338	-6,060001	-4,222033	-4,222033	-7,537786	-4,222033	-14,484136
2	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 2/14-Германия	-8,841338	100,000000	-8,841338	-6,160410	-6,160410	-10,990919	-6,160410	-21,1340986
3	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 3/14-Израиль	-6,060001	-8,841338	100,000000	-4,222033	-4,222033	-7,537786	-4,222033	-14,484136
4	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 4/14-Индия	-4,222033	-6,160410	-4,222033	100,000000	-2,941176	-5,2510503	-2,941176	-10,090919
5	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 5/14-Италия	-4,222033	-6,160410	-4,222033	-2,941176	100,000000	-5,2510503	-2,941176	-10,090919
6	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 6/14-Китай	-7,537786	-10,990919	-7,537786	-5,2510503	-5,2510503	100,000000	-5,2510503	-18,0144173
7	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 7/14-ЮАР	-4,222033	-6,160410	-4,222033	-2,941176	-2,941176	-5,2510503	100,000000	-10,090919
8	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 8/14-СССР/Россия	-14,484136	-21,1340986	-14,484136	-10,090919	-10,090919	-18,0144173	-10,090919	100,000000
9	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 9/14-США	-8,841338	-12,3091491	-8,841338	-6,160410	-6,160410	-10,990919	-6,160410	-21,1340986
10	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 10/14-Турция	-4,222033	-6,160410	-4,222033	-2,941176	-2,941176	-5,2510503	-2,941176	-10,090919
11	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 11/14-Украина	-4,222033	-6,160410	-4,222033	-2,941176	-2,941176	-5,2510503	-2,941176	-10,090919
12	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 12/14-Франция	-4,222033	-6,160410	-4,222033	-2,941176	-2,941176	-5,2510503	-2,941176	-10,090919
13	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 13/14-Южная Корея	-6,060001	-8,841338	-6,060001	-4,222033	-4,222033	-7,537786	-4,222033	-14,484136
14	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК: 14/14-Япония	-7,537786	-10,990919	-7,537786	-5,2510503	-5,2510503	-10,000000	-5,2510503	-18,0144173
15	2	ПОКОЛЕНИЕ: 1/5-(1.000000, 2.000000)	15,9130987	1,8330889	15,9130987	-9,332006	-9,332006	-9,332006	-9,332006	-9,8896609
16	2	ПОКОЛЕНИЕ: 2/5-(1.000000, 2.000000)	-13,0794622	0,5870583	-13,0794622	10,090919	10,090919	-5,3376051	10,090919	-10,2564103
17	2	ПОКОЛЕНИЕ: 3/5-(2.000000, 3.000000)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
18	2	ПОКОЛЕНИЕ: 4/5-(2.000000, 2.000000)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
19	2	ПОКОЛЕНИЕ: 5/5-(2.000000, 3.000000)	-4,222033	-6,160410	-4,222033	-2,941176	-2,941176	-5,2510503	-2,941176	-29,1491544
20	3	ВСЕВАЯ МАССА, 1-1/5-(8.000000, 42.000000)	-12,3091491	4,4901326	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	35,7217254	-8,5749293	19,6116133
21	3	ВСЕВАЯ МАССА, 1-2/5-(42.000000, 46.000000)	-12,3091491	-17,960302	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	-15,3091309	34,2997170	35,9546248
22	3	ВСЕВАЯ МАССА, 1-3/5-(46.000000, 54.000000)	-12,3091491	-17,960302	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	34,2997170	10,2062073	-13,0744090
23	3	ВСЕВАЯ МАССА, 1-4/5-(54.000000, 60.000000)	18,4637236	4,4901326	12,3091491	34,2997170	-8,5749293	-15,3091309	-8,5749293	-13,0744090
24	3	ВСЕВАЯ МАССА, 1-5/5-(60.000000, 60.000000)	18,4637236	-17,960302	49,2305964	-8,5749293	-8,5749293	-15,3091309	-8,5749293	-29,4174203
25	4	ЭНИТАН, ЧЕЛ-1/5-(3.000000, 3.000000)	-23,246854	-34,3093959	-23,246854	-16,666667	-16,666667	11,0855507	17,6470588	60,5405513
26	4	ЭНИТАН, ЧЕЛ-2/5-(3.000000, 3.000000)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
27	4	ЭНИТАН, ЧЕЛ-3/5-(3.000000, 4.000000)	23,246854	34,3093959	23,246854	16,666667	16,666667	-11,0855507	-17,6470588	-60,5405513
28	4	ЭНИТАН, ЧЕЛ-4/5-(4.000000, 4.000000)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
29	4	ЭНИТАН, ЧЕЛ-5/5-(4.000000, 4.000000)	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
30	5	ГОД РАЗРАБОТКИ-1/5-(1959.000000, 1976.000000)	18,4637236	4,4901326	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	-15,3091309	-8,5749293	19,6116133
31	5	ГОД РАЗРАБОТКИ-2/5-(1976.000000, 1985.000000)	-12,3091491	4,4901326	18,4637236	-8,5749293	-8,5749293	-15,3091309	-8,5749293	-28,088023
32	5	ГОД РАЗРАБОТКИ-3/5-(1985.000000, 1995.000000)	18,4637236	4,4901326	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	34,2997170	10,2062073	-29,4174203
33	5	ГОД РАЗРАБОТКИ-4/5-(1995.000000, 2008.000000)	-12,3091491	4,4901326	18,4637236	-8,5749293	-8,5749293	35,7217254	-8,5749293	-13,0744090
34	5	ГОД РАЗРАБОТКИ-5/5-(2008.000000, 2017.000000)	-17,960302	-17,960302	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	-15,3091309	-8,5749293	19,6116133
35	6	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-1/5-(700.000000, 780.000000)	18,4637236	-17,960302	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	10,2062073	-8,5749293	19,6116133
36	6	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-2/5-(780.000000, 1130.000000)	-12,3091491	4,4901326	18,4637236	-8,5749293	-8,5749293	-10,2062073	-8,5749293	35,9546248
37	6	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-3/5-(1130.000000, 1300.000000)	18,4637236	-17,960302	-12,3091491	-8,5749293	-8,5749293	34,2997170	-15,3091309	-13,0744090



КРУГОВАЯ КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА СХОДСТВА ПРИЗНАКОВ

(С) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
 Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производит
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
 Дата и время создания диаграммы: 2025-02-27 08:19:04.582197

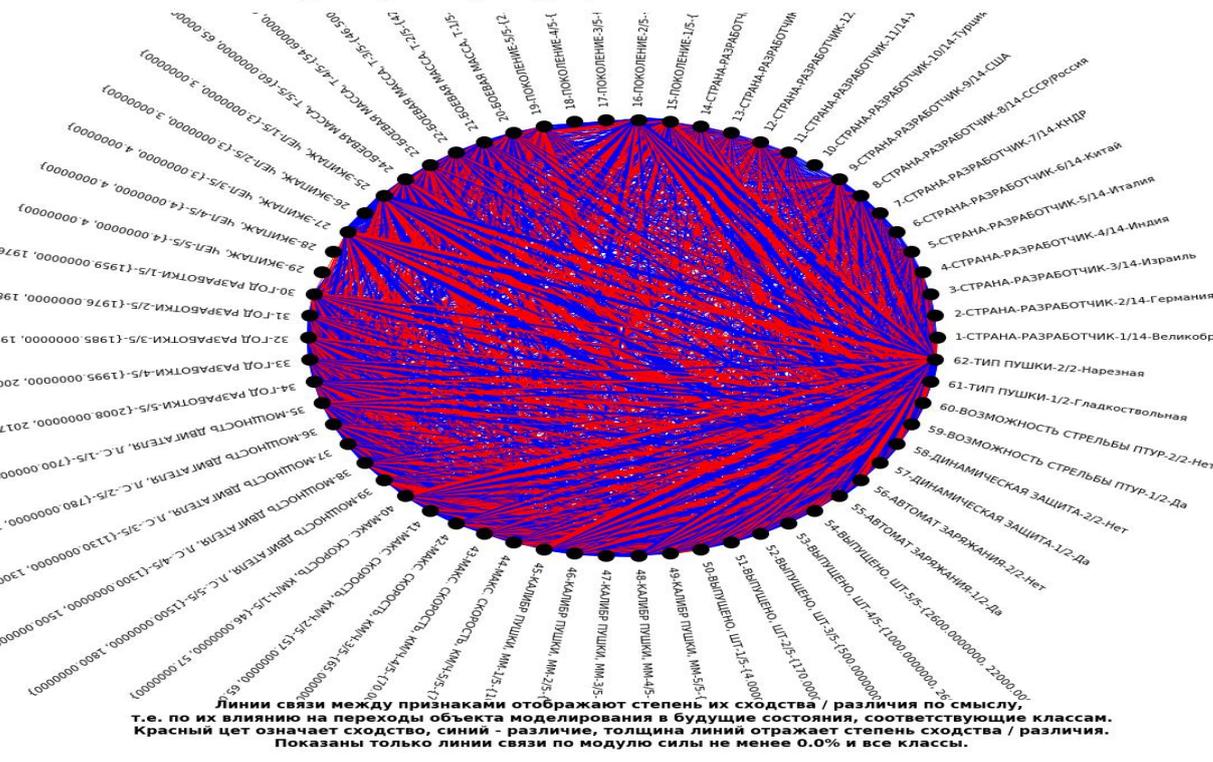
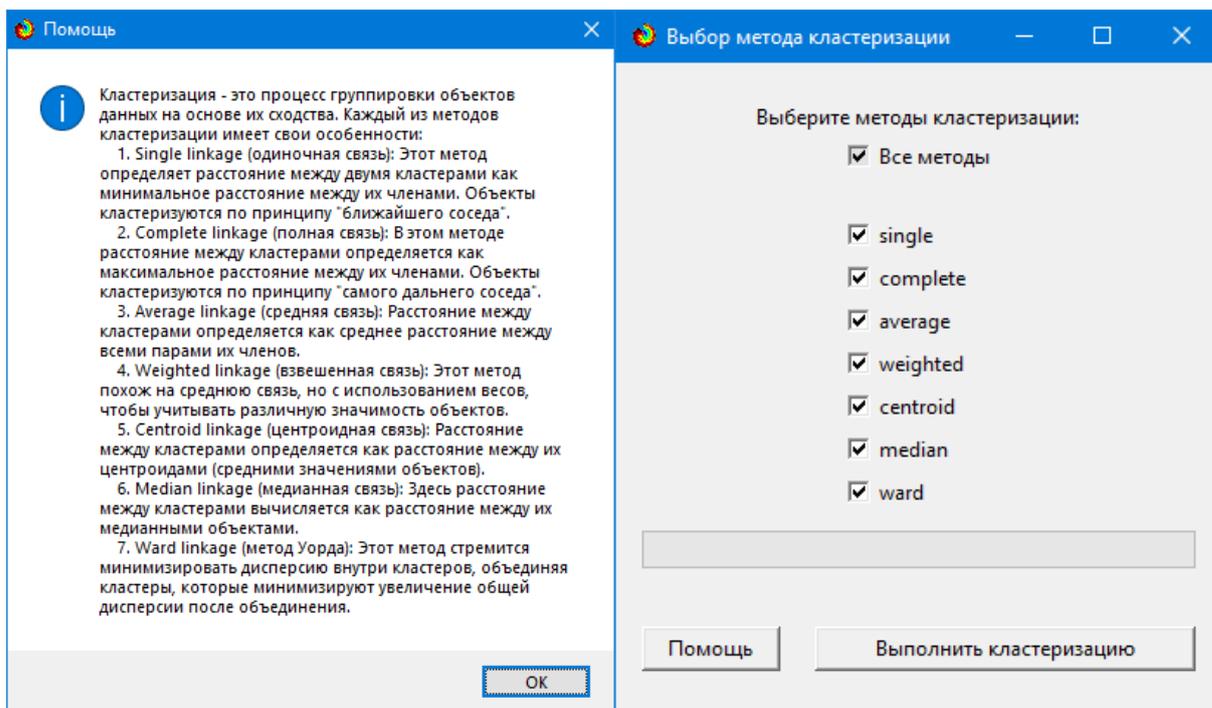
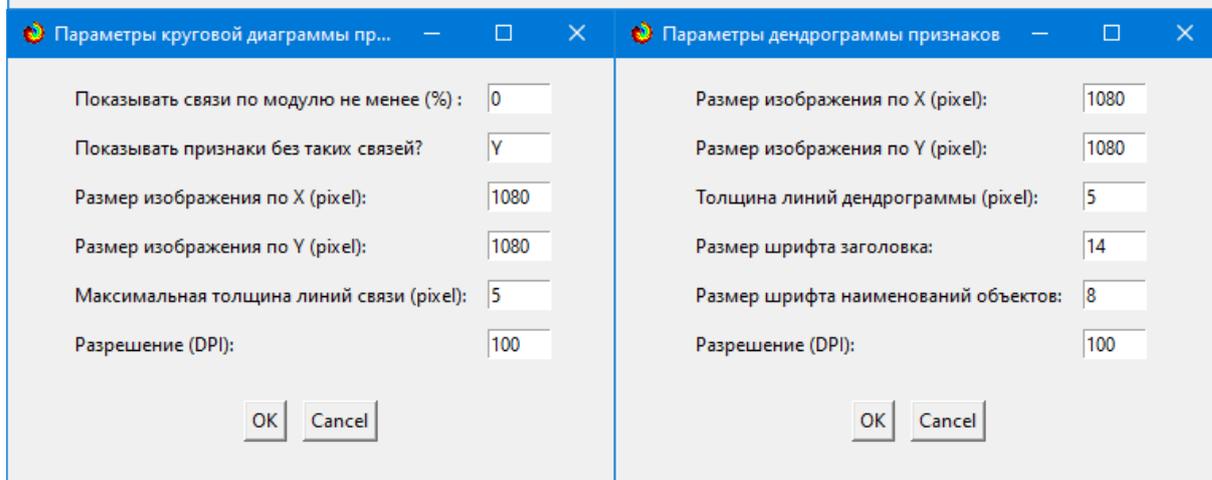
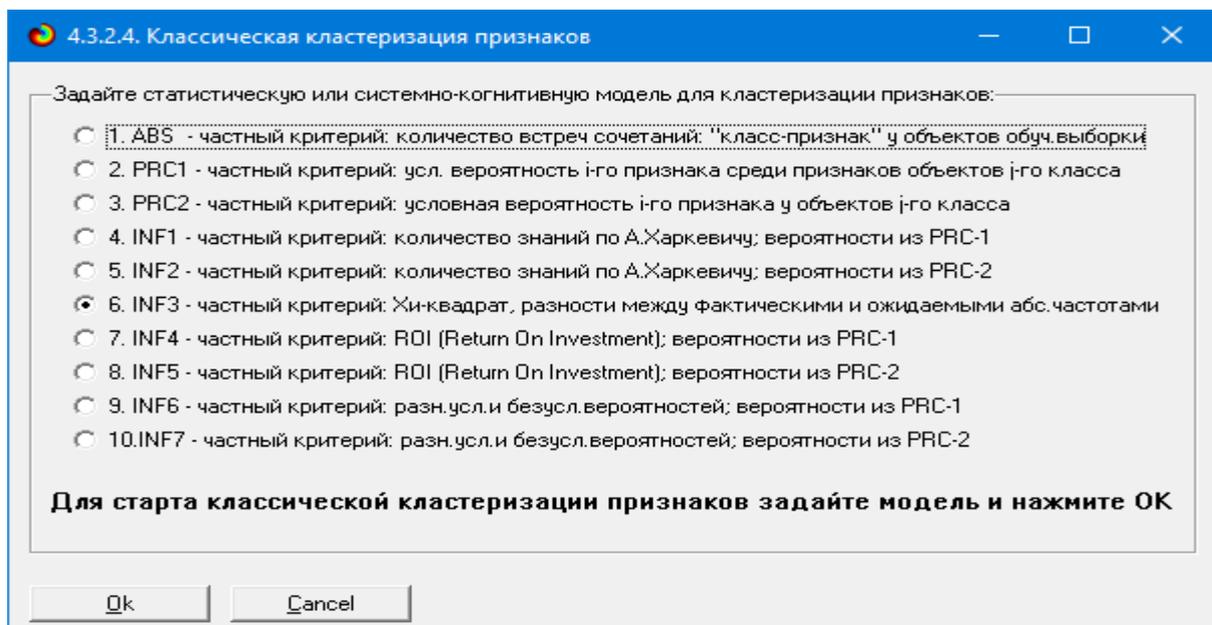


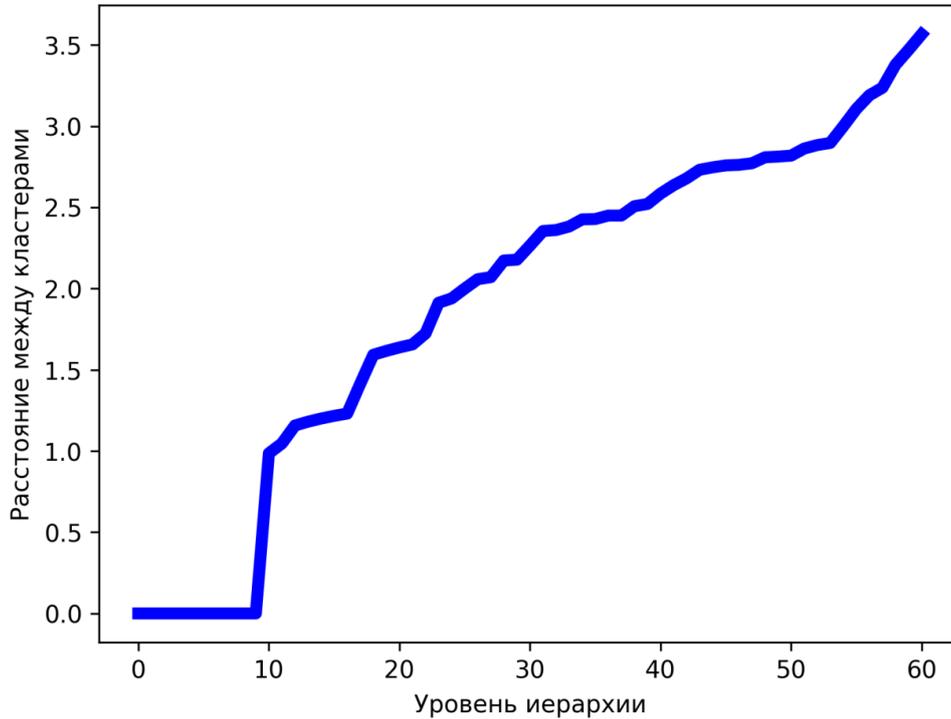
Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF4 (режим 4.3.2.2)



ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

(С^o) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'

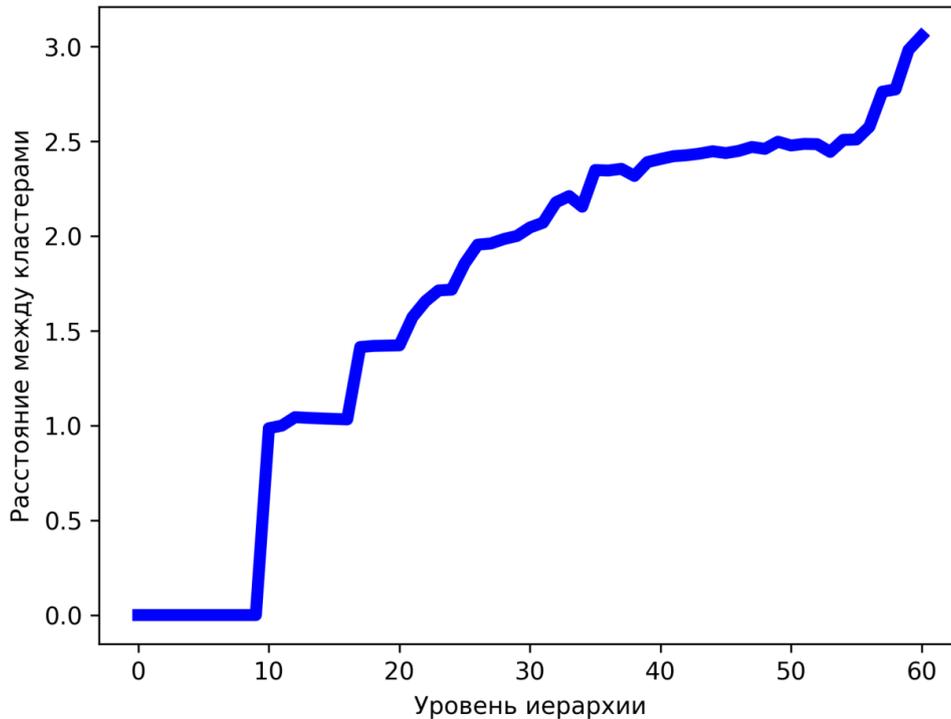
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
 Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

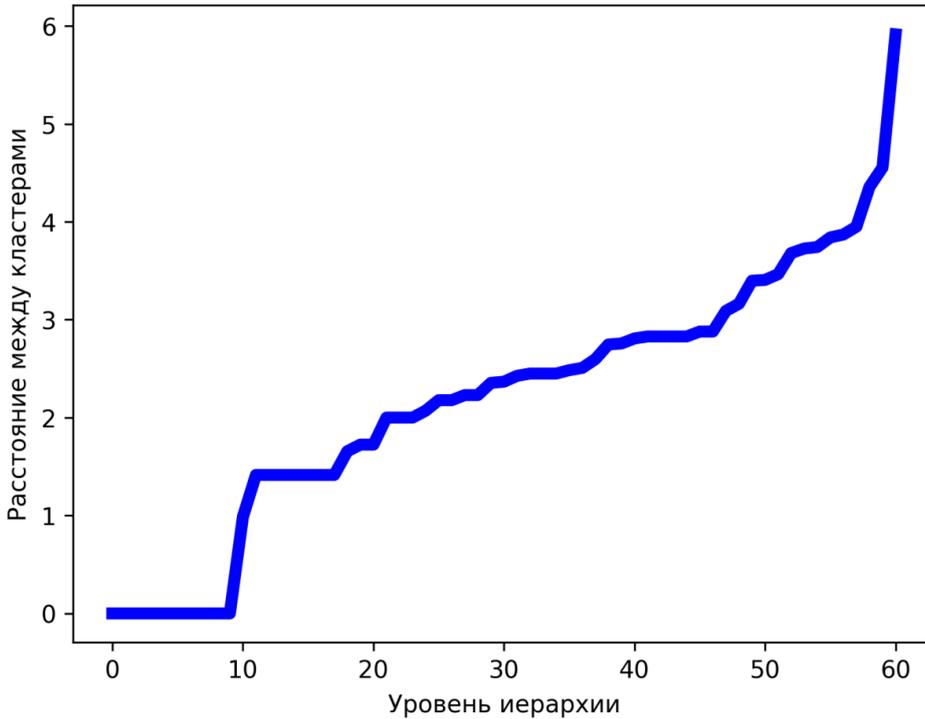
(С^o) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'

Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
 Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



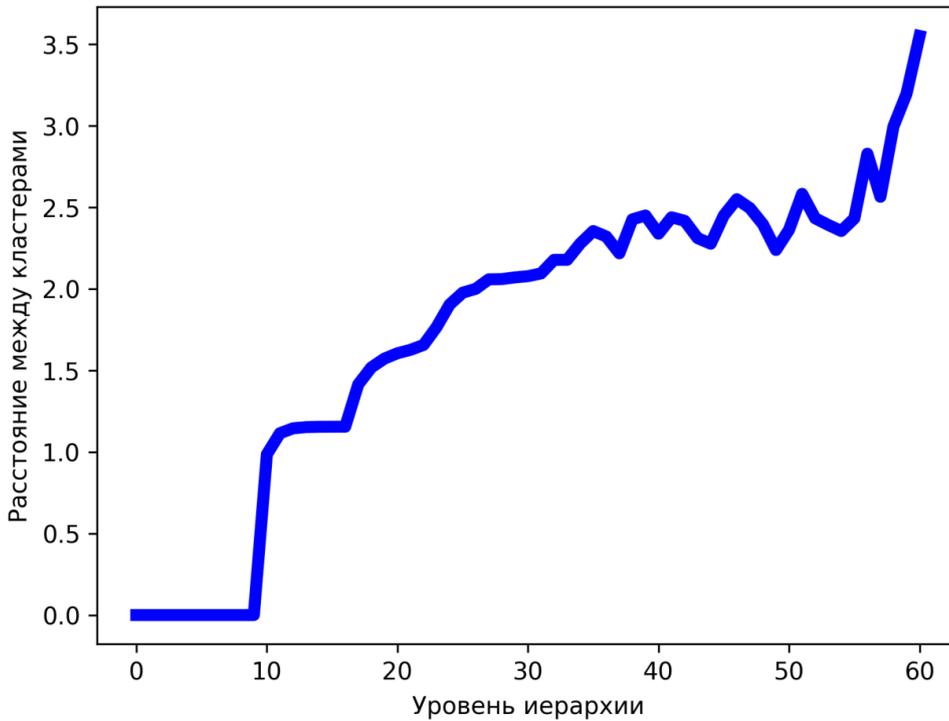
ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

(С^о) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

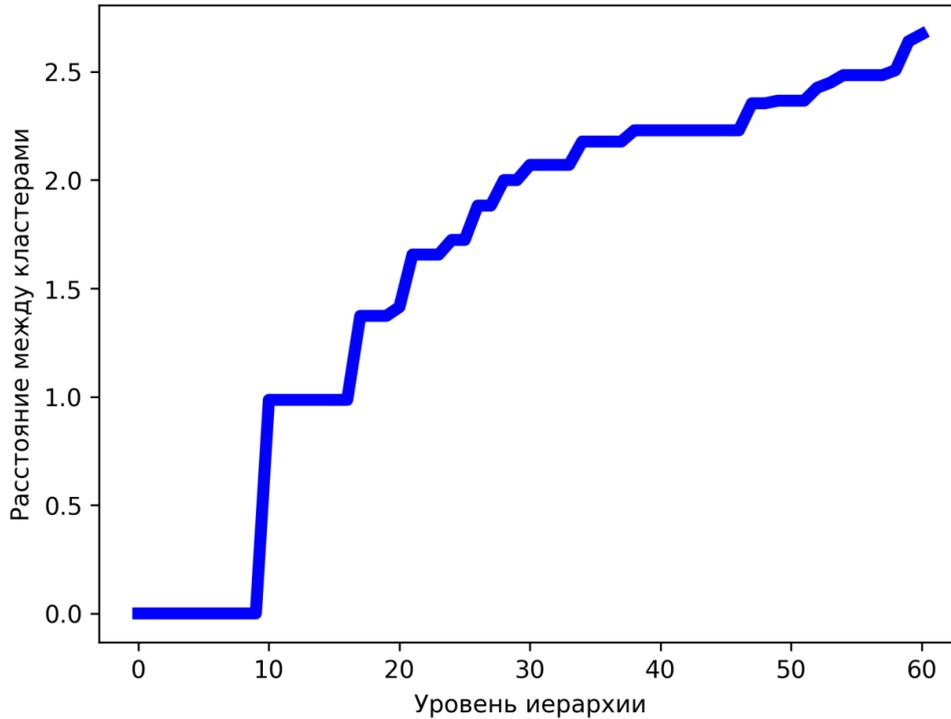
(С^о) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

(С^o) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'

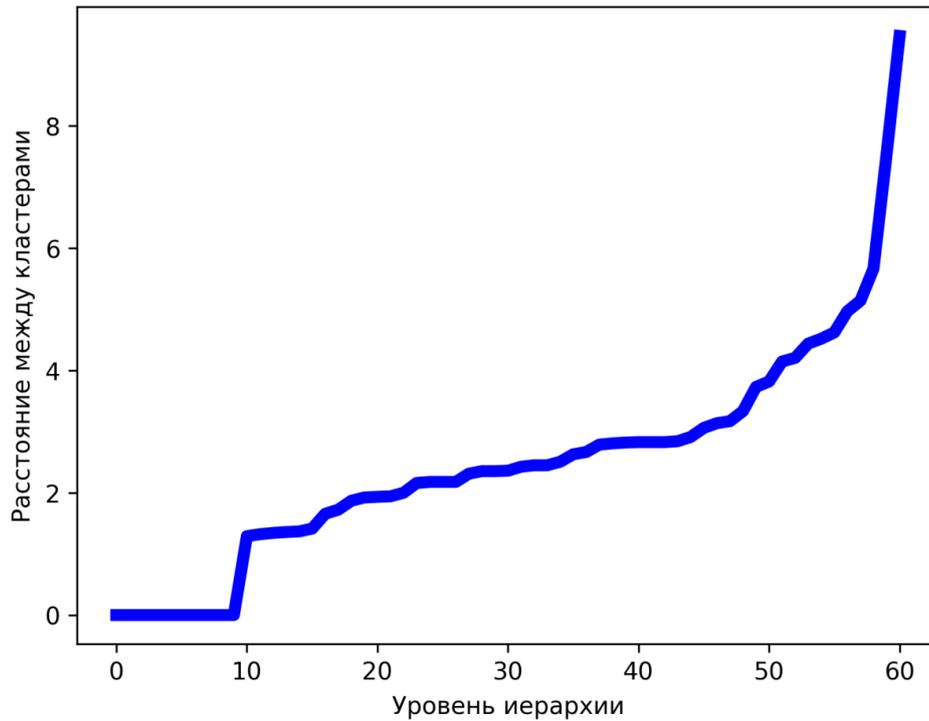
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
 Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

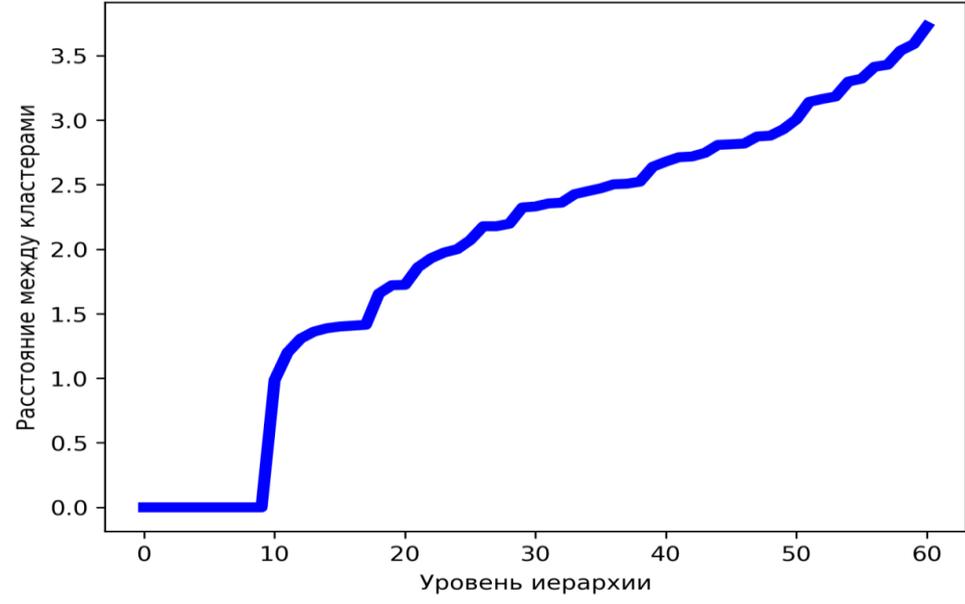
(С^o) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'

Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
 Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
 Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



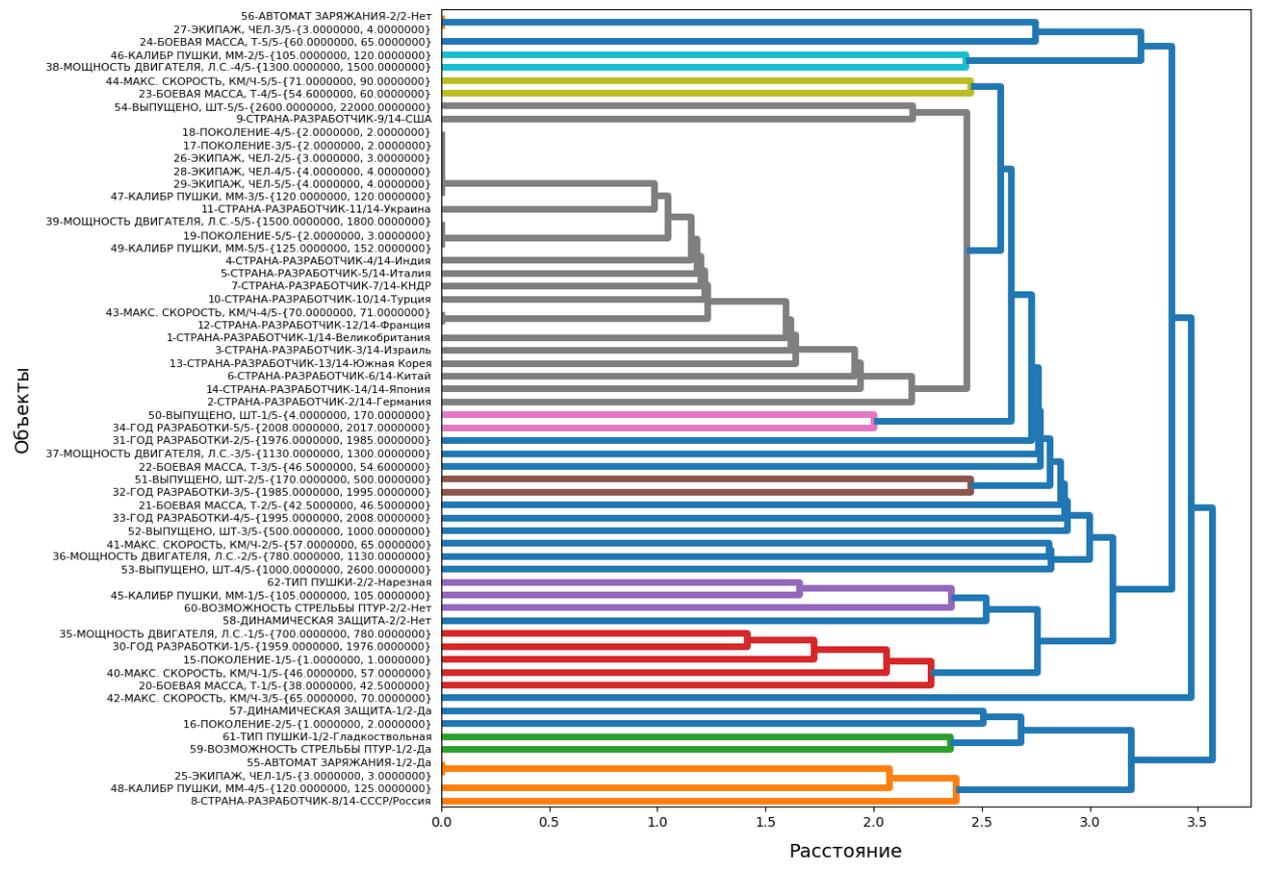
ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ ДЕНДРОГРАММЫ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Дата и время создания формы: 2025-02-27 08:18:51.569666



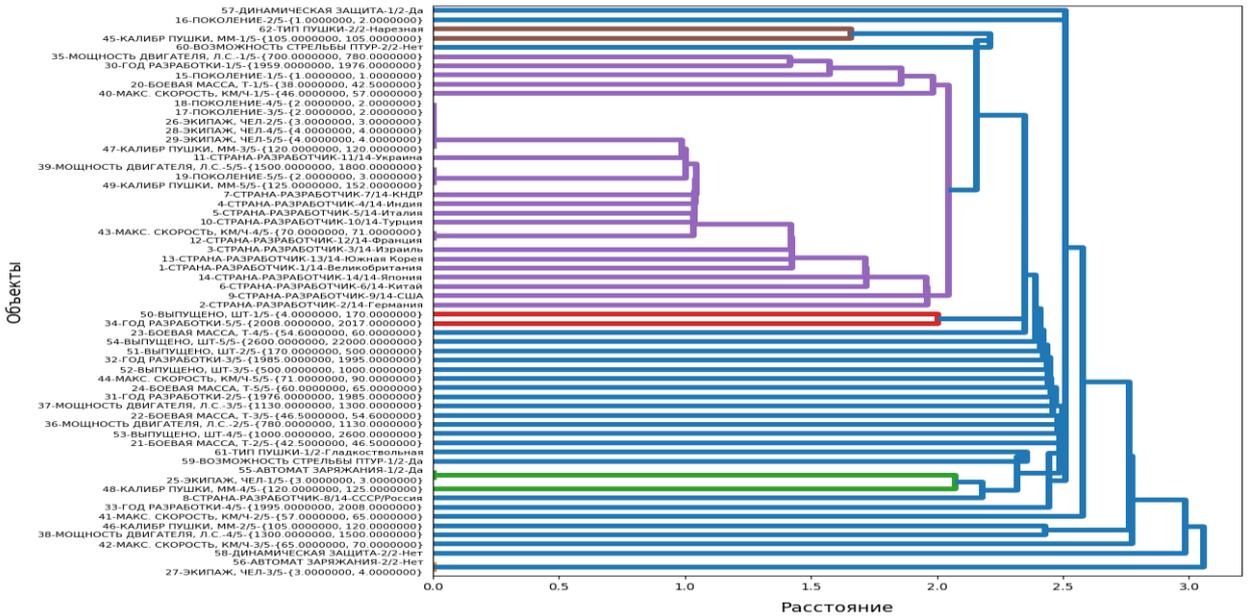
ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: average
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:49.672687



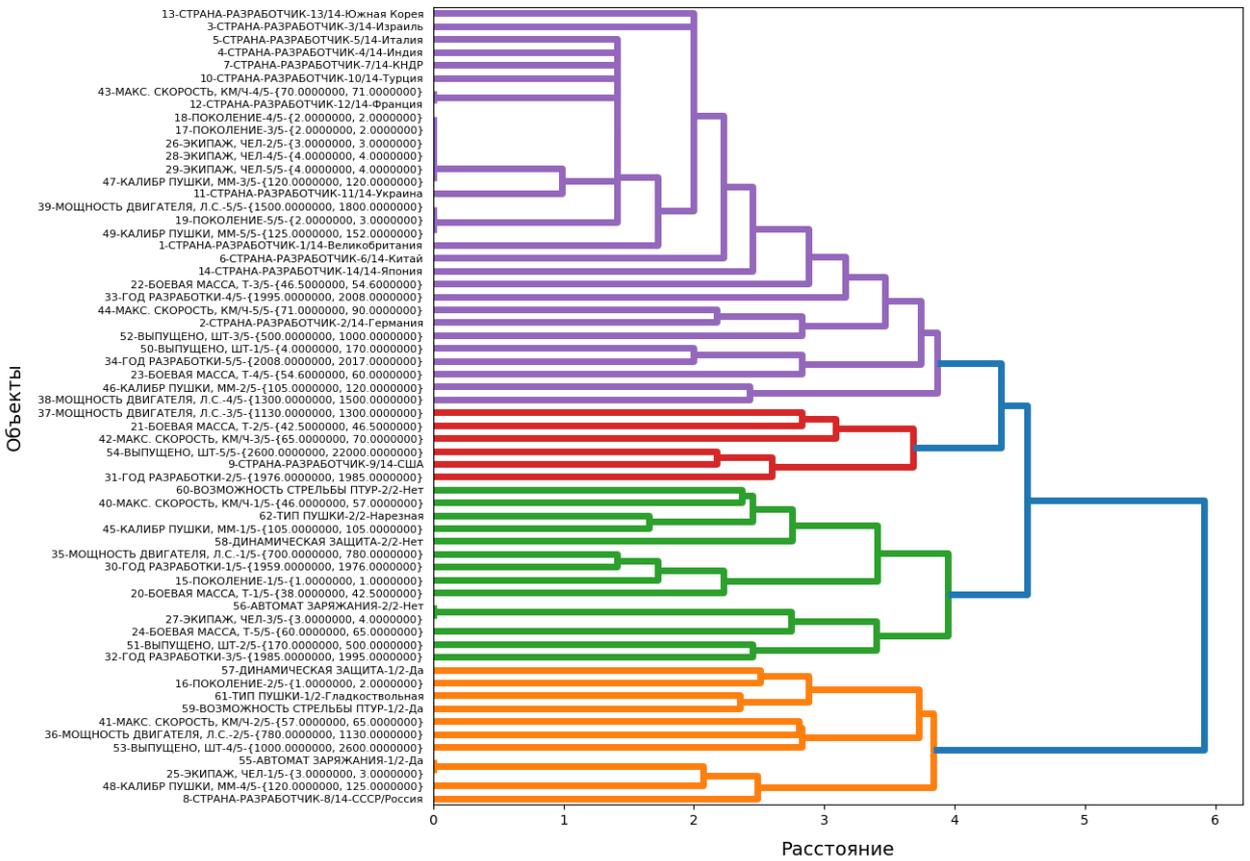
ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: centroid
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:52.941674



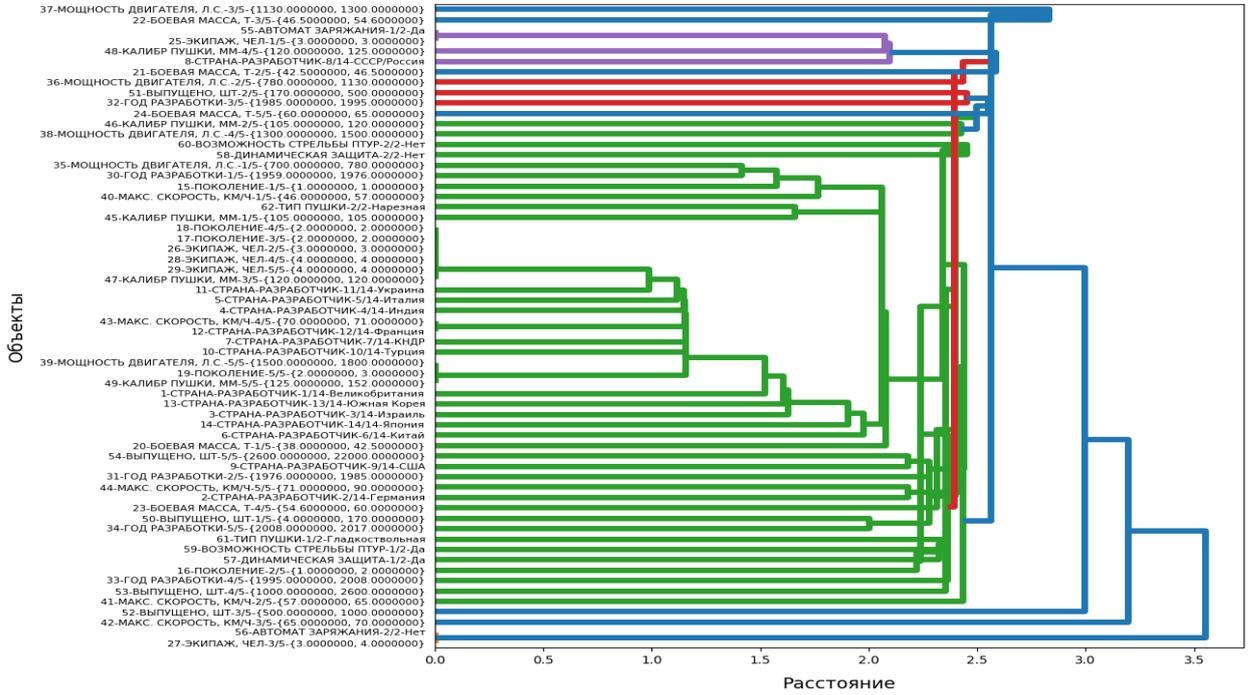
ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: complete
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:48.046689



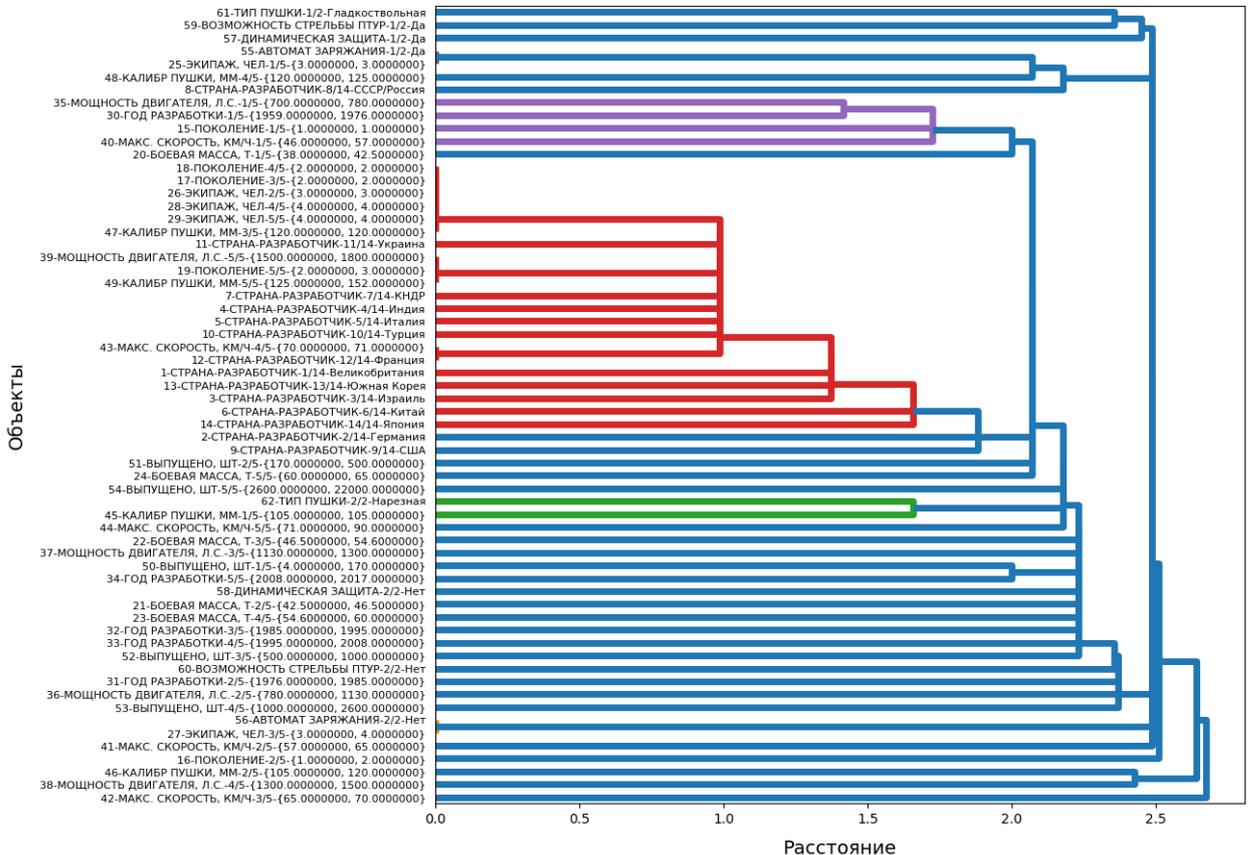
ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: median
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:54.569671



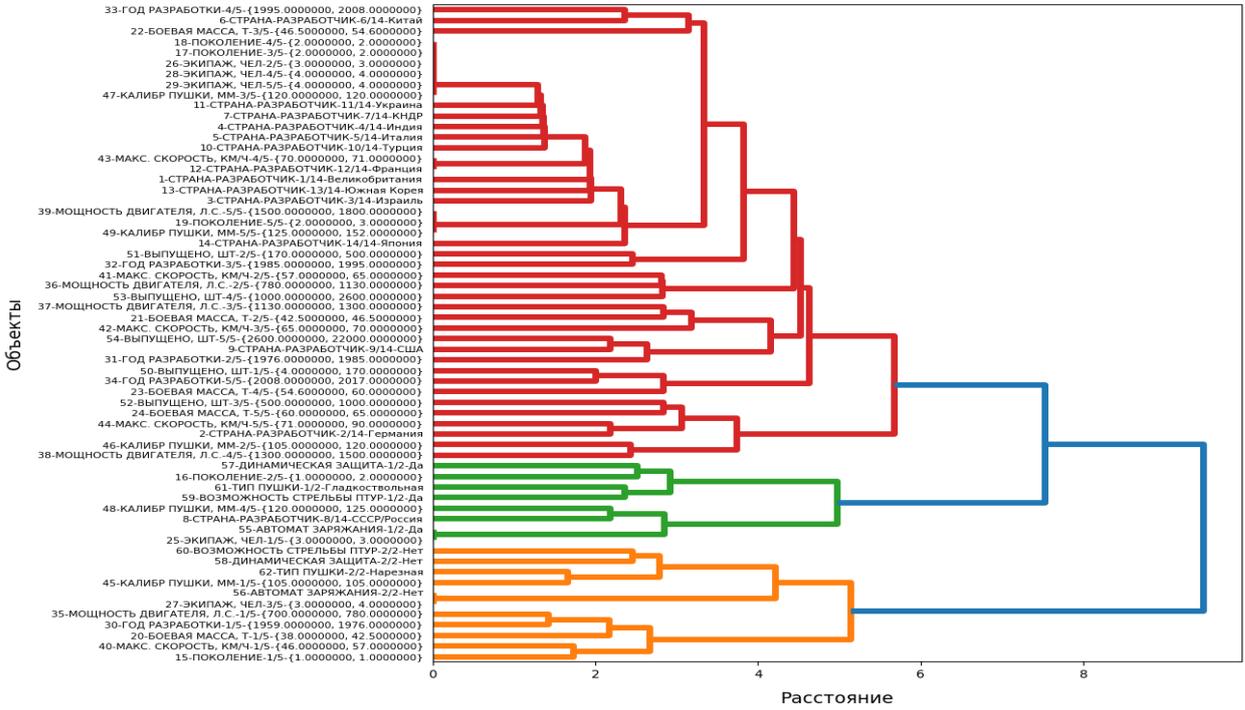
ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: single
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:46.428685



ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: ward
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:56.191672



ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ

(С°) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению и стране производства
Модель: 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами
Метод кластеризации: weighted
Дата и время создания дендрограммы: 2025-02-27 08:19:51.313676

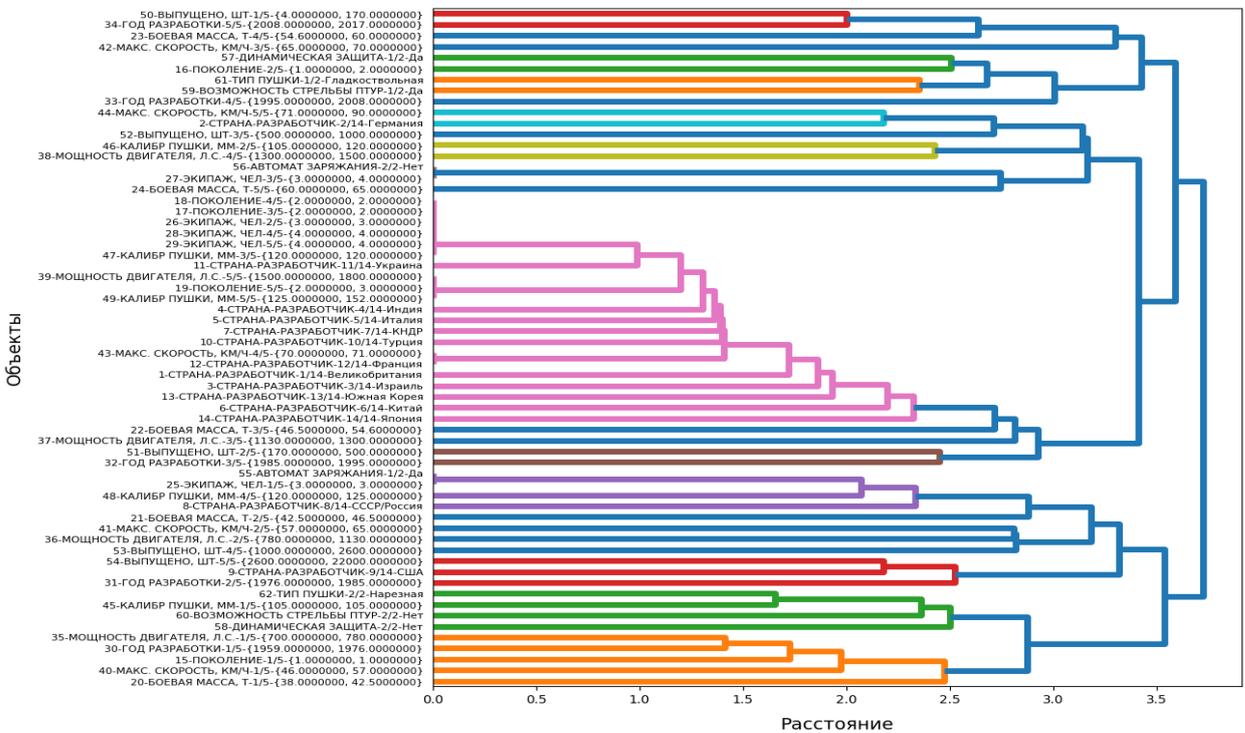


Рисунок 29. Выходные формы агломеративной кластеризации признаков (режим 4.3.2.4)



Рисунок 30. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)

3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны

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

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

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

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

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

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

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

В системе «Эйдос» нелокальные нейроны визуализируются (режим 4.4.10 системы «Эйдос») в виде специальных графических форм, на которых

сила и направление влияния рецепторов нейрона на степень его активации/торможения, которые отображаются соответственно в форме цвета и толщины дендрита (рисунок 31). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

4.4.10.Графическое отображение нелокального нейрона в системе "Эйдос"

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	НАЗВАНИЕ-1/35-Altay
2	НАЗВАНИЕ-2/35-AMX-56 Leclerc
3	НАЗВАНИЕ-3/35-Ajunt
4	НАЗВАНИЕ-4/35-C1 Ariete
5	НАЗВАНИЕ-5/35-Challenger 2
6	НАЗВАНИЕ-6/35-Chieftain
7	НАЗВАНИЕ-7/35-K1
8	НАЗВАНИЕ-8/35-K2 Black Panther
9	НАЗВАНИЕ-9/35-Leopard 2A4

Подготовка визуализации нейрона:1 "НАЗВАНИЕ-1/35-Altay" в модели:7 "INF4"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
10	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-10/14-Турция	0.971
23	БОЕВАЯ МАССА, Т-4/5-(54.6000000, 60.0000000)	0.800
34	ГОД РАЗРАБОТКИ-5/5-(2008.0000000, 2017.0000000)	0.800
50	ВЫПУЩЕНО, ШТ-1/5-(4.0000000, 170.0000000)	0.800
42	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-3/5-(65.0000000, 70.0000000)	0.686
38	МОШНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-4/5-(1300.0000000, 1500.0000000)	0.629
58	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-2/2-Нет	0.600
60	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛБЫ ПТУР-2/2-Нет	0.600
46	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-2/5-(105.0000000, 120.0000000)	0.571

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
53	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛБЫ ПТУР-1/2-Да	-0.600
57	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-1/2-Да	-0.600
55	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-1/2-Да	-0.486
25	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-1/5-(3.0000000, 3.0000000)	-0.486
48	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-4/5-(120.0000000, 125.0000000)	-0.343
62	ТИП ПУШКИ-2/2-Нарезная	-0.286
41	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-2/5-(57.0000000, 65.0000000)	-0.257
8	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-8/14-СССР/Россия	-0.257
15	ПОКОЛЕНИЕ-1/5-(1.0000000, 1.0000000)	-0.229

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору / ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

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

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

Сортировать рецепторы: по информативности по модулю информативности

Отображать рецепторы: с наименованиями только с кодами



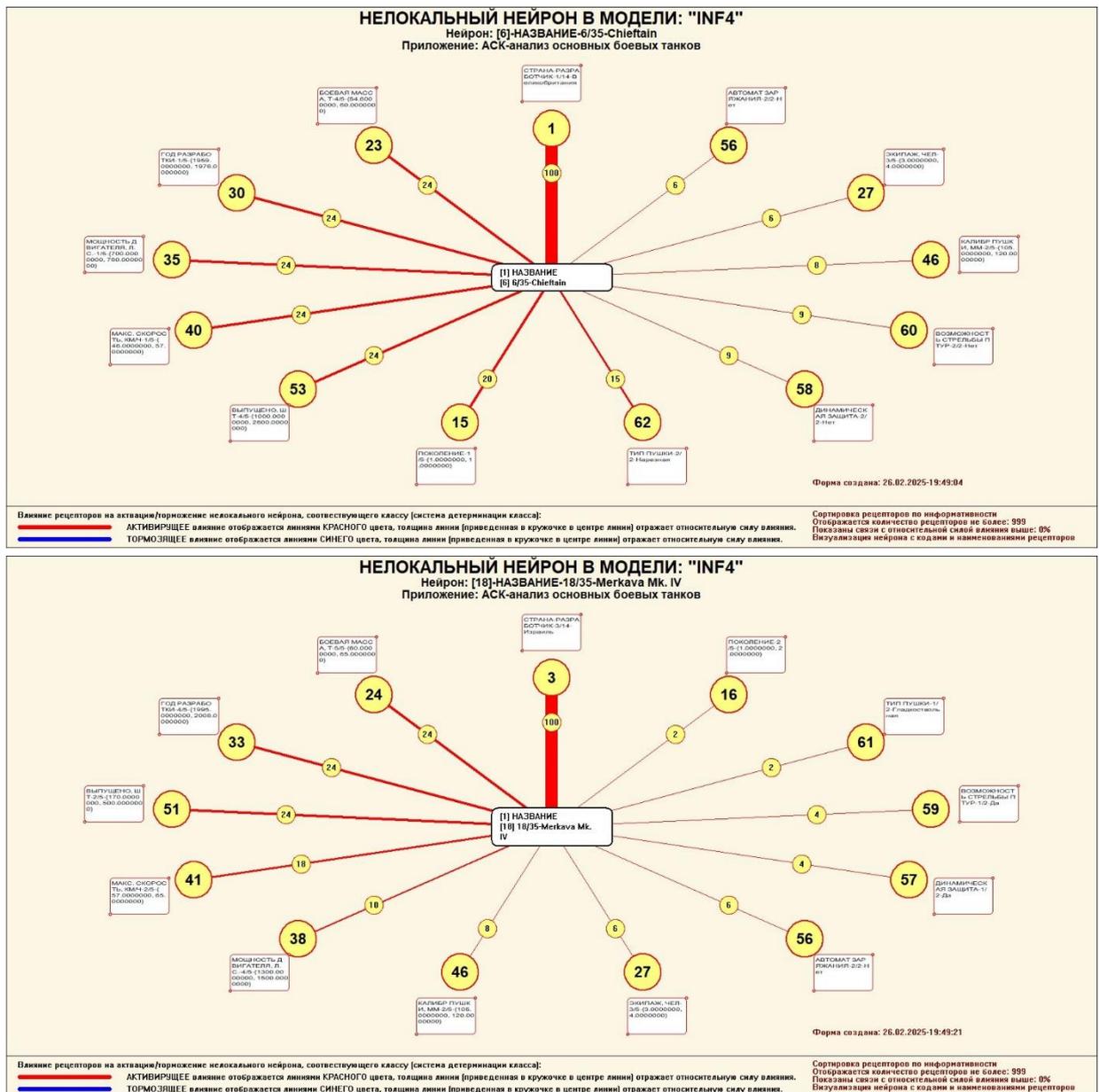


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

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

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

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

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

визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

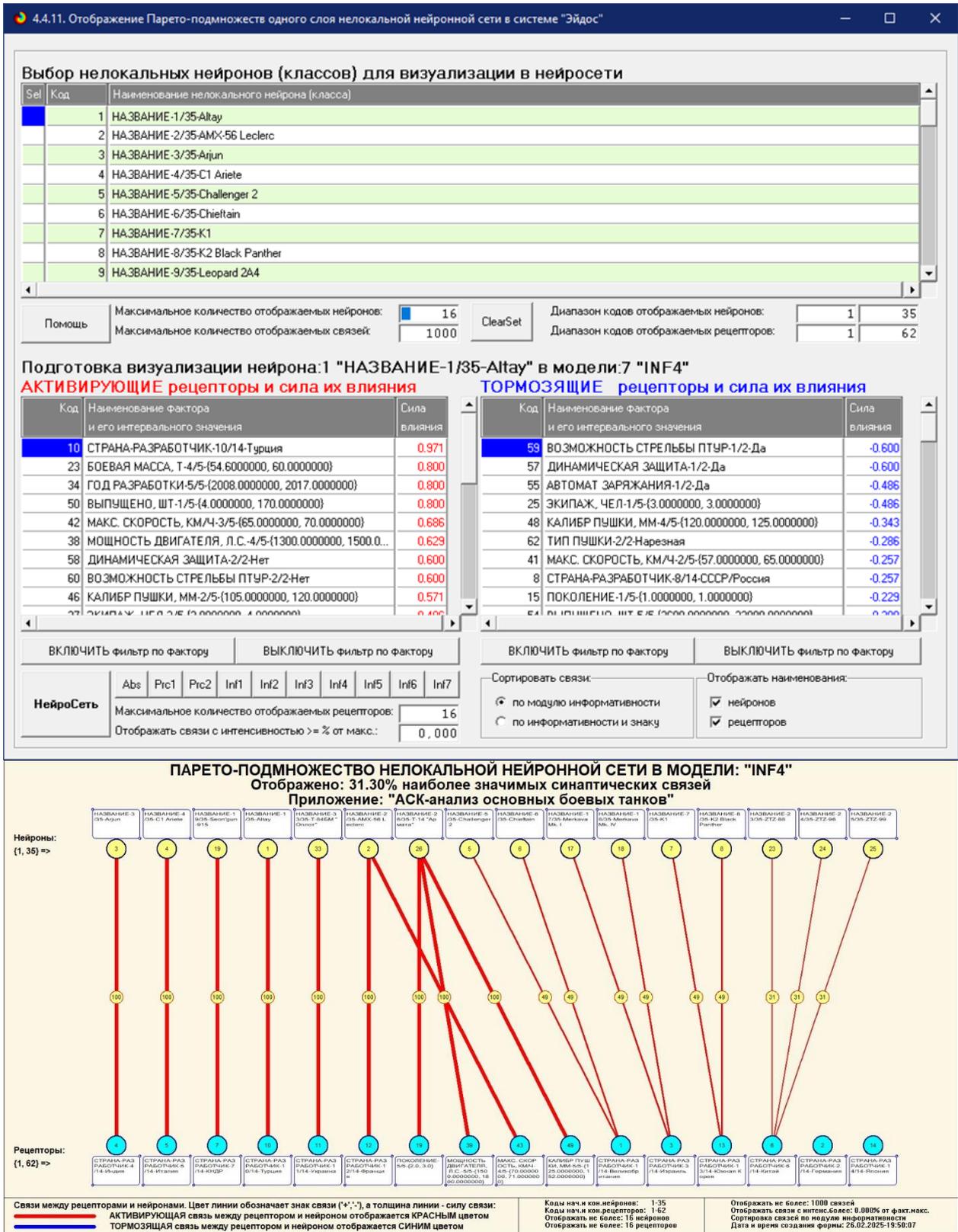


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF4

3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

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

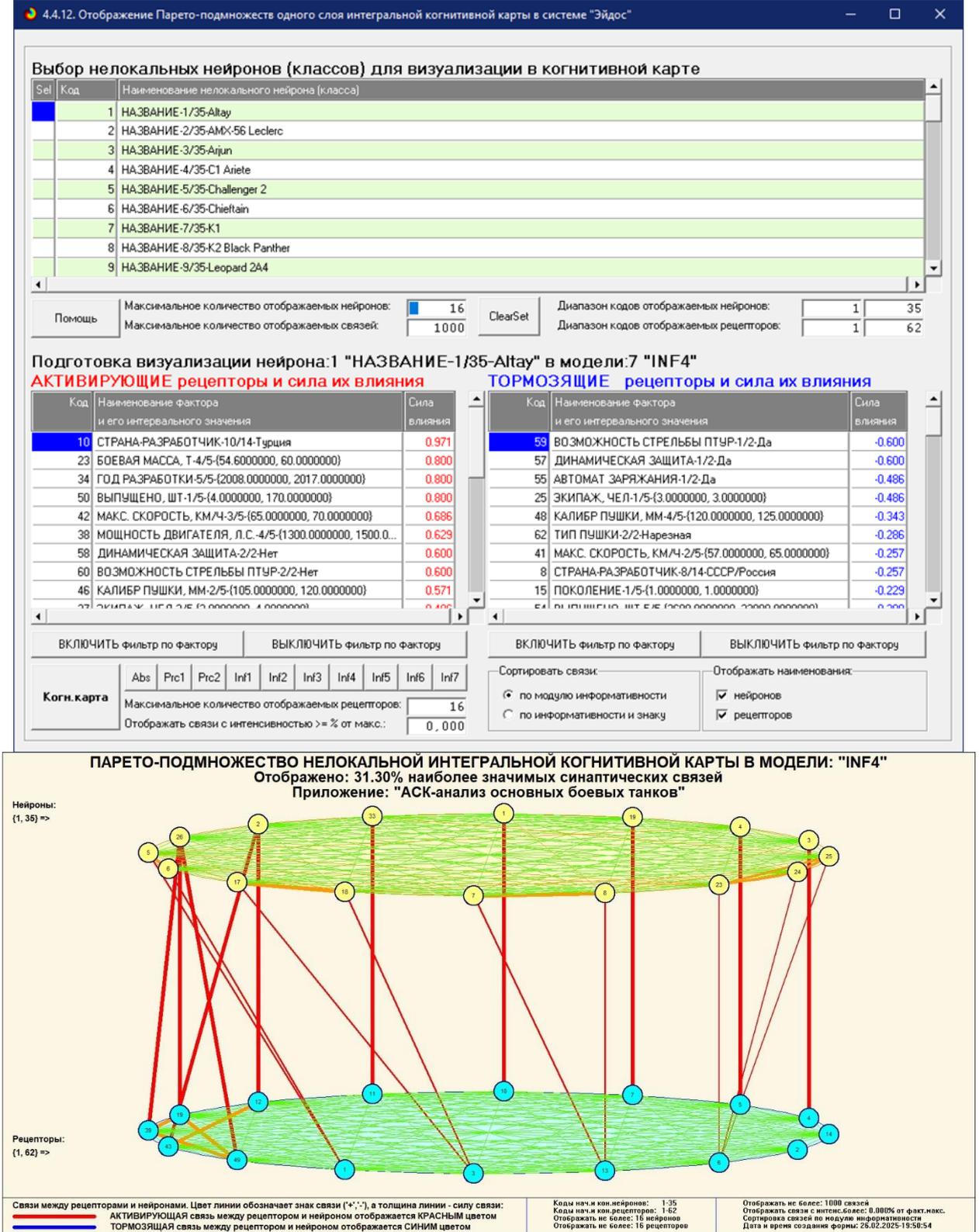


Рисунок 33. 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12)

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

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

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

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

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

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

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 34. Всего системой в данной модели генерируется 9409 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 97 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается $97^2=9409$ подобных диаграмм. Естественно, все они не приводятся. Но пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №431 и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.

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.

4.2.3. Когнитивные диаграммы классов. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор классов для когнитивной диаграммы:

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

Код	Наименование класса
0	ВСЕ КЛАССЫ
1	НАЗВАНИЕ-1/35-Altay
2	НАЗВАНИЕ-2/35-AMX-56 Leclerc
3	НАЗВАНИЕ-3/35-Arjun
4	НАЗВАНИЕ-4/35-C1 Ariete
5	НАЗВАНИЕ-5/35-Challenger 2
6	НАЗВАНИЕ-6/35-Chieftain

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	62
1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК	1	14
2	ПОКОЛЕНИЕ	15	19
3	БОЕВАЯ МАССА, Т	20	24
4	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ	25	29
5	ГОД РАЗРАБОТКИ	30	34

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

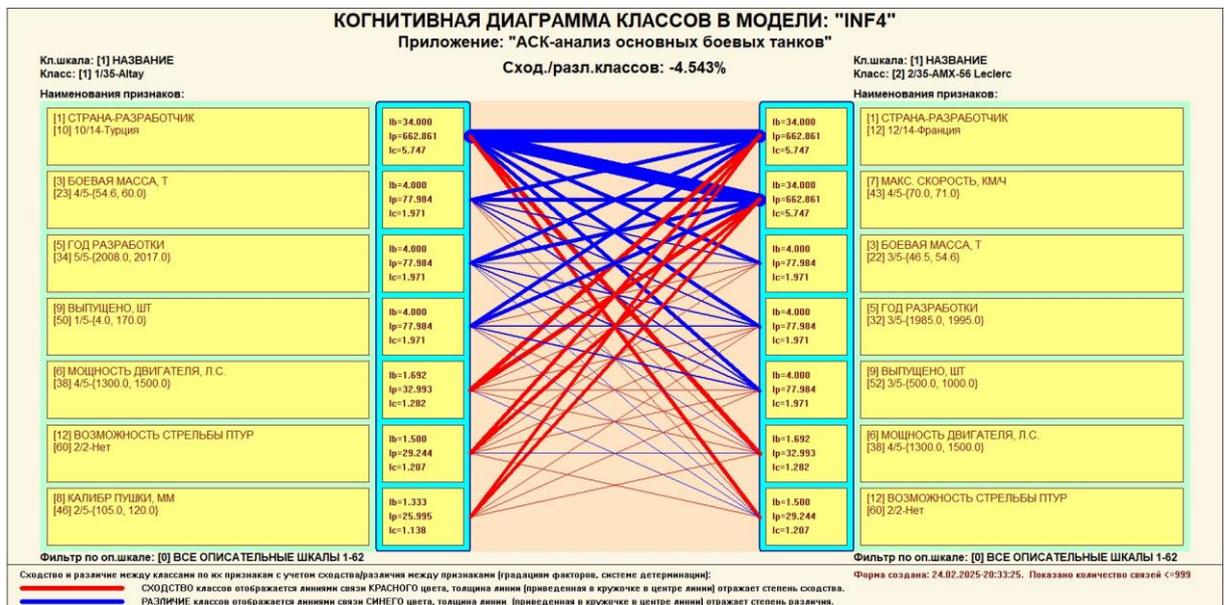
Задайте max количество отображаемых связей:

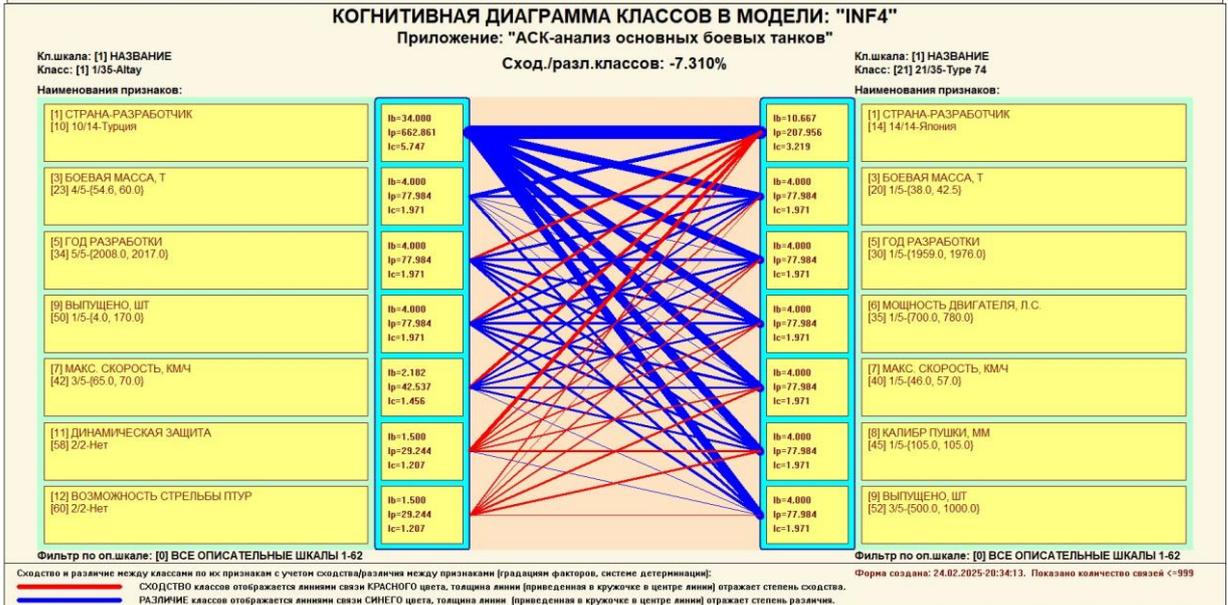
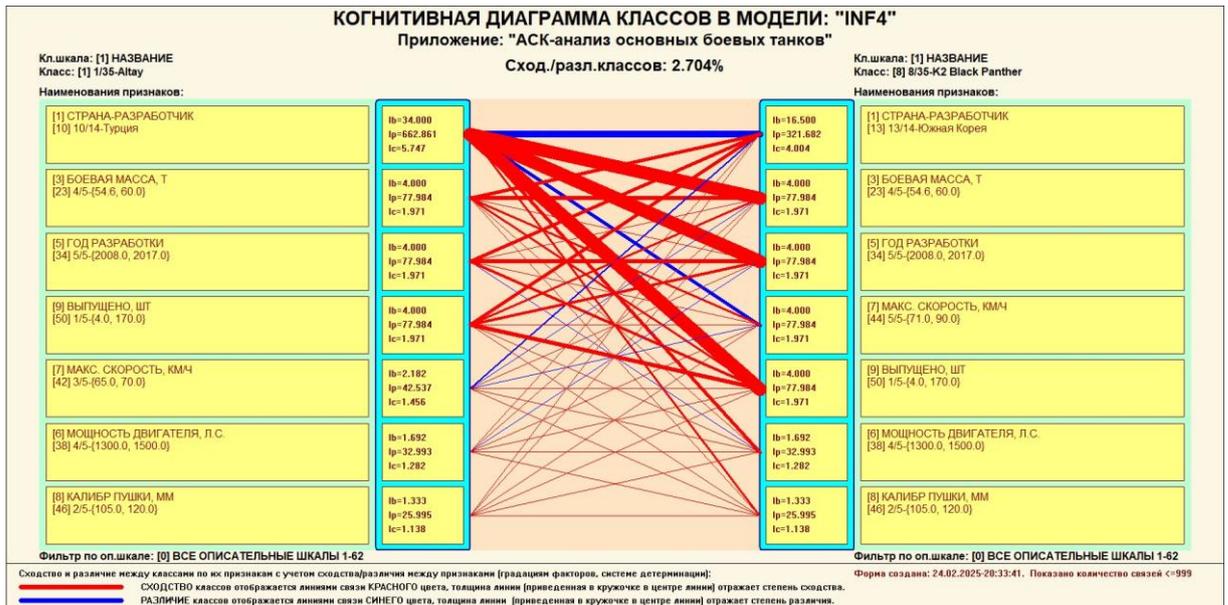
В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Класс для левого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ
Класс для правого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ
Описат. шкала для левого инф. портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ
Описат. шкала для правого инф. портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ
Модели, заданные для расчета: Inf4

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа





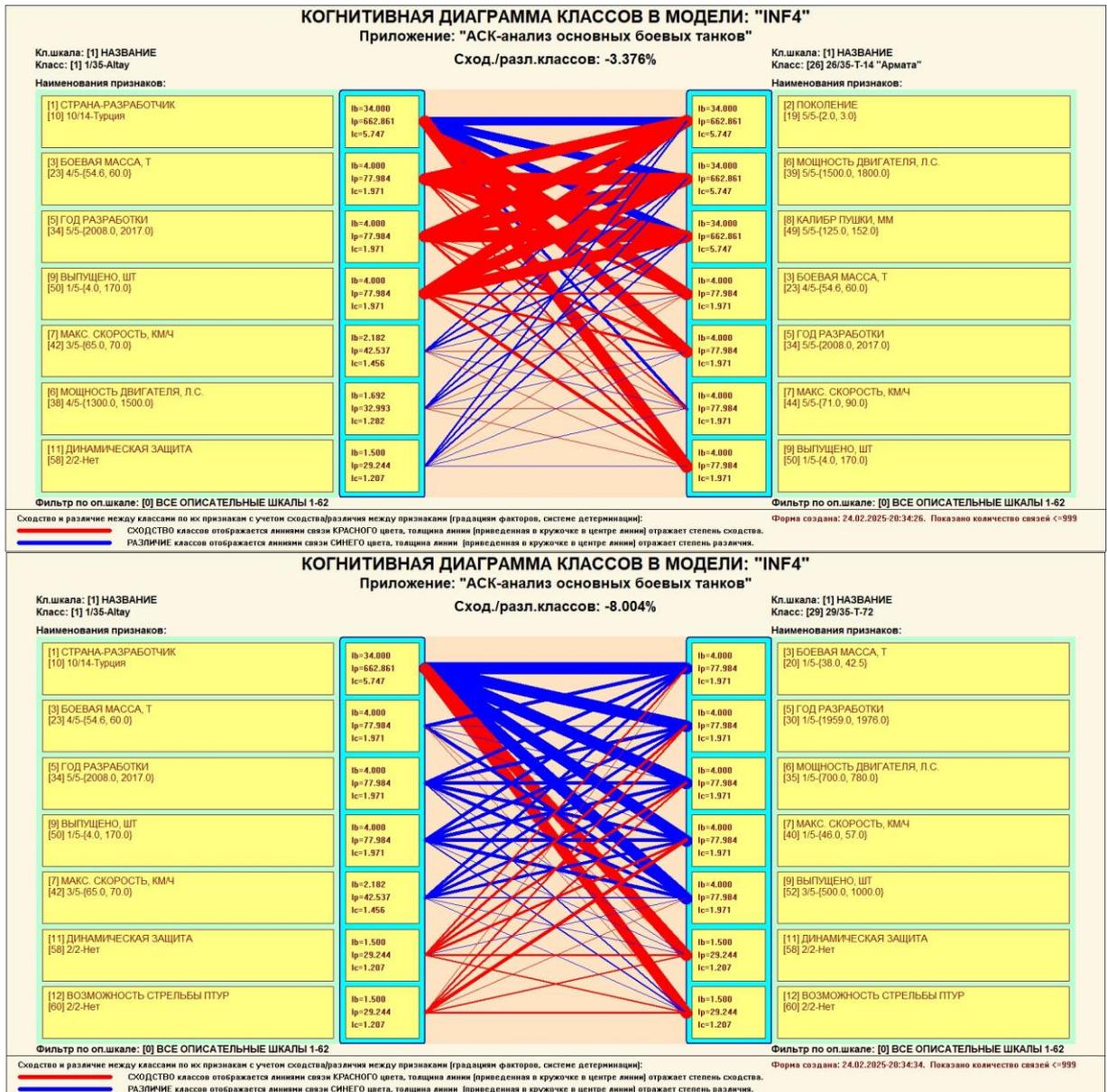


Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF4

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

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

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

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

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

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

4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор признаков для когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование признака
0	ВСЕ ПРИЗНАКИ
1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-1/14-Великобритания
2	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-2/14-Германия
3	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-3/14-Израиль
4	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-4/14-Индия
5	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-5/14-Италия
6	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-6/14-Китай

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

Выбор способа фильтрации классов в информационных портретах когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование классификационной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ	1	35
1	НАЗВАНИЕ	1	35

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм

Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Задайте max количество отображаемых связей:

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Признак для левого инф. портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
 Признак для правого инф. портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
 Классиф. шкала для левого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
 Классиф. шкала для правого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
 Модели, заданные для расчета: Inf4

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа

КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF4"
 Приложение: "АСК-анализ основных боевых танков"

Оп. шкала: [1] СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК
 Признак: [1] 1/14-Великобритания
 Наименования классов:

[1] НАЗВАНИЕ [5] 5/35-Challenger 2	Ib=16.500 Ip=321.682 Ic=14.165
[1] НАЗВАНИЕ [6] 6/35-Chieftain	Ib=16.500 Ip=321.682 Ic=14.140

Сход./разл. признаков: -14.484%

Оп. шкала: [1] СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК
 Признак: [8] 8/14-СССР/Россия
 Наименования классов:

Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.711	[1] НАЗВАНИЕ [27] 27/35-T-64A
Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.778	[1] НАЗВАНИЕ [28] 28/35-T-64B
Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.661	[1] НАЗВАНИЕ [29] 29/35-T-72
Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.778	[1] НАЗВАНИЕ [30] 30/35-T-72B
Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.778	[1] НАЗВАНИЕ [31] 31/35-T-72B3
Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.800	[1] НАЗВАНИЕ [32] 32/35-T-80У
Ib=2.889 Ip=56.321 Ic=1.800	[1] НАЗВАНИЕ [35] 35/35-T-90М

Фильтр по кл. шкале: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ 1-35

Фильтр по кл. шкале: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ 1-35

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

Форма создана: 24.02.2025-20:38:58. Показано количество связей <=99999

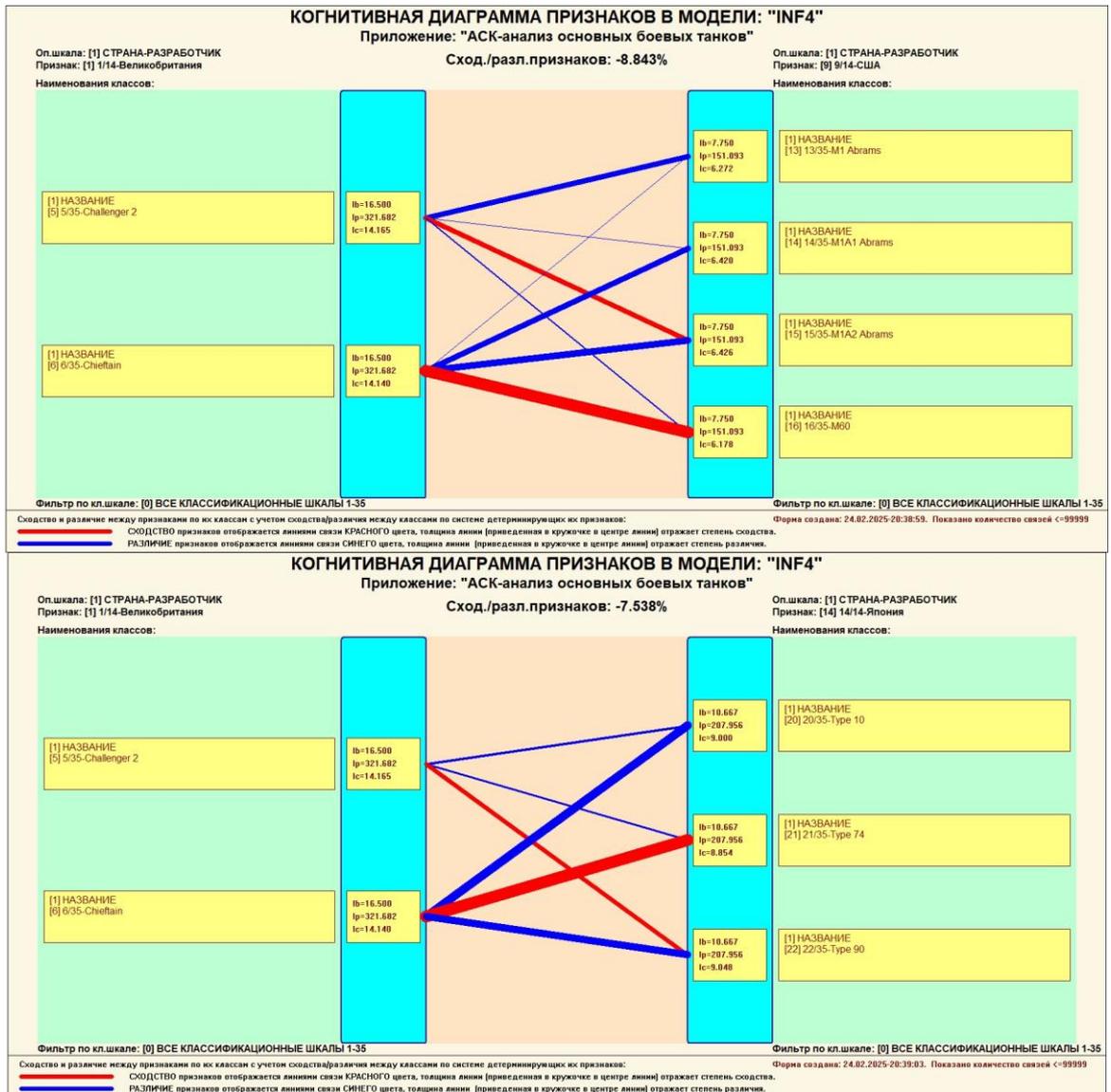


Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояние, соответствующие классам в СК-модели INF4

Всего системой в данной модели генерируется $75^2=5625$ подобных диаграмм содержательного сравнения значений факторов по их смыслу, т.е. по влиянию на объект моделирования. Естественно, все они в данной работе не приводятся. Но пользователь при желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №431 и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.

3.8.9. Когнитивные функции

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

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

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

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

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

4.5. Визуализация когнитивных функций

Что такое когнитивная функция:

Визуализация прямых, обратных, позитивных, негативных, полностью и частично редуцированных когнитивных функций

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

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

Задайте нужный режим:

Визуализации когнитивных функций	Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям	Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями

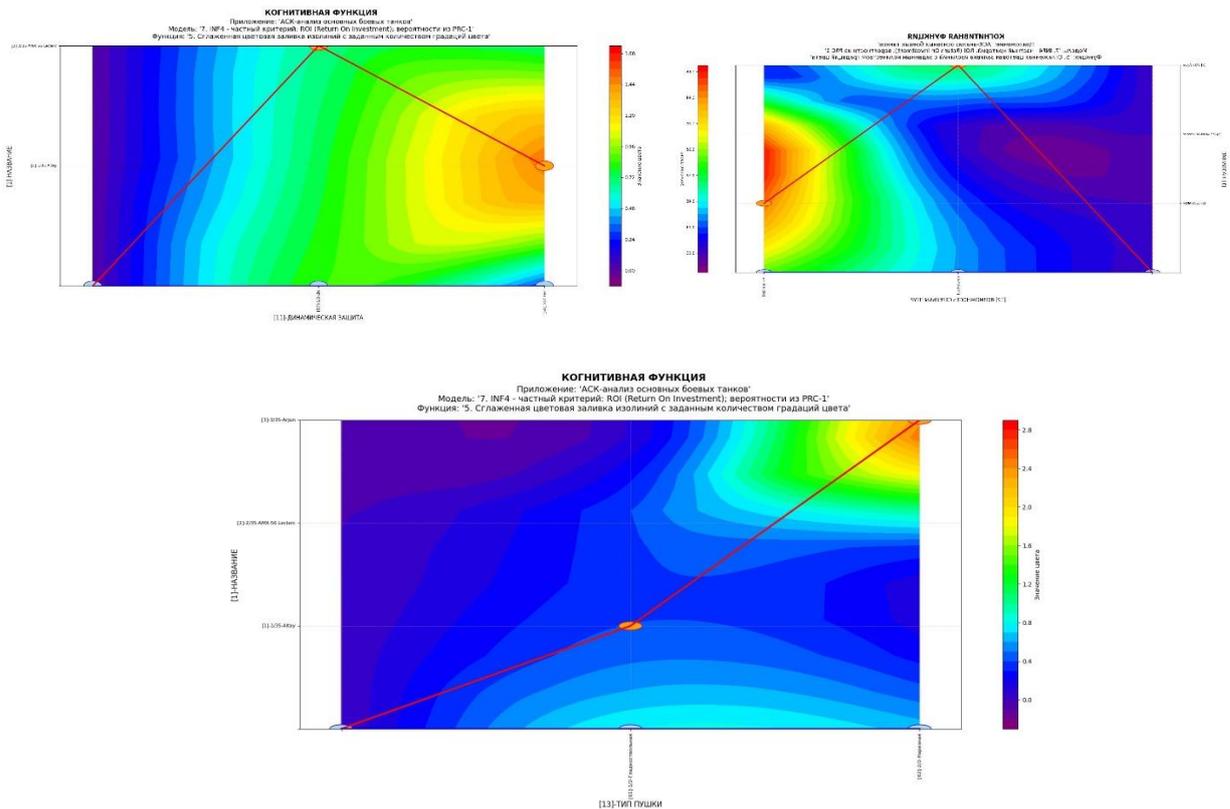


Рисунок 36. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF4

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

3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций

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

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

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

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

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

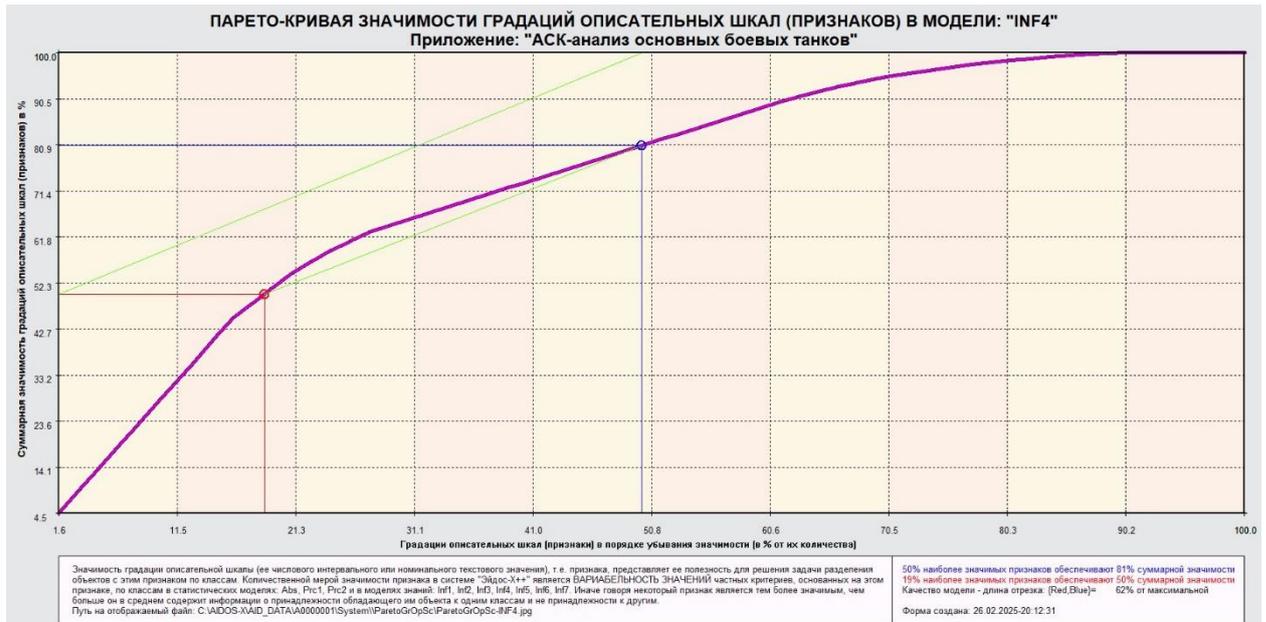


Рисунок 37. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4

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

В таблице 15 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 37. Из таблицы 15 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущее состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

Таблица 15 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF4

NUM	NUM_PRC	KOD_ATR	NAME_ATR	KOD_OPSC	ZNACH_ATR	ZN_ATRNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	1,6129032	4	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-4/14-Индия	1	5,7470495	5,7470495	4,5110531	4,5110531
2	3,2258065	5	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-5/14-Италия	1	5,7470495	11,4940990	4,5110531	9,0221062
3	4,8387097	7	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-7/14-КНДР	1	5,7470495	17,2411485	4,5110531	13,5331593
4	6,4516129	10	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-10/14-Турция	1	5,7470495	22,9881980	4,5110531	18,0442124
5	8,0645161	11	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-11/14-Украина	1	5,7470495	28,7352475	4,5110531	22,5552655
6	9,6774194	12	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-12/14-Франция	1	5,7470495	34,4822970	4,5110531	27,0663186
7	11,2903226	19	ПОКОЛЕНИЕ-5/5-{2.0000000, 3.0000000}	2	5,7470495	40,2293465	4,5110531	31,5773717
8	12,9032258	39	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, л.с.-5/5-{1500.0000000, 1800.0000000}	6	5,7470495	45,9763960	4,5110531	36,0884248
9	14,5161290	43	МАКС. СКОРОСТЬ, км/ч-4/5-{70.0000000, 71.0000000}	7	5,7470495	51,7234455	4,5110531	40,5994779
10	16,1290323	49	КАЛИБР ПУШКИ, мм-5/5-{125.0000000, 152.0000000}	8	5,7470495	57,4704950	4,5110531	45,1105310
11	17,7419355	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-1/14-Великобритания	1	3,8858182	61,3563132	3,0501098	48,1606408
12	19,3548387	3	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-3/14-Израиль	1	3,8858182	65,2421314	3,0501098	51,2107506
13	20,9677419	13	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-13/14-Южная Корея	1	3,8858182	69,1279496	3,0501098	54,2608605
14	22,5806452	6	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-6/14-Китай	1	3,0296386	72,1575882	2,3780656	56,6389261
15	24,1935484	14	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-14/14-Япония	1	3,0296386	75,1872268	2,3780656	59,0169916
16	25,8064516	2	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-2/14-Германия	1	2,5017220	77,6889488	1,9636860	60,9806777
17	27,4193548	9	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-9/14-США	1	2,5017220	80,1906708	1,9636860	62,9443637
18	29,0322581	20	БОЕВАЯ МАССА, т-1/5-{38.0000000, 42.5000000}	3	1,6233589	81,8140297	1,2742292	64,2185929
19	30,6451613	21	БОЕВАЯ МАССА, т-2/5-{42.5000000, 46.5000000}	3	1,6233589	83,4373886	1,2742292	65,4928221

20	32,2580645	22	БОЕВАЯ МАССА, Т-3/5-{46.5000000, 54.6000000}	3	1,6233589	85,0607475	1,2742292	66,7670512
21	33,8709677	23	БОЕВАЯ МАССА, Т-4/5-{54.6000000, 60.0000000}	3	1,6233589	86,6841064	1,2742292	68,0412804
22	35,4838710	24	БОЕВАЯ МАССА, Т-5/5-{60.0000000, 65.0000000}	3	1,6233589	88,3074653	1,2742292	69,3155096
23	37,0967742	30	ГОД РАЗРАБОТКИ-1/5-{1959.0000000, 1976.0000000}	5	1,6233589	89,9308242	1,2742292	70,5897388
24	38,7096774	31	ГОД РАЗРАБОТКИ-2/5-{1976.0000000, 1985.0000000}	5	1,6233589	91,5541831	1,2742292	71,8639680
25	40,3225806	32	ГОД РАЗРАБОТКИ-3/5-{1985.0000000, 1995.0000000}	5	1,6233589	93,1775420	1,2742292	73,1381972
26	41,9354839	33	ГОД РАЗРАБОТКИ-4/5-{1995.0000000, 2008.0000000}	5	1,6233589	94,8009009	1,2742292	74,4124263
27	43,5483871	34	ГОД РАЗРАБОТКИ-5/5-{2008.0000000, 2017.0000000}	5	1,6233589	96,4242598	1,2742292	75,6866555
28	45,1612903	35	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-1/5-{700.0000000, 780.0000000}	6	1,6233589	98,0476187	1,2742292	76,9608847
29	46,7741935	36	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-2/5-{780.0000000, 1130.0000000}	6	1,6233589	99,6709776	1,2742292	78,2351139
30	48,3870968	37	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-3/5-{1130.0000000, 1300.0000000}	6	1,6233589	101,2943365	1,2742292	79,5093431
31	50,0000000	40	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-1/5-{46.0000000, 57.0000000}	7	1,6233589	102,9176954	1,2742292	80,7835723
32	51,6129032	44	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-5/5-{71.0000000, 90.0000000}	7	1,6233589	104,5410543	1,2742292	82,0578014
33	53,2258065	45	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-1/5-{105.0000000, 105.0000000}	8	1,6233589	106,1644132	1,2742292	83,3320306
34	54,8387097	50	ВЫПУЩЕНО, ШТ-1/5-{4.0000000, 170.0000000}	9	1,6233589	107,7877721	1,2742292	84,6062598
35	56,4516129	51	ВЫПУЩЕНО, ШТ-2/5-{170.0000000, 500.0000000}	9	1,6233589	109,4111310	1,2742292	85,8804890
36	58,0645161	52	ВЫПУЩЕНО, ШТ-3/5-{500.0000000, 1000.0000000}	9	1,6233589	111,0344899	1,2742292	87,1547182
37	59,6774194	53	ВЫПУЩЕНО, ШТ-4/5-{1000.0000000, 2600.0000000}	9	1,6233589	112,6578488	1,2742292	88,4289474
38	61,2903226	54	ВЫПУЩЕНО, ШТ-5/5-{2600.0000000, 22000.0000000}	9	1,6233589	114,2812077	1,2742292	89,7031766
39	62,9032258	15	ПОКОЛЕНИЕ-1/5-{1.0000000, 1.0000000}	2	1,4378950	115,7191027	1,1286523	90,8318289
40	64,5161290	8	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-8/14-СССР/Россия	1	1,2810476	117,0001503	1,0055375	91,8373664
41	66,1290323	41	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-2/5-{57.0000000, 65.0000000}	7	1,2810476	118,2811979	1,0055375	92,8429038
42	67,7419355	62	ТИП ПУШКИ-2/2-Нарезная	13	1,1458731	119,4270710	0,8994345	93,7423383
43	69,3548387	42	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-3/5-{65.0000000, 70.0000000}	7	1,0276543	120,4547253	0,8066405	94,5489789
44	70,9677419	48	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-4/5-{120.0000000, 125.0000000}	8	0,9230552	121,3777805	0,7245372	95,2735160
45	72,5806452	38	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-4/5-{1300.0000000, 1500.0000000}	6	0,8296384	122,2074189	0,6512112	95,9247272
46	74,1935484	58	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-2/2-Нет	11	0,7455752	122,9529941	0,5852271	96,5099543
47	75,8064516	60	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ ПТУР-2/2-Нет	12	0,7455752	123,6985693	0,5852271	97,0951815
48	77,4193548	46	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-2/5-{105.0000000, 120.0000000}	8	0,6694619	124,3680312	0,5254832	97,6206647
49	79,0322581	25	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-1/5-{3.0000000, 3.0000000}	4	0,5369216	124,9049528	0,4214479	98,0421126
50	80,6451613	55	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-1/2-Да	10	0,5369216	125,4418744	0,4214479	98,4635605
51	82,2580645	27	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-3/5-{3.0000000, 4.0000000}	4	0,4789207	125,9207951	0,3759210	98,8394815
52	83,8709677	56	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-2/2-Нет	10	0,4789207	126,3997158	0,3759210	99,2154025
53	85,4838710	57	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-1/2-Да	11	0,3313668	126,7310826	0,2601010	99,4755035
54	87,0967742	59	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ ПТУР-1/2-Да	12	0,3313668	127,0624494	0,2601010	99,7356045
55	88,7096774	61	ТИП ПУШКИ-1/2-Гладкоствольная	13	0,1833397	127,2457891	0,1439095	99,8795140
56	90,3225806	16	ПОКОЛЕНИЕ-2/5-{1.0000000, 2.0000000}	2	0,1534983	127,3992874	0,1204860	100,0000000
57	91,9354839	17	ПОКОЛЕНИЕ-3/5-{2.0000000, 2.0000000}	2	0,0000000	127,3992874	0,0000000	100,0000000
58	93,5483871	18	ПОКОЛЕНИЕ-4/5-{2.0000000, 2.0000000}	2	0,0000000	127,3992874	0,0000000	100,0000000
59	95,1612903	26	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-2/5-{3.0000000, 3.0000000}	4	0,0000000	127,3992874	0,0000000	100,0000000
60	96,7741935	28	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-4/5-{4.0000000, 4.0000000}	4	0,0000000	127,3992874	0,0000000	100,0000000
61	98,3870968	29	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-5/5-{4.0000000, 4.0000000}	4	0,0000000	127,3992874	0,0000000	100,0000000
62	100,0000000	47	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-3/5-{120.0000000, 120.0000000}	8	0,0000000	127,3992874	0,0000000	100,0000000

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

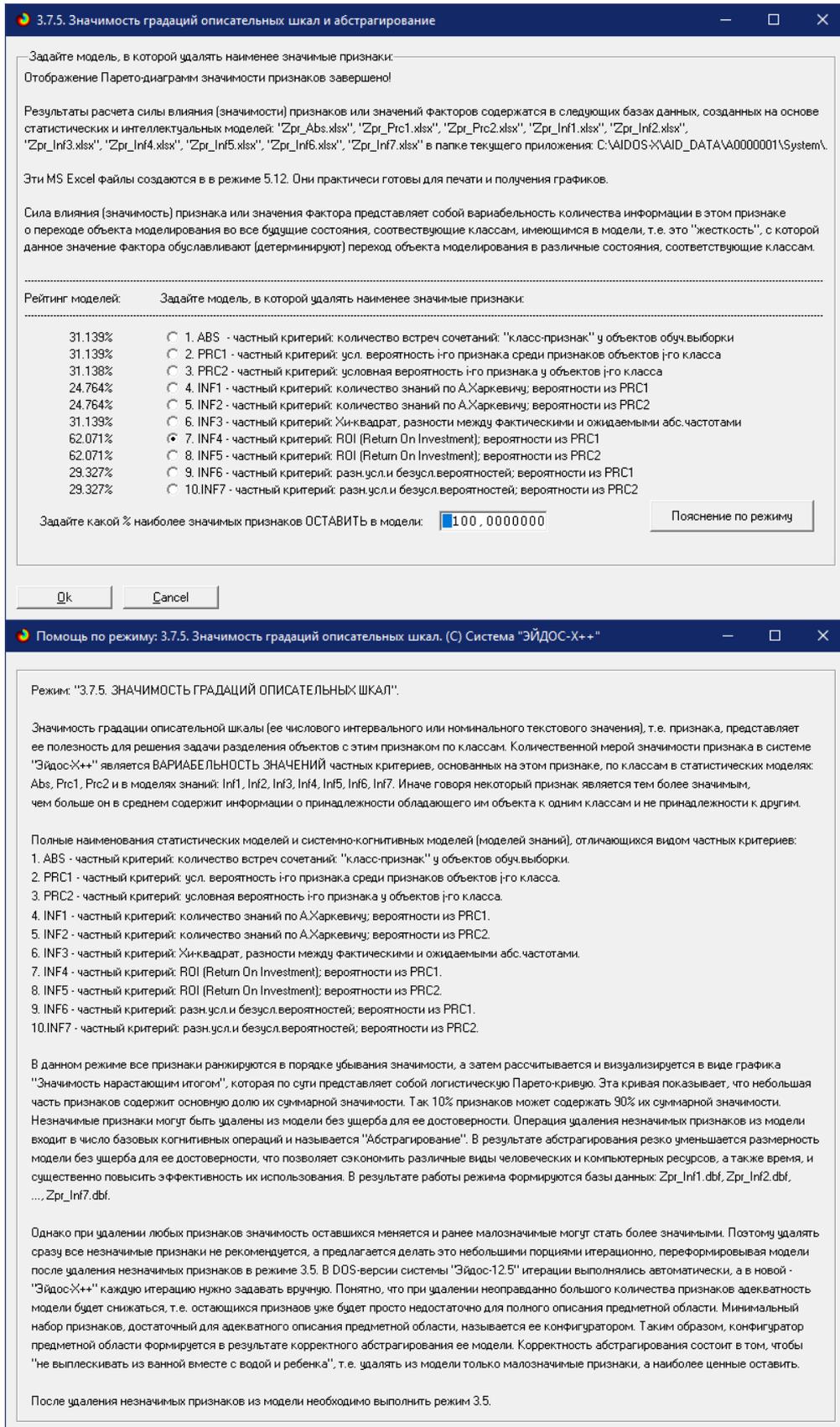


Рисунок 38. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния значений факторов в разных моделях

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

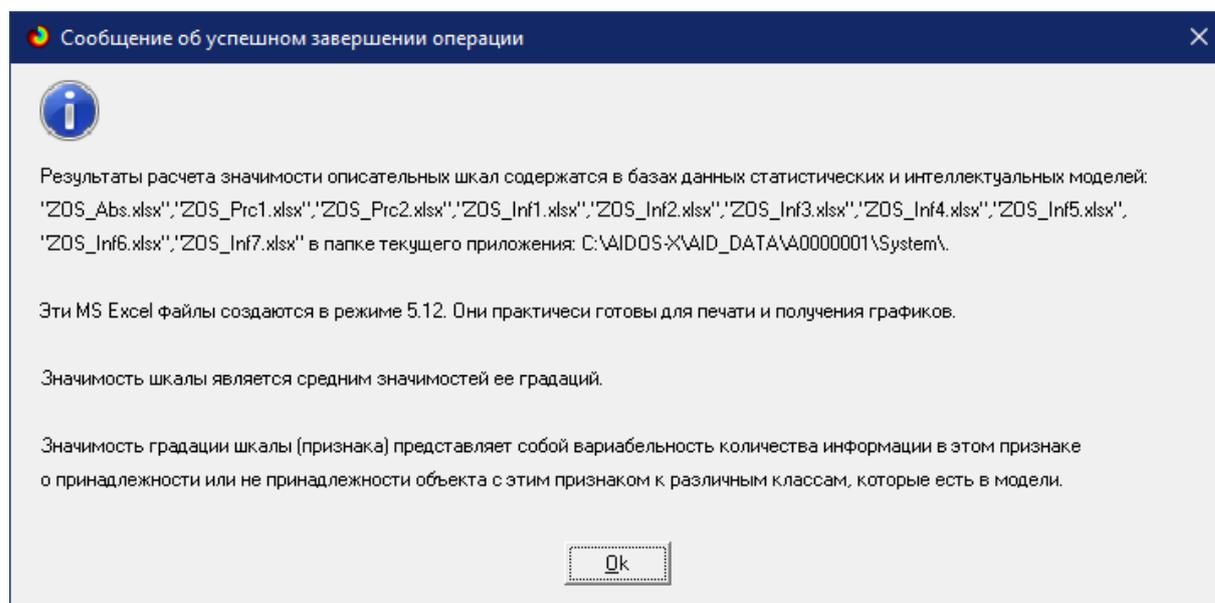


Рисунок 39. имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях

В таблице 16 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF4.

Таблица 16 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF4

NUM	NUM_PRC	KOD_OPS C	NAME_OPSC	N_GROPS C	KODGR_MI N	KODGR_MA X	ZNACH_OS	ZN_OSINIT	ZNACH_PR C	ZN_PRCINIT
1	7,6923077	1	СТРАНА- РАЗРАБОТЧИК	14	1	14	4,1773943	4,1773943	21,633064 0	21,6330640
2	15,3846154	6	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.	5	35	39	2,2893529	6,4667472	11,855648 3	33,4887123
3	23,0769231	7	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч	5	40	44	2,2604938	8,7272410	11,706198 5	45,1949108
4	30,7692308	8	КАЛИБР ПУШКИ, ММ	5	45	49	1,7925851	10,519826 1	9,2830854	54,4779962
5	38,4615385	3	БОЕВАЯ МАССА, Т	5	20	24	1,6233589	12,143185 0	8,4067302	62,8847265
6	46,1538462	5	ГОД РАЗРАБОТКИ	5	30	34	1,6233589	13,766543 9	8,4067302	71,2914567
7	53,8461538	9	ВЫПУЩЕНО, ШТ	5	50	54	1,6233589	15,389902 8	8,4067302	79,6981869
8	61,5384615	2	ПОКОЛЕНИЕ	5	15	19	1,4676886	16,857591 4	7,6005756	87,2987626
9	69,2307692	13	ТИП ПУШКИ	2	61	62	0,6646064	17,522197 8	3,4417323	90,7404948
10	76,9230769	11	ДИНАМИЧЕСКА Я ЗАЩИТА	2	57	58	0,5384710	18,060668 8	2,7885272	93,5290220
11	84,6153846	12	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛЬБЫ ПТУР	2	59	60	0,5384710	18,599139 8	2,7885272	96,3175492
12	92,3076923	10	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ	2	55	56	0,5079212	19,107061 0	2,6303219	98,9478711
13	100,000000 0	4	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ	5	25	29	0,2031685	19,310229 5	1,0521289	100,000000 0

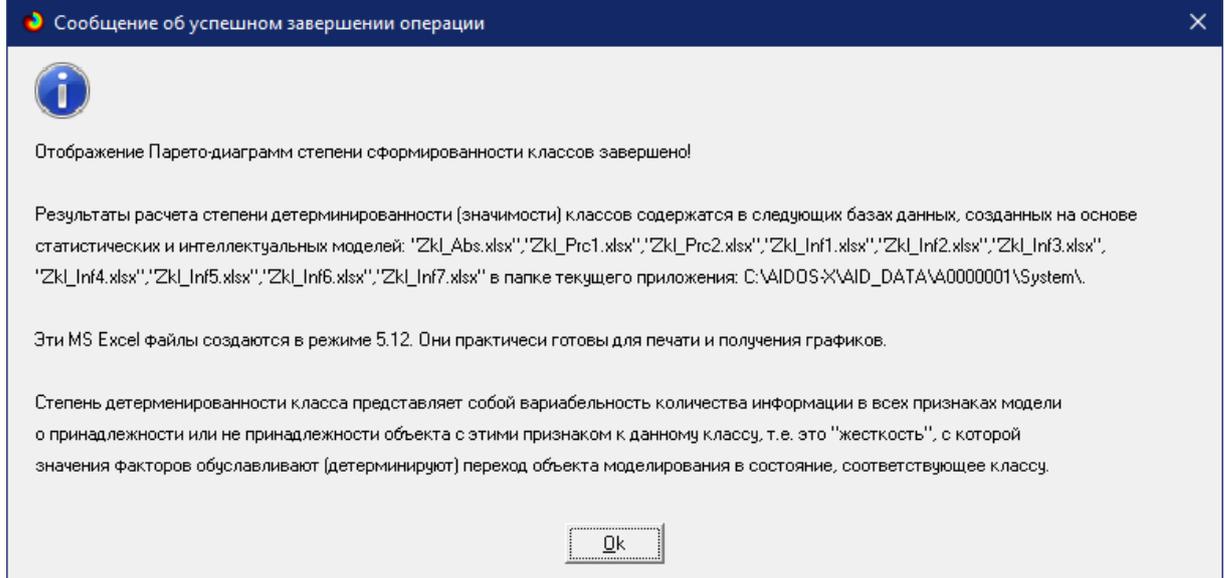
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

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

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

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

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



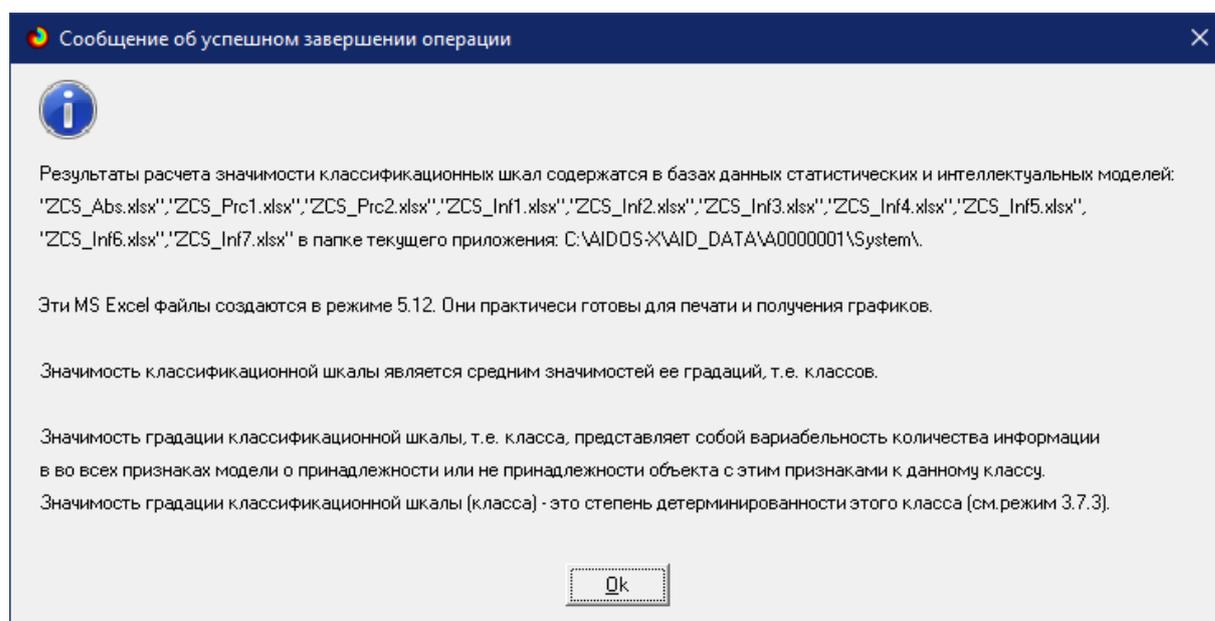


Рисунок 40. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 17 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 40.

Из таблицы 17 видно, какую долю от суммарной степени детерминированности всех классов имеет каждый класс. Степень обусловленности значениями факторов разных будущих состояний объекта моделирования, соответствующие классам, довольно существенно отличается друг от друга.

Таблица 17 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF4

NUM	NUM_PRC	KOD_CLS	NAME_CLS	KOD_CLSC	ZNACH_CLS	ZN_CLSNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	2,8571429	1	НАЗВАНИЕ-1/35-Altay	1	1,0000000	1,0000000	2,8571429	2,8571429
2	5,7142857	2	НАЗВАНИЕ-2/35-AMX-56 Leclerc	1	1,0000000	2,0000000	2,8571429	5,7142857
3	8,5714286	3	НАЗВАНИЕ-3/35-Arjun	1	1,0000000	3,0000000	2,8571429	8,5714286
4	11,4285714	4	НАЗВАНИЕ-4/35-C1 Ariete	1	1,0000000	4,0000000	2,8571429	11,4285714
5	14,2857143	5	НАЗВАНИЕ-5/35-Challenger 2	1	1,0000000	5,0000000	2,8571429	14,2857143
6	17,1428571	6	НАЗВАНИЕ-6/35-Chieftain	1	1,0000000	6,0000000	2,8571429	17,1428571
7	20,0000000	7	НАЗВАНИЕ-7/35-K1	1	1,0000000	7,0000000	2,8571429	20,0000000
8	22,8571429	8	НАЗВАНИЕ-8/35-K2 Black Panther	1	1,0000000	8,0000000	2,8571429	22,8571429
9	25,7142857	9	НАЗВАНИЕ-9/35-Leopard 2A4	1	1,0000000	9,0000000	2,8571429	25,7142857
10	28,5714286	10	НАЗВАНИЕ-10/35-Leopard 2A5	1	1,0000000	10,0000000	2,8571429	28,5714286
11	31,4285714	11	НАЗВАНИЕ-11/35-Leopard 2A6	1	1,0000000	11,0000000	2,8571429	31,4285714
12	34,2857143	12	НАЗВАНИЕ-12/35-Leopard I	1	1,0000000	12,0000000	2,8571429	34,2857143
13	37,1428571	13	НАЗВАНИЕ-13/35-M1 Abrams	1	1,0000000	13,0000000	2,8571429	37,1428571
14	40,0000000	14	НАЗВАНИЕ-14/35-M1A1 Abrams	1	1,0000000	14,0000000	2,8571429	40,0000000
15	42,8571429	15	НАЗВАНИЕ-15/35-M1A2 Abrams	1	1,0000000	15,0000000	2,8571429	42,8571429
16	45,7142857	16	НАЗВАНИЕ-16/35-M60	1	1,0000000	16,0000000	2,8571429	45,7142857
17	48,5714286	17	НАЗВАНИЕ-17/35-Merkava Mk. I	1	1,0000000	17,0000000	2,8571429	48,5714286
18	51,4285714	18	НАЗВАНИЕ-18/35-Merkava Mk. IV	1	1,0000000	18,0000000	2,8571429	51,4285714
19	54,2857143	19	НАЗВАНИЕ-19/35-Seon'gun-915	1	1,0000000	19,0000000	2,8571429	54,2857143
20	57,1428571	20	НАЗВАНИЕ-20/35-Type 10	1	1,0000000	20,0000000	2,8571429	57,1428571
21	60,0000000	21	НАЗВАНИЕ-21/35-Type 74	1	1,0000000	21,0000000	2,8571429	60,0000000
22	62,8571429	22	НАЗВАНИЕ-22/35-Type 90	1	1,0000000	22,0000000	2,8571429	62,8571429
23	65,7142857	23	НАЗВАНИЕ-23/35-ZTZ-88	1	1,0000000	23,0000000	2,8571429	65,7142857
24	68,5714286	24	НАЗВАНИЕ-24/35-ZTZ-96	1	1,0000000	24,0000000	2,8571429	68,5714286
25	71,4285714	25	НАЗВАНИЕ-25/35-ZTZ-99	1	1,0000000	25,0000000	2,8571429	71,4285714
26	74,2857143	26	НАЗВАНИЕ-26/35-T-14 "Армата"	1	1,0000000	26,0000000	2,8571429	74,2857143
27	77,1428571	27	НАЗВАНИЕ-27/35-T-64A	1	1,0000000	27,0000000	2,8571429	77,1428571
28	80,0000000	28	НАЗВАНИЕ-28/35-T-64Б	1	1,0000000	28,0000000	2,8571429	80,0000000
29	82,8571429	29	НАЗВАНИЕ-29/35-T-72	1	1,0000000	29,0000000	2,8571429	82,8571429
30	85,7142857	30	НАЗВАНИЕ-30/35-T-72Б	1	1,0000000	30,0000000	2,8571429	85,7142857
31	88,5714286	31	НАЗВАНИЕ-31/35-T-72Б3	1	1,0000000	31,0000000	2,8571429	88,5714286
32	91,4285714	32	НАЗВАНИЕ-32/35-T-80У	1	1,0000000	32,0000000	2,8571429	91,4285714
33	94,2857143	33	НАЗВАНИЕ-33/35-T-84БМ "Оплот"	1	1,0000000	33,0000000	2,8571429	94,2857143

34	97,1428571	34	НАЗВАНИЕ-34/35-T-90A	1	1,0000000	34,0000000	2,8571429	97,1428571
35	100,0000000	35	НАЗВАНИЕ-35/35-T-90M	1	1,0000000	35,0000000	2,8571429	100,0000000

В таблице 18 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели INF4. Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций.

Таблица 18 – Степень детерминированности классификационных шкал в системно-когнитивной модели INF4

NUM	NUM_PRC	KOD_CLS C	NAME_CLS C	N_GRCLS C	KODGR_MI N	KODGR_MA X	ZNACH_CS	ZN_CSNT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNT
1	100,000000 0	1	НАЗВАНИЕ	35	1	35	1,0000000	1,0000000	100,000000 0	100,000000 0

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

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

Анализ полученных результатов, проведенный в данной работе, полностью согласуется с результатами работы [26], на исходных данных которой они основаны. С другой стороны применение АСК-анализа и системы «Эйдос» весьма существенно расширяет возможности решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области, по сравнению с методами, применяемыми в работе [26]. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований.

Достижением данной работы является:

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

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

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

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

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

Перспективность и ценность результатов подобных исследований и разработок для теории и практики не вызывает особых сомнений, что подтверждается работами в этой области [1-33].

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

Для этого надо скачать систему с сайта разработчика по ссылке на странице: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №431. 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 работе решена задача выявления зависимостей характеристик основных боевых танков от их названий. На основе знания этих зависимостей решаются разнообразные задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели (СК-модель).

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

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

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

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

REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. Луценко, Е. В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 321-363. – EDN OOSCAV.
2. Луценко, Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами : (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHC.
3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Работы проф.Е.В.Луценко по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm
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-X++" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 1367-1409. – EDN SZVWRV.
11. Луценко, Е. В. Сценарный и спектральный автоматизированный системно-когнитивный анализ / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2021. – 288 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.22981.37608. – EDN ZQLITW.
12. Орлов, А. И. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2022. – 405 с. – ISBN 978-5-907550-62-9. – DOI 10.13140/RG.2.2.15688.44802. – EDN OQULUW.
13. Луценко, Е. В. Автоматизация функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и когнитивных технологий и теории управления)¹ / Е. В. Луценко // Политематический сетевой

электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1-18. – DOI 10.21515/1990-4665-131-001. – EDN ZRXVFN.

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

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 OIGYBV.

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

26. Монографии по АСК-анализу: http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm#_Toc128746370
27. Некоторые учебники и учебные пособия проф.Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm#_Toc128746372.
28. Свидетельства Роспатента на систему «Эйдос» и ее подсистемы: http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm#_Toc128746371.
29. Тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>
30. Работы по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm .
31. Работы по АСК-анализу изображений: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_images.htm
32. Работы по АСК-анализу текстов: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_texts.htm
33. Работы по когнитивным функциям: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm
34. Работы по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_identification_presentation_and_use_of_knowledge.htm
35. Работы по экологии, климатологии и изучению влияния космической среды на различные глобальные процессы на Земле: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_study_of_the_influence_of_the_space_environment_on_various_processes_on_Earth.htm
36. Работы по современным информационно-коммуникационным технологиям в научно-исследовательской деятельности и образовании: http://lc.kubagro.ru/aidos/Information_and_communication_technologies_in_research_activities_and_education.htm
37. Работы по виртуальной реальности: http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual_reality_publications.htm
38. Работы по когнитивной ветеринарии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Publications_on_cognitive_veterinary_medicine.htm
39. Работы по когнитивной агрономии и когнитивной ампелографии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_agronomy.htm
40. Работы по тематике, связанной с АПК: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm
41. Работы по наукометрии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_scientometrics.htm
42. Работы о высших формах сознания, перспективах человека, технологии и общества: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_higher_forms_of_consciousness.htm
43. 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
44. Работы по сценарному автоматизированному системно-когнитивному анализу (сценарный АСК-анализ): http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_Scenario_ASC-analysis.htm
45. MVP-проект «Внедрение технологий АСК-анализа и системы «Эйдос» для решения задач АПК»: <http://lc.kubagro.ru/aidos/MVP-projects.htm>
46. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»: http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf
47. Ссылки на видео-занятия и проф.Е.В.Луценко в Пермском национальном университете: <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/w3y-2ir-ukd-bqn> (2021), <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/3kc-n8a-gon-tjz> (2022), в Кубанском государственном

университете и Кубанском государственном аграрном университете:
<https://disk.yandex.ru/d/knISAD5qzV83Ng?w=1>

48. Луценко, Е. В. Революция начала XXI века в искусственном интеллекте: глубинные механизмы и перспективы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – 394 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.17056.56321. – EDN OMIPII.

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