

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕГЕНДАРНОГО ОРУЖИЯ В ИГРЕ FALLOUT 4

Норко Кирилл Дмитриевич
студент факультета ПИ, группы ИТ2203
Kdnorko@mail.ru

*Kубанский Государственный Аграрный университет
имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Целью данной работы является изучение характеристик легендарного оружия из игры Fallout 4. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для меня это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-Х++», а также получить зачет. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, АСКАНАЛИЗ, СИСТЕМА «ЭЙДОС».
https://fallout.fandom.com/wiki/Fallout_4_unique_weapons

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF THE CHARACTERISTICS OF LEGENDARY WEAPONS IN THE GAME FALLOUT 4

Norko Kirill Dmitrievich
student of the faculty of PI, group IT2203
Kdnorko@mail.ru

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

The purpose of this work is to study the characteristics of the legendary weapons from the Fallout 4 game. The achievement of this goal is of great personal interest. For me, this will allow us to gain knowledge in working with the universal analytical system "Eidos-X ++", as well as get a credit. To achieve this goal, the Automated System-Cognitive Analysis (ASK-analysis) and its software tools are used - the intelligent system "Eidos".

Key words: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM.

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)	3
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	3
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ	3
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ.....	3
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	3
2. METHODS (МЕТОДЫ).....	3
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	3
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ	4
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	4
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» - ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА	6
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ	10
3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ).....	13
3.1. ЗАДАЧА-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ	13
3.2. ЗАДАЧА-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	14
3.3. ЗАДАЧА-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ	24
3.4. ЗАДАЧА-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	34
3.5. ЗАДАЧА-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	37
3.6. ЗАДАЧА-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ	39
3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»	40
3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний».....	40
3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев.....	42
3.6.4. Решение задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос».....	42
3.7. ЗАДАЧА-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	45
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ.....	45
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»	49
3.8. ЗАДАЧА-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ ..	53
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические поменциалы).....	53
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов	55
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал	58
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны.....	62
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть.....	65
3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты	66
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	68
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	71
3.8.9. Когнитивные функции	73
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций.....	80
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал	83
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)	84
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)	85
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА).....	86

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

В данной работе решается задача выявления зависимости класса легендарного оружия от его характеристик. На основе знания этих зависимостей решаются разнообразные задачи прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели (СК-модель).

1.2. Объект и предмет исследования

Объект и предмет исследования – выявление зависимостей класса легендарного оружия от его характеристик.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

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

Решение поставленной **проблемы сопоставимости** при выявлении зависимостей класса легендарного оружия от его характеристик 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 и описания метода решения проблемы.

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 очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения.

2. Иначе говоря, метод решения проблемы не должен предъявлять жестких требований к исходным данным, которые невозможно выполнить, а должен обеспечивать обработку тех данных, которые реально есть.

3. Метод должен 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 программных систем, *одновременно*:

- находящихся в полном открытом бесплатном доступе;
 - обеспечивающих сопоставимую обработку числовой и текстовой информации в одной модели, дает следующие результаты; показал, что альтернатив Автоматизированному системно-когнитивному анализу и его программному инструментарию – системе «Эйдос» в настоящее время здесь нет.

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 [1].

Сам термин: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ (ACK-анализ)» был предложен проф. Е. В. Луценко. На тот момент он вообще не встречался в *Internet*. Сегодня по соответствующему запросу в Яндексе находится 9 миллионов сайтов с этим сочетанием слов².

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 [2] и ряде других [3]. Около половины из 665 опубликованных

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

профессором Е. В. Луценко научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применением в ряде предметных областей. На момент написания данной работы профессором Е. В. Луценко опубликовано более 40 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получен 32 патент РФ на системы искусственного интеллекта, 346 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 Скопус³ [6, 7, 8].

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, психологическим и медицинским наукам, еще несколько докторских и кандидатских диссертаций с применением АСК-анализа находятся в стадии выхода на защиту.

Профессор Е. В. Луценко 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 профессора Е. В. Луценко есть

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

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

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

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

личный сайт [5] и страничка в РесечГейт [6], 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.

2.4. Система «Эйдос» - инструментарий АСК-анализа

Существует много систем искусственного интеллекта. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» отличается от них следующими параметрами:

- 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>). Система «Эйдос» является автоматизированной системой, т.е. предполагает непосредственное участие человека в реальном времени при решении задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области (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 системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 31 свидетельство РосПатента РФ);

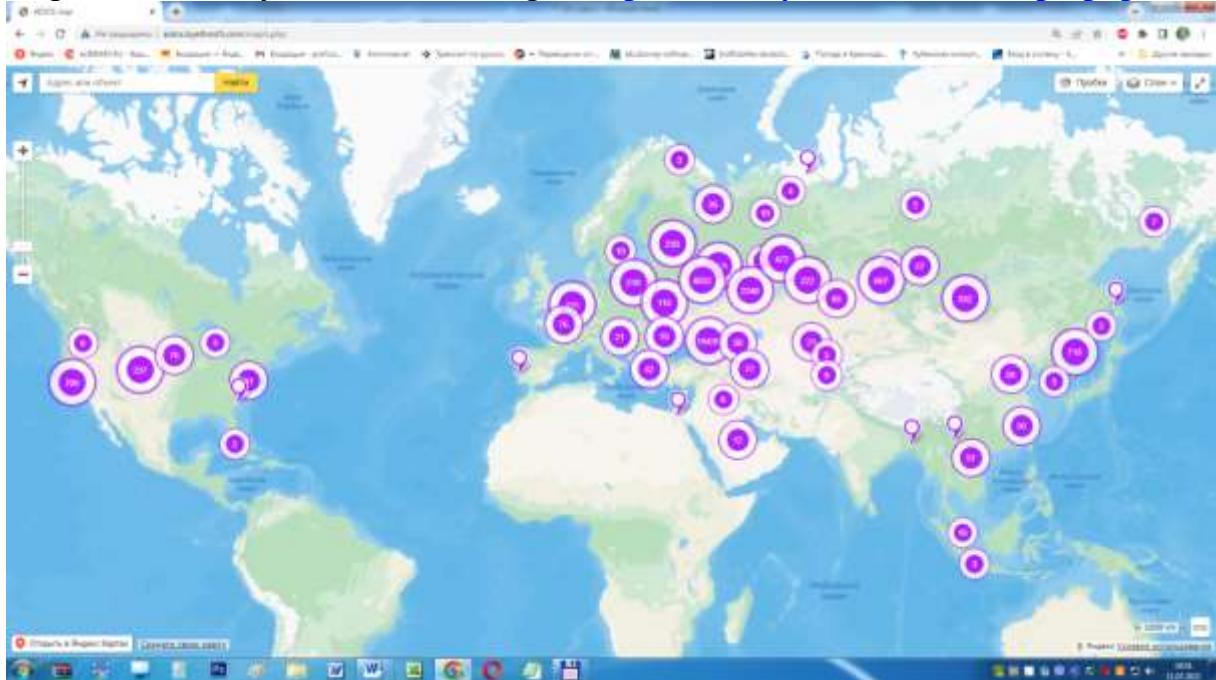
- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта: «имеет нулевой порог входа» (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- 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 учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более 341, соответственно:

http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/WebAppls.htm
http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf;

– поддерживает on-line среду накопления знаний и обмена ими, широко используется во всем мире (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);



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

– наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения 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 осмысливать 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 законах⁷.

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 проф. Е. В. Луценко (см. 2-й акт по ссылке: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>).

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

⁷ Ссылка на это краткое описание системы «Эйдос» на английском языке:
http://lc.kubagro.ru/aidos/The_Eidos_en.htm

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 решения 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 Аляска+Экспресс, обеспечивающей обработку больших данных, информации и знаний (Big Data, Big Information, Big Knowledge) с использованием ADS (Advantage Database Server), а также на языке C# (Visual Studio | C#).

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

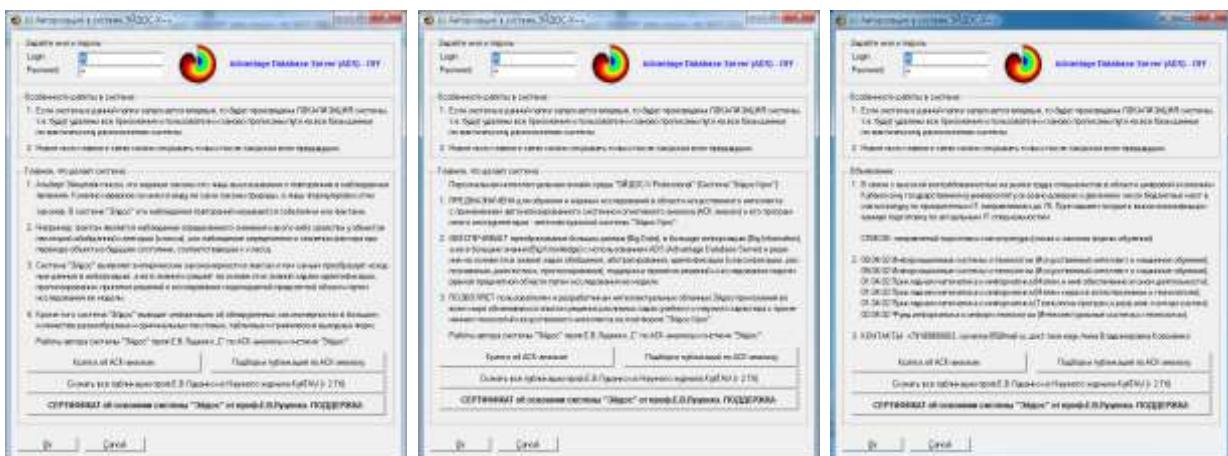


Рисунок 2. Титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос»

2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

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

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

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:

- 1) инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы);
- 2) кластерно-конструктивный анализ классов;
- 3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;
- 4) модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны;
- 5) нелокальная нейронная сеть;
- 6) 3d-интегральные когнитивные карты;
- 7) 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);
- 8) 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);
- 9) когнитивные функции;
- 10) значимость описательных шкал и их градаций;
- 11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

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**

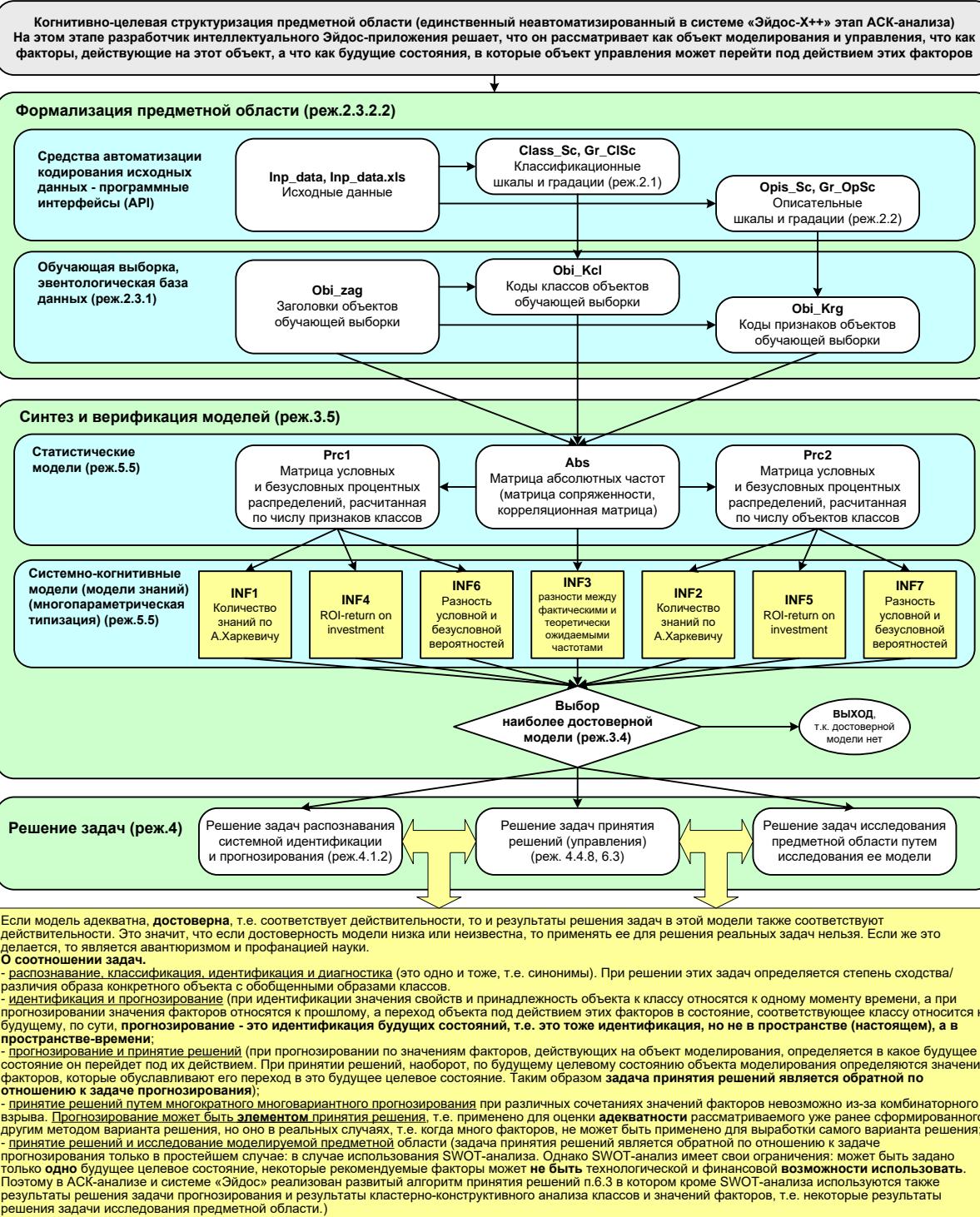


Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос»

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 неавтоматизированном 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 легендарные версии оружия, в качестве *факторов* – их физический, энергетический и радиационный урон, тип используемых боеприпасов, ёмкость магазина, базовая скорость атаки, дальность атаки, точность атаки, стоимость и вес (таблица 1), а в качестве *результатов* действия этих факторов – класс легендарного оружия (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

Код	Наименование
1	Physical damage
2	Energy damage
3	Radiation damage
4	Ammunition
5	Clip capacity
6	Fire rate
7	Range
8	Accuracy
9	Cost
10	Weight

Источник: E:\AIDOS\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Opis_Sc.dbf

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

Код	Наименование
1	Type

Источник: E:\AIDOS\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Class_Sc.dbf

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 в

самых различных направлениях науки и решения практических задач в самых различных предметных областях, практически почти везде, где человек применяет естественный интеллект.

В качестве *источника исходных данных* в данной работе используем сведения из самой игры Fallout 4, а также подробную таблицу характеристик легендарного оружия с сайта Fandom (https://fallout.fandom.com/wiki/Fallout_4_unique_weapons):

Таблица 3 – Таблица исходных данных

Weapon name	Type	Physical damage	Energy damage	Radiation damage	Аmmunition	Clip capacity	Fire rate	Range	Accuracy	Cost	Weight	
December's Child (Far Harbor)	Ballistic	33.00	0.00	0.00	5.6mm round	20.00	41.00	119.00	70.00	553.00	11.10	
Deliverer	Ballistic	25.00	0.00	0.00	10mm round	12.00	66.00	53.00	67.00	774.00	4.40	
Eddie's Peace	Ballistic	48.00	0.00	0.00	-	44 round	6.00	6.00	81.00	454.00	5.00	
Flare gun	Ballistic	10.00	0.00	0.00	Flare	1.00	3.00	146.00	74.00	50.00	2.00	
The Grunt	Ballistic	48.00	0.00	0.00	-	44 round	6.00	6.00	119.00	74.00	468.00	4.60
Justice	Ballistic	50.00	0.00	0.00	Shotgun shell	8.00	20.00	35.00	28.00	1076.00	15.50	
Kellogg's pistol	Ballistic	48.00	0.00	0.00	-	44 round	6.00	6.00	119.00	70.00	449.00	4.30
Kiloton radium rifle (Far Harbor)	Ballistic	42.00	0.00	50.00	-	45 round	20.00	40.00	119.00	69.00	110.00	11.10
The Last Minnie	Ballistic	192.00	0.00	0.00	2mm EC	7.00	66.00	203.00	112.00	6500.00	21.60	
Le Fusil Terribles	Ballistic	62.00	0.00	0.00	Shotgun shell	32.00	20.00	71.00	41.00	389.00	15.70	
Lucky Eddy (Far Harbor)	Ballistic	35.00	0.00	0.00	-	.45-70	5.00	5.00	122.00	72.00	201.00	9.00
Old Reliable (Far Harbor)	Ballistic	70.00	0.00	0.00	-	.45-70	5.00	5.00	122.00	61.00	801.00	9.00
Overseer's Guardian	Ballistic	55.00	0.00	0.00	-	.45 round	20.00	90.00	119.00	70.00	1230.00	15.70
The Problem Solver (Nuka-World)	Ballistic	57.00	0.00	0.00	-	.7.62 round	75.00	59.00	185.00	92.00	675.00	21.60
Radical Conversion (Far Harbor)	Ballistic	27.00	0.00	50.00	-	.45 round	20.00	40.00	119.00	69.00	110.00	11.10
Reba	Ballistic	37.00	0.00	0.00	-	.308 round	5.00	3.00	131.00	71.00	55.00	9.60
Reba II	Ballistic	37.00	0.00	0.00	-	.308 round	5.00	3.00	131.00	71.00	215.00	9.60
Silver submachine gun	Ballistic	10.00	0.00	0.00	-	.45 round	100.00	127.00	107.00	63.00	121.00	13.80
Splattercannon (Nuka-World)	Ballistic	51.00	0.00	0.00	-	.7.62 round	75.00	11.00	89.00	188.00	6855.00	23.60
Spray n' Pray	Ballistic	34.00	0.00	0.00	-	.45 round	100.00	127.00	77.00	69.00	1084.00	19.00
Tinker Tom Special	Ballistic	37.00	0.00	0.00	-	.308 round	5.00	3.00	185.00	112.00	709.00	16.70
Wastelander's Friend	Ballistic	18.00	0.00	0.00	-	.10mm round	24.00	46.00	83.00	76.00	772.00	6.00
Alien blaster pistol	Energy	0.00	40.00	0.00	-	Alien blaster round	42.00	100.00	119.00	79.00	1551.00	2.50
Cryocat	Energy	0.00	20.00	0.00	-	Cryo cell	25.00	90.00	71.00	66.00	302.00	13.20
Experiment 1B-A	Energy	24.00	24.00	0.00	-	Plasma cartridge	36.00	136.00	203.00	140.00	1809.00	6.60
Good Intentions	Energy	0.00	24.00	0.00	-	Fusion cell	27.00	113.00	191.00	74.00	133.00	7.40
Hab's Alien Blaster (Nuka-World)	Energy	0.00	50.00	0.00	-	Alien blaster round	42.00	100.00	149.00	76.00	2751.00	2.50
Lorenzo's Artifact	Energy	25.00	25.00	10.00	-	Grimm round	8.00	66.00	203.00	69.00	753.00	4.50
Old Faithful	Energy	0.00	24.00	0.00	-	Fusion cell	30.00	50.00	71.00	71.00	918.00	3.90
Protector's Gaze (Automatron)	Energy	0.00	26.00	0.00	-	Fusion cell	30.00	57.00	47.00	44.00	352.00	5.10
Prototype UP77 "Limitless Potential"	Energy	0.00	24.00	0.00	-	Fusion cell	1000.00	90.00	227.00	96.00	306.00	3.00
Righteous Authority	Energy	0.00	26.00	0.00	-	Fusion cell	27.00	50.00	203.00	76.00	326.00	5.50
Salvaged Assimilator head (Automatron)	Energy	0.00	15.00	0.00	-	Fusion cell	1.00	11.00	93.00	65.00	40.00	8.00
Sentinel's Plasmacaster	Energy	24.00	24.00	0.00	-	Plasma cartridge	30.00	33.00	119.00	148.00	148.00	4.80
Survivor's Special	Energy	0.00	11.00	0.00	-	Fusion cell	30.00	44.00	47.00	37.00	340.00	4.80
Tesla rifle (Automatron)	Energy	0.00	32.00	0.00	-	Fusion cell	15.00	40.00	83.00	70.00	90.00	8.10
Virgil's rifle	Energy	0.00	29.00	0.00	-	Fusion cell	30.00	66.00	242.00	90.00	375.00	7.30
Wizer Wife	Energy	0.00	55.00	0.00	-	Fusion cell	30.00	50.00	203.00	74.00	364.00	6.30
Ashura's Friend (Far Harbor)	Heavy	150.00	0.00	0.00	-	Harpoon	1.00	2.00	143.00	63.00	1005.00	16.30
Asternus (Nuka-World)	Heavy	0.00	24.00	0.00	-	Fusion core	500.00	45.00	251.00	63.00	4799.00	39.30
Ashunker	Heavy	8.00	0.00	0.00	-	5mm round	500.00	272.00	131.00	35.00	300.00	27.40
Big Boy	Heavy	936.00	0.00	0.00	-	Mini nuke	1.00	1.00	117.00	75.00	5012.00	38.70
Broadside	Heavy	108.00	0.00	0.00	-	Cannibalball	1.00	2.00	203.00	63.00	245.00	27.40
Death From Above	Heavy	151.00	0.00	0.00	-	Missile	1.00	2.00	203.00	65.00	4479.00	21.00
Defender's Harpoon Gun (Far Harbor)	Heavy	150.00	0.00	0.00	-	Harpoon	1.00	2.00	143.00	63.00	1005.00	16.30
Final Judgment	Heavy	0.00	14.00	0.00	-	Fusion core	500.00	340.00	203.00	48.00	3804.00	19.30
Nuka-nuke launcher (Nuka-World)	Heavy	693.00	0.00	0.00	-	Nuka-nuke	1.00	1.00	117.00	63.00	650.00	36.00
Parrytarter	Heavy	150.00	0.00	0.00	-	Missile	1.00	2.00	203.00	65.00	314.00	21.00
Sergeant Ash (Far Harbor)	Heavy	13.00	0.00	0.00	-	Flamer fuel	100.00	90.00	47.00	53.00	637.00	16.10
Skiggy's Last Stand (Far Harbor)	Heavy	165.00	0.00	0.00	-	Harpoon	1.00	2.00	143.00	63.00	1005.00	16.30
The Striker (Far Harbor)	Heavy	100.00	0.00	0.00	-	Modified bowling balls	1.00	1.00	117.00	63.00	2512.00	30.70
2076 World Series baseball bat	Melee	16.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	325.00	3.00
Atom's Judgement (Far Harbor)	Melee	40.00	0.00	100.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	900.00	20.00
Big Jim	Melee	13.00	0.00	0.60	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	150.00	2.00
Bloodbather (Far Harbor)	Melee	30.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	52.00	7.00
Cao's Slimy Slagger (Nuka-World)	Melee	123.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	175.00	7.50
Fencebuster (Far Harbor)	Melee	44.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	125.00	3.00
General Chino's Revenge	Melee	28.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	775.00	3.00
Grognak's axe	Melee	25.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	0.80	1000.00	100.00	10.00
Krenvith's Tooth	Melee	28.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	50.00	2.00
Pickman's Blade	Melee	15.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	143.00	1.00
Reckoning	Melee	8.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	0.80	1000.00	750.00	6.00
Rockville Slugger	Melee	21.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	133.00	3.50
Shem Drowne sword	Melee	16.00	0.00	5.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	250.00	3.00
Sword of Wonders (Nuka-World)	Melee	16.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	325.00	3.00
The Fish Catcher (Far Harbor)	Melee	86.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	312.00	7.00
The Harvester (Far Harbor)	Melee	9.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	0.80	1000.00	250.00	6.00
Thrustcutter (Nuka-World)	Melee	20.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	3420.00	2.00
Zao's sword	Melee	16.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	10.00	1000.00	50.00	3.00
Butcher's Hook (Far Harbor)	Unarmed	20.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	160.00	2.00
Furious Power Fist	Unarmed	20.00	0.00	0.00	-	-	0.00	1.00	5.00	1000.00	100.00	4.00

Таблица 3 имеет следующую структуру:

- каждая строка описывает одно наблюдение, всего 71 наблюдение;
- каждое **наблюдение** описывается одновременно двумя способами: с одной стороны значениями факторов, действующих на объект моделирования (лингвистические переменные, градации описательных шкал, бесцветный фон), а с другой стороны результатами действия этих факторов, т.е. классом легендарного оружия, выраженными в текстовых шкалах (желтый фон). Такая структура описания наблюдений в технологиях искусственного интеллекта называется «онтологией» и модели представлений знаний Марвина Мински (1975) называется «фрейм-экземпляром»;

- колонка 2-я – это классификационная шкала – это шкала **текстового** типа описывающая *результаты* действия факторов, в данном случае это класс легендарного оружия (таблица 2). В общем случае в исходных данных может быть значительно больше классификационных шкал, описывающих результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении: например количество и качество продукции, прибыль и рентабельность. В системе «Эйдос» существует не очень жестко ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

- колонки с 3-й по 12-ю – это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования: физический, энергетический и радиационный урон, тип используемых боеприпасов, ёмкость магазина, базовая скорость атаки, дальность атаки, точность атаки, стоимость и вес (таблица 1). Эти шкалы имеют как числовой, так и текстовый типы;

Для формирования таблицы 3 из источников были взяты только важные по мнению автора характеристики. При вводе данных в систему «Эйдос» нули и пробелы в исходных данных могут рассматриваться как значения данных или как отсутствие данных. В нашем случае будет использован первый вариант (значения данных).

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 жестких практически невыполнимых требований к исходным данным, а обрабатывает те данные, которые реально есть.

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 (рисунки 5):

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.

На 2-м рисунке 6 указано, что в описательных шкалах суммарное количество градаций - 52.

Для классификационных шкал на 3-м рисунке 6 приведено также количество наблюдений для каждого интервального значения (градации) и его размер. За счет того, что интервальные значения имеют разные размеры удается преодолеть **несбалансированность данных**, т.к. число наблюдений в каждом интервальном значении некоторой шкалы

получается равным с точностью 1 (т.к. число наблюдений – всегда целое число).

Под несбалансированностью данных понимается неравномерность распределения значений свойств объекта моделирования или действующих на него факторов по диапазону изменения значений числовых шкал.

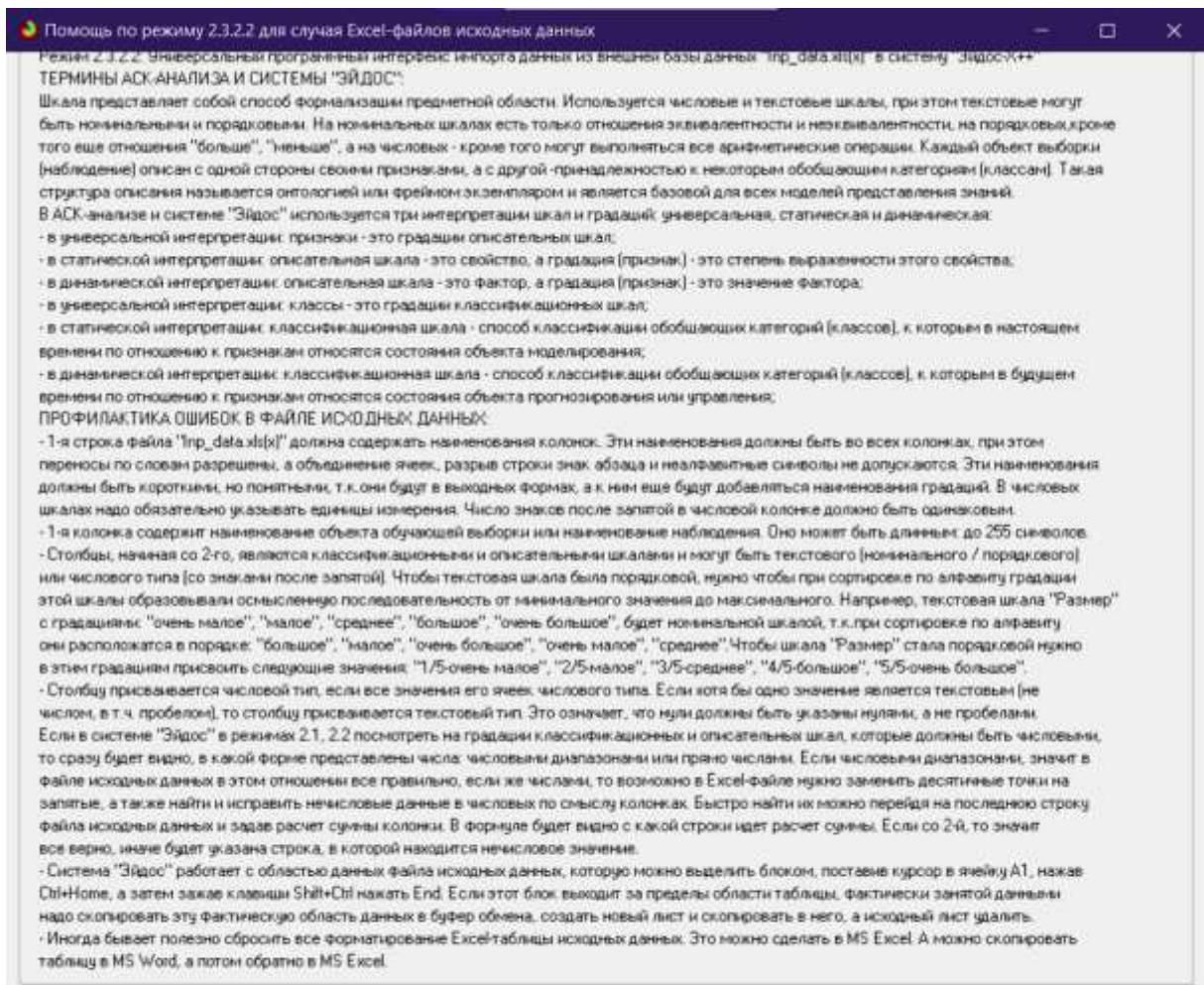
Режим 2.3.2.2: Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "inp_data.xls" в систему "Эдос-X++" и формализации предметной области.

- Данный программный интерфейс обеспечивает формализацию предметной области, т.е. анализ файла исходных данных inp_data.xls(x). Формирование классификационные и описательные шкалы и градации, а затем кодирование файла исходных с их использованием.
- Файл исходных данных должен иметь имя: inp_data.xls(x), а файл распознаваемой выборки имеет: inp_rasp.xls(x). Файлы inp_data.xls(x) и inp_rasp.xls(x) должны находиться в папке ./AIDOS-X/AID_DATA/inp_data/. Эти файлы имеют совершенно одинаковую структуру.
- 1-я строка этого файла должна содержать наименования колонок на любом языке, в т.ч. и русском. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом переносы по словам разрешены, а объединение ячеек, разрыв строки знаком табуляции не допускаются. Эти наименования должны быть короткими, но понятными, т.к. они будут в выходных форматах, а к ним еще будут добавляться наименования градаций. В числовых шкалах надо ОБЯЗАТЕЛЬНО указывать единицы измерения и число знаков после запятой в колонке должно быть ОДИНАКОВОЕ.
- 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-й, 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 поздних возможно до 1048576 строк и 16384 колонок.
- Столбцы, начиная со 2-го, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового [номинального / порядкового] или числового типа [с десятичным знаком после запятой].
- Столбцу присваивается числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым [не числом, в т.ч. пробелом], то столбцу присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами.
- Столбцы со 2-го по N-й являются классификационными шкалами [выходными параметрами] и содержат данные о классах (будущих состояниях объекта управления), к которым принадлежат объекты обучающей выборки.
- Столбцы с N+1 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 формируется файл INP_NAME.TXT стандарта MS DOS (кириллица), в котором наименования классификационных и описательных шкал являются СТРОКАМИ. Система формирует классификационные и описательные шкалы и градации. Для этого в каждом числовом столбце система находит минимальное и максимальное числовые значения и формирует заданное количество числовых интервалов, после чего числовые значения заменяются их интервальными значениями. В текстовых столбцах система находит уникальные текстовые значения. Каждое ЧИСЛЕННОЕ 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 NP_DATA и содержит коды классов, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений классов с градациями классификационных шкал и коды признаков, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений признаков с градациями описательных шкал.
- Распознаваемая 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 распознаваемой выборки могут не включать коды классов, если столбцы классов в файле INP_RASP были пустыми. Структура файла INP_RASP должна быть такая же, как INP_DATA, т.е. они должны ПОЛНОСТЬЮ совпадать по наименованиям столбцов, но могут иметь разное количество строк с разными значениями в них.

Принцип организации таблицы 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



Принцип организации таблицы 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	Значение шкалы	Значение шкалы		Значение шкалы	Значение шкалы	

Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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

Стандарт XLS-файла
Стандарт DBF-файла
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: 2
Конечный столбец классификационных шкал: 2

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал: 3
Конечный столбец описательных шкал: 12

Задайте режим:

- Формализации предметной области (на основе "Inp_data")
- Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp_rasp")

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]")

Ok Cancel

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

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ: (аддитивные интервалы)

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [5 классов x 52 признаков]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных шкал	Среднее количество градаций на класс.шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис.шкалу
Числовые	0	0	0,00	9	27	3,00
Текстовые	1	5	5,00	1	25	25,00
ВСЕГО:	1	5	5,00	10	52	5,20

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

В описательных шкалах: 3

Пересчитать шкалы и градации Параметры числ.шкал и градаций Выйти на создание модели

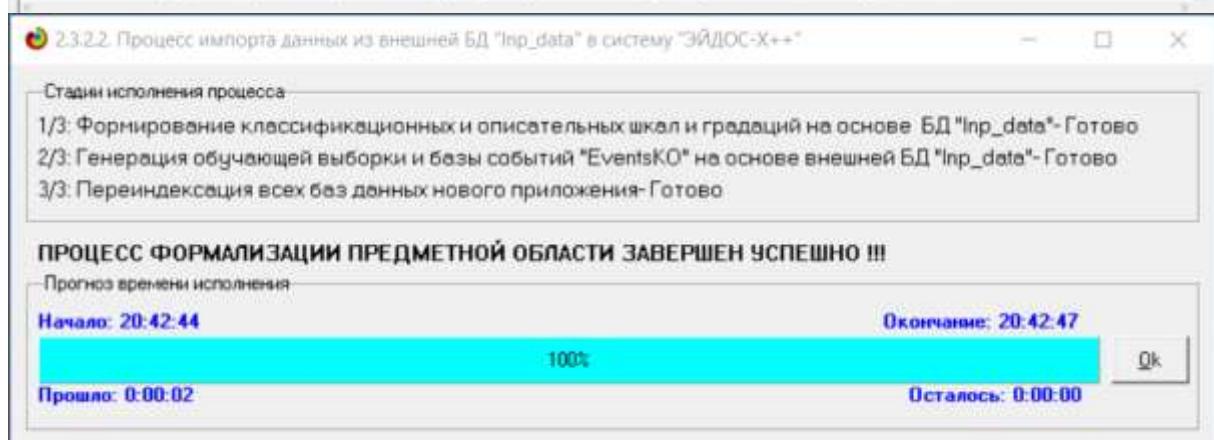
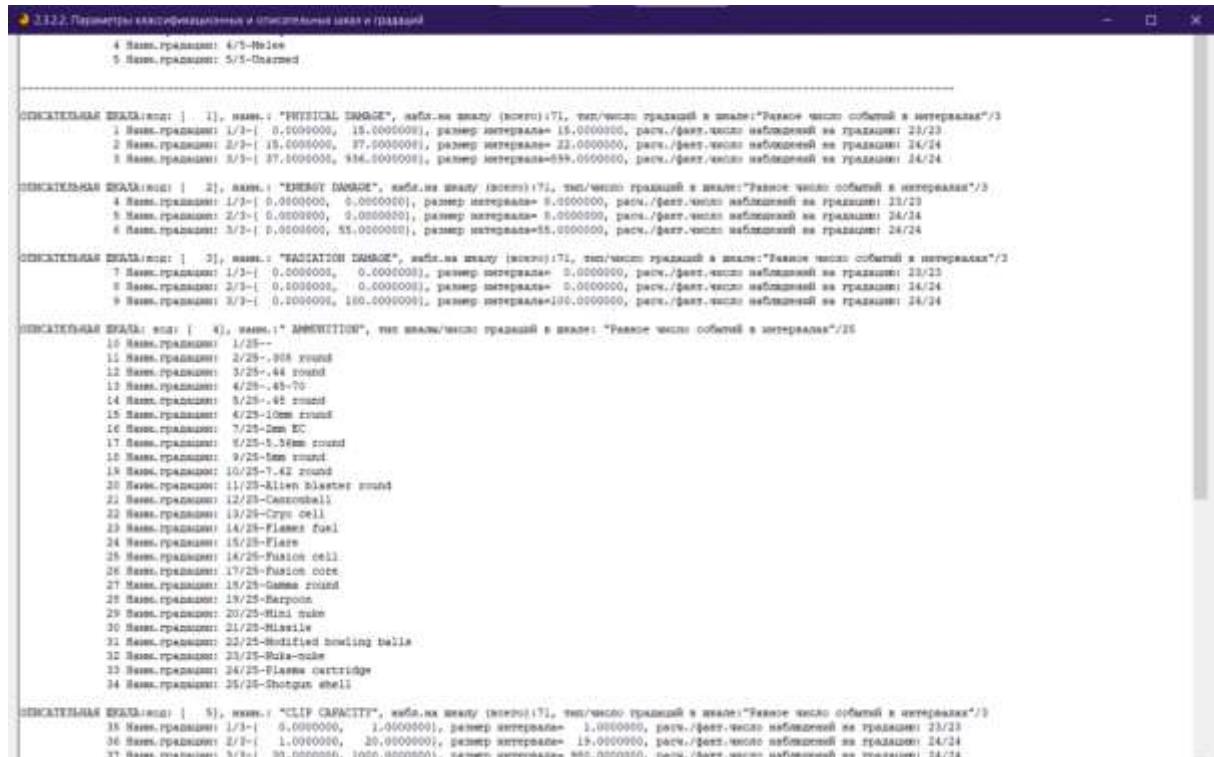


Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

Таблица 4 – Классификационные шкалы и градации (числовые шкалы)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	TYPE-1/5-Ballistic
2	TYPE-2/5-Energy
3	TYPE-3/5-Heavy
4	TYPE-4/5-Melee
5	TYPE-5/5-Unarmed

Источник: E:\AIDOS\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Classes.dbf

Таблица 5 – Описательные шкалы и градации

Таблица 3 – Структурные типы и признаки	
KOD_ATR	NAME_ATR
1	PHYSICAL DAMAGE-1/3-{0.0000000, 15.0000000}
2	PHYSICAL DAMAGE-2/3-{15.0000000, 37.0000000}

3	PHYSICAL DAMAGE-3/3-{37.0000000, 936.0000000}
4	ENERGY DAMAGE-1/3-{0.0000000, 0.0000000}
5	ENERGY DAMAGE-2/3-{0.0000000, 0.0000000}
6	ENERGY DAMAGE-3/3-{0.0000000, 55.0000000}
7	RADIATION DAMAGE-1/3-{0.0000000, 0.0000000}
8	RADIATION DAMAGE-2/3-{0.0000000, 0.0000000}
9	RADIATION DAMAGE-3/3-{0.0000000, 100.0000000}
10	AMMUNITION-1/25--
11	AMMUNITION-2/25-.308 round
12	AMMUNITION-3/25-.44 round
13	AMMUNITION-4/25-.45-70
14	AMMUNITION-5/25-.45 round
15	AMMUNITION-6/25-10mm round
16	AMMUNITION-7/25-2mm EC
17	AMMUNITION-8/25-5.56mm round
18	AMMUNITION-9/25-5mm round
19	AMMUNITION-10/25-7.62 round
20	AMMUNITION-11/25-Alien blaster round
21	AMMUNITION-12/25-Cannonball
22	AMMUNITION-13/25-Cryo cell
23	AMMUNITION-14/25-Flamer fuel
24	AMMUNITION-15/25-Flare
25	AMMUNITION-16/25-Fusion cell
26	AMMUNITION-17/25-Fusion core
27	AMMUNITION-18/25-Gamma round
28	AMMUNITION-19/25-Harpoon
29	AMMUNITION-20/25-Mini nuke
30	AMMUNITION-21/25-Missile
31	AMMUNITION-22/25-Modified bowling balls
32	AMMUNITION-23/25-Nuka-nuke
33	AMMUNITION-24/25-Plasma cartridge
34	AMMUNITION-25/25-Shotgun shell
35	CLIP CAPACITY-1/3-{0.0000000, 1.0000000}
36	CLIP CAPACITY-2/3-{1.0000000, 20.0000000}
37	CLIP CAPACITY-3/3-{20.0000000, 1000.0000000}
38	FIRE RATE-1/3-{1.0000000, 1.0000000}
39	FIRE RATE-2/3-{1.0000000, 41.0000000}
40	FIRE RATE-3/3-{41.0000000, 340.0000000}
41	RANGE-1/3-{0.8000000, 47.0000000}
42	RANGE-2/3-{47.0000000, 122.0000000}
43	RANGE-3/3-{122.0000000, 251.0000000}
44	ACCURACY-1/3-{28.0000000, 69.0000000}
45	ACCURACY-2/3-{69.0000000, 108.0000000}

46	ACCURANCY-3/3-{ 108.0000000, 1000.0000000 }
47	COST-1/3-{ 40.0000000, 245.0000000 }
48	COST-2/3-{ 245.0000000, 750.0000000 }
49	COST-3/3-{ 750.0000000, 6855.0000000 }
50	WEIGHT-1/3-{ 1.0000000, 4.8000000 }
51	WEIGHT-2/3-{ 4.8000000, 11.1000000 }
52	WEIGHT-3/3-{ 11.1000000, 39.3000000 }

Источник: E:\AIDOS\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Attributes.dbf

Таблица 6 – Обучающая выборка (полностью)

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
December's Child (Far Harbor)	1	2	4	7	17	36	39	42	45	48	51
Deliverer	1	2	4	7	15	36	40	42	44	49	50
Eddie's Peace	1	3	4	7	12	36	39	42	45	48	51
Flare gun	1	1	4	7	24	35	39	43	45	47	50
The Gainer	1	3	4	7	12	36	39	42	45	48	50
Justice	1	3	4	7	34	36	39	41	44	49	52
Kellogg's pistol	1	3	4	7	12	36	39	42	45	48	50
Kiloton radium rifle (Far Harbor)	1	3	4	9	14	36	39	42	44	47	51
The Last Minute	1	3	4	7	16	36	40	43	46	49	52
Le Fusil Terribles	1	3	4	7	34	37	39	42	44	48	52
Lucky Eddy (Far Harbor)	1	2	4	7	13	36	39	42	45	47	51
Old Reliable (Far Harbor)	1	3	4	7	13	36	39	42	44	49	51
Overseer's Guardian	1	3	4	7	14	36	40	42	45	49	52
The Problem Solver (Nuka-World)	1	3	4	7	19	37	40	43	45	48	52
Radical Conversion (Far Harbor)	1	2	4	9	14	36	39	42	44	47	51
Reba	1	2	4	7	11	36	39	43	45	47	51
Reba II	1	2	4	7	11	36	39	43	45	47	51
Silver submachine gun	1	1	4	7	14	37	40	42	44	47	52
Splattercannon (Nuka-World)	1	3	4	7	19	37	39	42	45	49	52
Spray n' Pray	1	2	4	7	14	37	40	42	44	49	52
Tinker Tom Special	1	2	4	7	11	36	39	43	46	48	52
Wastlander's Friend	1	2	4	7	15	37	40	42	45	49	51
Alien blaster pistol	2	1	6	7	20	37	40	42	45	49	50
Cryolator	2	1	6	7	22	37	40	42	44	48	52
Experiment 18-A	2	2	6	7	33	37	40	43	46	49	51
Good Intentions	2	1	6	7	25	37	40	43	45	47	51
Hub's Alien Blaster (Nuka-World)	2	1	6	7	20	37	40	43	45	49	50
Lorenzo's Artifact	2	2	6	9	27	36	40	43	44	49	50
Old Faithful	2	1	6	7	25	37	40	42	45	49	50
Protectron's Gaze (Automatron)	2	1	6	7	25	37	40	41	44	48	51
Prototype UP77 "Limitless Potential"	2	1	6	7	25	37	40	43	45	48	50
Righteous Authority	2	1	6	7	25	37	40	43	45	48	51
Salvaged Assaultron head (Automatron)	2	1	6	7	25	35	39	42	44	47	51
Sentinel's Plasmacaster	2	2	6	7	33	37	39	42	46	47	50
Survivor's Special	2	1	6	7	25	37	40	41	44	48	50

Tesla rifle (Automatron)	2	1	6	7	25	36	39	42	45	47	51
Virgil's rifle	2	1	6	7	25	37	40	43	45	48	51
Wazer Wifle	2	1	6	7	25	37	40	43	45	48	51
Admiral's Friend (Far Harbor)	3	3	4	7	28	35	39	43	44	49	52
Aeternus (Nuka-World)	3	1	6	7	26	37	40	43	44	49	52
Ashmaker	3	1	4	7	18	37	40	43	44	48	52
Big Boy	3	3	4	7	29	35	38	42	45	49	52
Broadsider	3	3	4	7	21	35	39	43	44	47	52
Death From Above	3	3	4	7	30	35	39	43	44	49	52
Defender's Harpoon Gun (Far Harbor)	3	3	4	7	28	35	39	43	44	49	52
Final Judgment	3	1	6	7	26	37	40	43	44	49	52
Nuka-nuke launcher (Nuka-World)	3	3	4	7	32	35	38	42	44	48	52
Partystarter	3	3	4	7	30	35	39	43	44	48	52
Sergeant Ash (Far Harbor)	3	1	4	7	23	37	40	41	44	48	52
Skipper's Last Stand (Far Harbor)	3	3	4	7	28	35	39	43	44	49	52
The Striker (Far Harbor)	3	3	4	7	31	35	38	42	44	49	52
2076 World Series baseball bat	4	2	4	7	10	35	38	41	46	48	50
Atom's Judgement (Far Harbor)	4	3	4	9	10	35	38	41	46	49	52
Big Jim	4	1	4	7	10	35	38	41	46	47	50
Bloodletter (Far Harbor)	4	2	4	7	10	35	38	41	46	47	51
Cito's Shiny Slugger (Nuka-World)	4	3	4	7	10	35	38	41	46	47	51
Fencebuster (Far Harbor)	4	3	4	7	10	35	38	41	46	47	50
General Chao's Revenge	4	2	4	7	10	35	38	41	46	49	50
Grognak's axe	4	2	4	7	10	35	38	41	46	47	51
Kremvh's Tooth	4	2	4	7	10	35	38	41	46	47	50
Pickman's Blade	4	1	4	7	10	35	38	41	46	47	50
Reckoning	4	1	4	7	10	35	38	41	46	48	51
Rockville Slugger	4	2	4	7	10	35	38	41	46	47	50
Shem Drowne sword	4	2	4	9	10	35	38	41	46	48	50
Sword of Wonders (Nuka-World)	4	2	4	7	10	35	38	41	46	48	50
The Fish Catcher (Far Harbor)	4	3	4	7	10	35	38	41	46	48	51
The Harvester (Far Harbor)	4	1	4	7	10	35	38	41	46	48	51
Throatslicer (Nuka-World)	4	2	4	7	10	35	38	41	46	49	50
Zao's sword	4	2	4	7	10	35	38	41	46	47	50
Butcher's Hook (Far Harbor)	5	2	4	7	10	35	38	41	46	47	50
Furious Power Fist	5	2	4	7	10	35	38	41	46	47	50

Источник: E:\AIDOS\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\EventsKO.dbf

Отметим, что в системе «Эйдос» обычно используются базы данных с расширением «dbf». Они открываются в MS Excel или могут быть конвертированы в файлы xls,xlsx с помощью онлайн-сервисов.

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

Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей (СК-моделей) моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос». Математические модели, на основе которых рассчитываются

статистические и СК-модели, подробно описаны в ряде монографий и статей проф. Е. В. Луценко. Поэтому в данной работе мы рассмотрим эти вопросы очень кратко. Отметим лишь, 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) (рисунок 3).

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике и обеспечивает [2, 3] сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых данных, представленных в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения.

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

Непосредственно на основе эмпирических данных (см. Help режима 2.3.2.2) рассчитывается матрица абсолютных частот (таблица 7).

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

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.

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			$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$	

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			$P_{\Sigma j}$				

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) и матрицы системно-когнитивных моделей (СК-модели, таблица 10), в частности матрица информативностей.

Этот подход снимает также проблему обеспечения сопоставимости обработки в одной модели исходных данных, представленных в различных видах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в разных единицах измерения [4].

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 семи системно-когнитивных моделей (таблица 10).

В таблице 11 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**.

Количество частных критериев знаний и основанных на них системно-когнитивных моделей (таблица 9), применяемых в настоящее время в системе «Эйдос» равное 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**.

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).

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)		$N_i = \sum_{j=1}^W N_{ij}; N_j = \sum_{i=1}^M N_{ij}; N = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij};$ $N_{ij} - \text{фактическая частота};$ $\bar{N}_{ij} = \frac{N_i N_j}{N} - \text{теоретическая частота}.$
PRC1 , матрица условных P_{ij} и безусловных P_i процентных распределений, в качестве N_j используется суммарное количество признаков по классу	---	
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		
INF2 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j -го класса, то у него будет обнаружен i -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$
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	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	
INF5 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу		$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij}N}{N_i N_j} - 1$
INF6 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	
INF7 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу		$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Обозначения к таблице:

- i – значение прошлого параметра;
 j - значение будущего параметра;
 N_{ij} – количество встреч j -го значения будущего параметра при i -м значении прошлого параметра;
 M – суммарное число значений всех прошлых параметров;
 W - суммарное число значений всех будущих параметров.
 N_i – количество встреч i -м значения прошлого параметра по всей выборке;
 N_j – количество встреч j -го значения будущего параметра по всей выборке;
 N – количество встреч j -го значения будущего параметра при i -м значении прошлого параметра по всей выборке.
 I_{ij} – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения i -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее j -му значению будущего параметра;
 ψ – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;
 P_i – безусловная относительная частота встречи i -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;
 P_{ij} – условная относительная частота встречи i -го значения прошлого параметра при j -м значении будущего параметра.

Таким образом, мы видим, что **все частные критерии знаний тесно взаимосвязаны друг с другом**. Особенno интересна связь знаменитого критерия хи-квадрат 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 (как и другие математические и физические абстракции, типа математической точки, материальной точки, бесконечно малой и т.п.). На практике встречается только относительная частота. Но она может быть весьма близкой к вероятности. Например, при 480 наблюдений различие между относительной частотой и вероятностью (погрешность) составляет около 5%, при 1250 наблюдениях – около 2.5%, при 10000 наблюдениях – 1%.

Таблица 3 – Матрица системно-когнитивной модели

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

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 [4].

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.

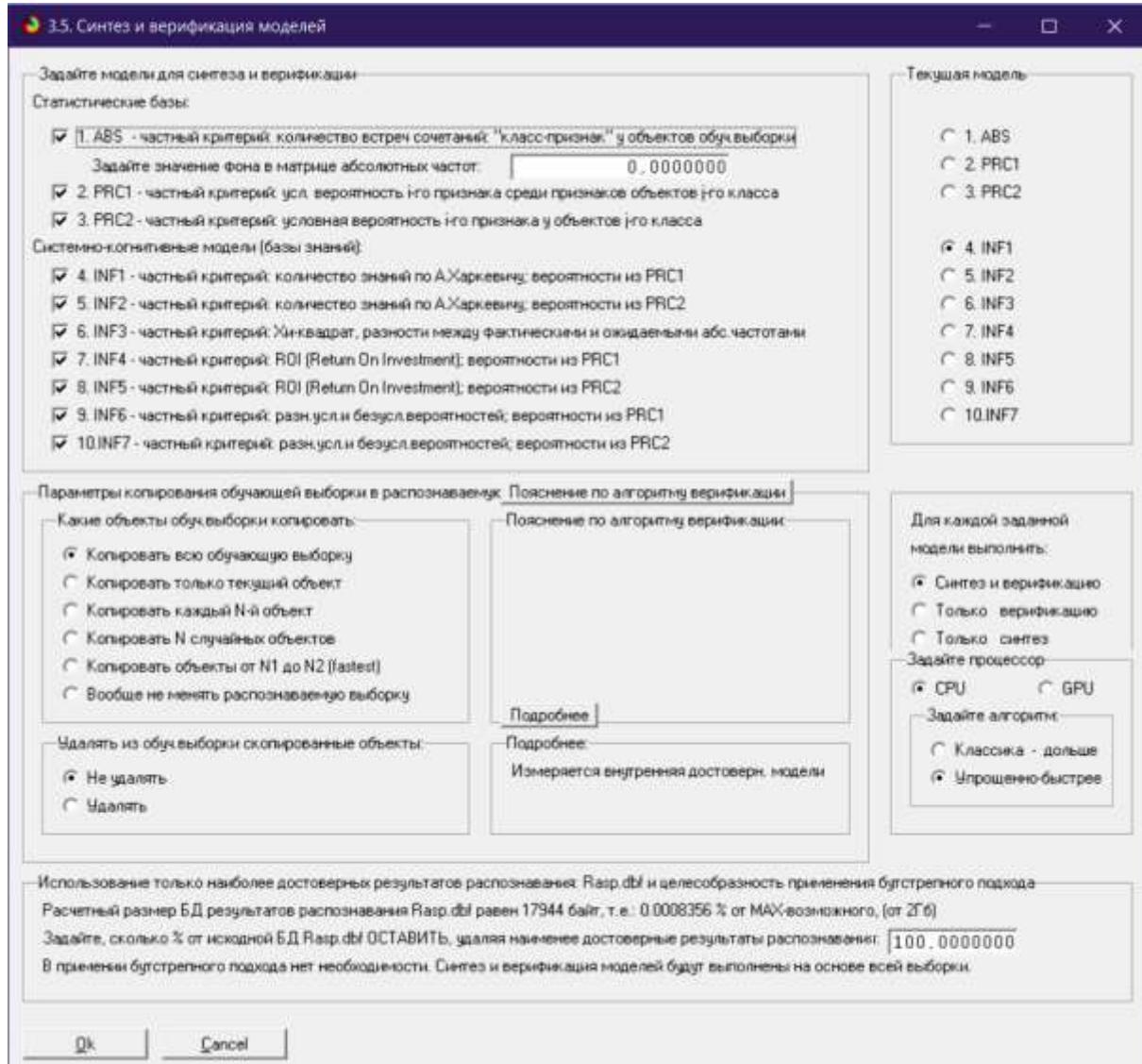
Отметим, что как значимость значения фактора, степень детерминированности класса и ценность или качество модели в АСК-анализе рассматривается вариабельность значений частных критерииев этого значения фактора, класса или модели в целом (таблица 10).

Численно эта вариабельность может измеряться разными способами, например средним отклонением модулей частных критерииев 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 11):

Таблица 11 – 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	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
2	1. Степень детерминированности класса. 2. Степень обусловленности класса.	Корень из информационной мощности класса	$\sigma_{\Sigma j} = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j)^2}$
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	$H = \sqrt{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

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



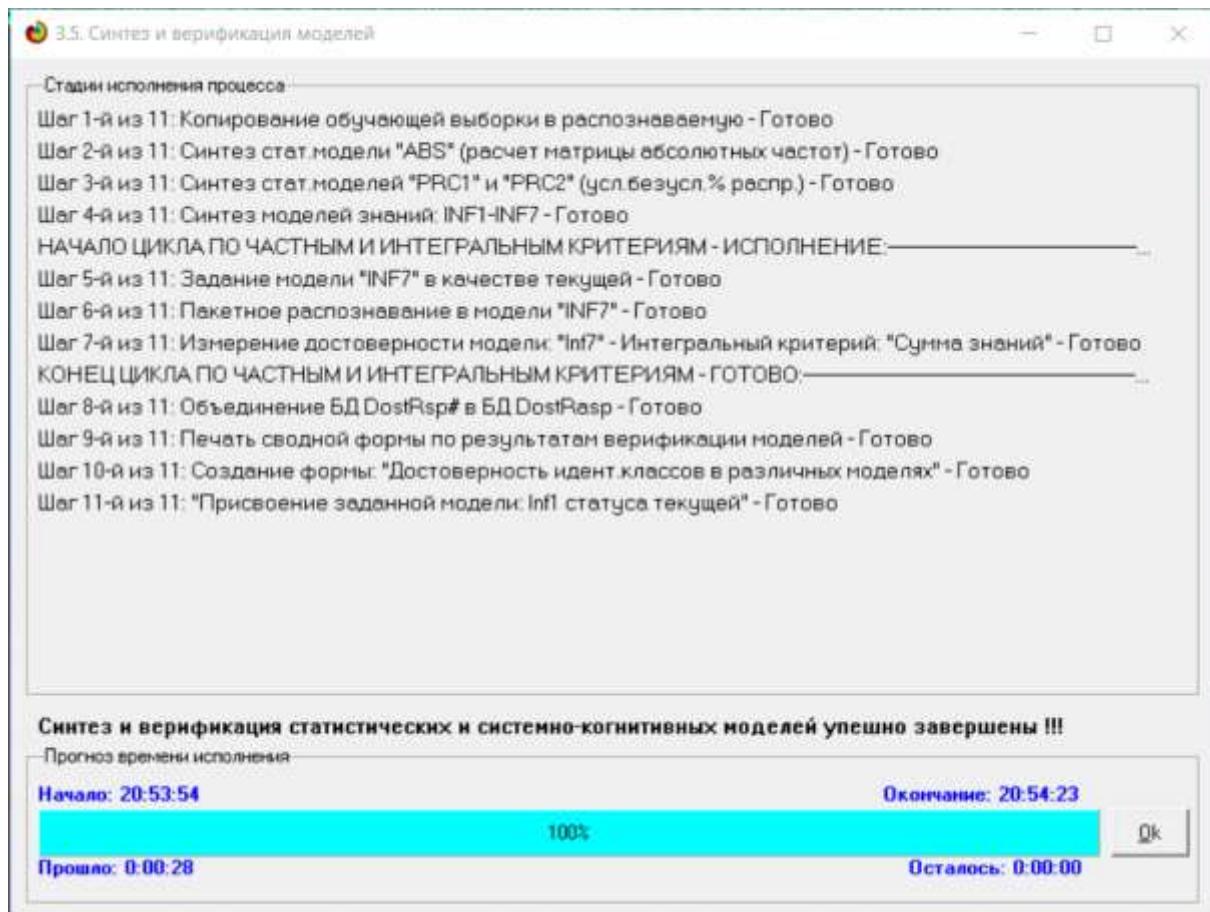


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

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

Номер последовательности модели/подмодель	Наименование статистической модели/подмодели	1-TYPE				2-TYPE				3-TYPE				Сумма данных	Сумма квадратич.
		15 BALLOON	25 ENERGY	35 HEAT	45 MUSC	55 SHADE	65 SHADE	75 SHADE	85 SHADE	15 BALLOON	25 ENERGY	35 HEAT	45 MUSC		
15	PHYSICAL DAMAGE 1/3/15 0000000, 15.0000000	2.0	13.0	4.0	4.0	32.0	4.68	4.50							
25	PHYSICAL DAMAGE 1/3/15 0000000, 37.0000000	4.0	2.0		13.0	2.0	24.0	4.98	4.44						
35	PHYSICAL DAMAGE 3/3/27 0000000, 336.0000000	11.0		4.0	4.0		24.0	4.00	5.07						
45	ENERGY DAMAGE 1/3/10 0000000, 0.0000000	22.0		13.0	12.0	2.0	53.0	10.68	9.63						
55	ENERGY DAMAGE 2/3/10 0000000, 0.0000000			16.0	2.0		19.0	3.68	6.98						
65	ENERGY DAMAGE 1/3/10 0000000, 55.0000000		15.0		13.0	14.0	21.0	13.28	6.76						
75	RADIATION DAMAGE 1/3/10 0000000, 0.0000000	20.0	15.0		13.0	2.0	60.0								
85	RADIATION DAMAGE 1/3/10 0000000, 0.0000000														
95	RADIATION DAMAGE 2/3/10 0000000, 180.0000000	2.0	1.0		2.0	2.0	20.0	1.00	1.00						
105	AMMUNITION 1/3/5					19.0	2.0	20.0	4.08	7.87					
115	AMMUNITION 2/3/5 300 round		3.0					3.0	3.68	1.28					
125	AMMUNITION 3/3/5 40 round		3.0					3.0	3.68	1.38					
135	AMMUNITION 4/3/5 45-75		2.0					2.0	3.48	0.01					
145	AMMUNITION 5/3/6 45 round		5.0					5.0	1.00	0.24					
155	AMMUNITION 6/3/5 10mm round		2.0					2.0	3.48	0.09					
165	AMMUNITION 7/3/6 30mm EC		1.0					1.0	3.28	0.45					
175	AMMUNITION 8/3/5 5.56mm round		1.0					1.0	3.28	0.45					
185	AMMUNITION 9/3/5 500 round			1.0				1.0	3.28	0.45					
195	AMMUNITION 10/3/5 740 round		2.0					2.0	3.48	0.01					
205	AMMUNITION 11/3/5 4000 round			2.0				2.0	3.48	0.09					
215	AMMUNITION 12/3/5 Centrefire				1.0			1.0	3.28	0.45					
225	AMMUNITION 13/3/5 Caco coil			1.0				1.0	3.28	0.45					
235	AMMUNITION 14/3/5 Flame fuel				1.0			1.0	3.28	0.43					
245	AMMUNITION 15/3/5 Flame		1.0					1.0	3.28	0.43					
255	AMMUNITION 16/3/5 Flame-cell			10.0				20.0	2.08	4.47					
265	AMMUNITION 17/3/5 Flame-cell				2.0			2.0	3.48	0.09					

Рисунок 4. Статистическая модель «ABS», матрица абсолютных частот

Номер	Наименование опасности	1. TYPE A/S BALISTIC	2. TYPE A/S CHEM	3. TYPE A/S HEAVY	4. TYPE A/S HELI	5. TYPE S/S UNARMED	Сумма	Среднее значение	
1.0	PHYSICAL DAMAGE 1/3/10 0000000, 15.0000000	-0.491	11.250	-0.260	11.222	32.394	16.444	32.630	
1.0	PHYSICAL DAMAGE 2/3/15 0000000, 27.0000000	40.909	10.750	0.866	130.809	12.893	43.841	39.249	
1.0	PHYSICAL DAMAGE 3/3/17 0000000, 83.0000000	40.604	49.231	33.222	32.809	29.391	36.773		
1.0	ENERGY DAMAGE 1/3/10 0000000, 0.0000000	130.209	94.115	130.809	130.809	74.549	76.922	42.527	
1.0	ENERGY DAMAGE 2/3/10 0000000, 0.0000000								
1.0	ENERGY DAMAGE 3/3/10 0000000, 0.0000000								
1.0	RADIATION DAMAGE 1/3/0 0000000, 0.0000000	10.309	43.768	130.608	48.409	130.808	42.358	84.710	5.141
1.0	RADIATION DAMAGE 2/3/0 0000000, 0.0000000								
1.0	RADIATION DAMAGE 3/3/0 0000000, 0.0000000								
1.0	AMMUNITION-1/25-								
1.0	AMMUNITION-2/25-300 round	12.628							
1.0	AMMUNITION-3/25-44 round	12.434							
1.0	AMMUNITION-4/25-49 round	9.891							
1.0	AMMUNITION-5/25-49 round	22.727							
1.0	AMMUNITION-6/25-10mm round	9.891							
1.0	AMMUNITION-7/25-2mm EC	4.543							
1.0	AMMUNITION-8/25-55mm round	4.545							
1.0	AMMUNITION-9/25-5mm round								
1.0	AMMUNITION-10/25-7.62 round	9.891							
1.0	AMMUNITION-11/25-Alien blaster round	12.509							
1.0	AMMUNITION-12/25-Cavendish		7.432						
1.0	AMMUNITION-13/25-Cos cell	6.298							
1.0	AMMUNITION-14/25-Fusion fuel		7.492						
1.0	AMMUNITION-15/25-Fuse	4.545							
1.0	AMMUNITION-16/25-Fuse-cell	62.509							
1.0	AMMUNITION-17/25-Fuse-cell	16.306							

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

Номер	Наименование опасности	1. TYPE A/S BALISTIC	2. TYPE A/S CHEM	3. TYPE A/S HEAVY	4. TYPE A/S HELI	5. TYPE S/S UNARMED	Сумма	Среднее значение
1.0	PHYSICAL DAMAGE 1/3/10 0000000, 15.0000000	-0.443	0.325	-0.018	-0.133	-0.278	-0.056	0.27%
1.0	PHYSICAL DAMAGE 2/3/15 0000000, 27.0000000	0.667	-0.238	2.176	0.384	0.413	0.094	0.21%
1.0	PHYSICAL DAMAGE 3/3/17 0000000, 83.0000000	0.138	4.284	-0.140	0.244	0.049	0.143	
1.0	ENERGY DAMAGE 1/3/0 0000000, 0.0000000	0.193	0.044	0.103	0.103	0.071	0.071	0.04%
1.0	ENERGY DAMAGE 2/3/0 0000000, 0.0000000							
1.0	ENERGY DAMAGE 3/3/0 0000000, 0.0000000							
1.0	RADIATION DAMAGE 1/3/0 0000000, 0.0000000	-0.018	0.019	0.026	-0.816	0.826	0.031	0.01%
1.0	RADIATION DAMAGE 2/3/0 0000000, 0.0000000							
1.0	RADIATION DAMAGE 3/3/0 0000000, 0.0000000							
1.0	AMMUNITION-1/25-							
1.0	AMMUNITION-2/25-300 round	0.414						
1.0	AMMUNITION-3/25-44 round	0.414						
1.0	AMMUNITION-4/25-49 round	0.414						
1.0	AMMUNITION-5/25-49 round	0.414						
1.0	AMMUNITION-6/25-10mm round	0.414						
1.0	AMMUNITION-7/25-2mm EC	0.414						
1.0	AMMUNITION-8/25-55mm round	0.414						
1.0	AMMUNITION-9/25-5mm round							
1.0	AMMUNITION-10/25-7.62 round	0.414						
1.0	AMMUNITION-11/25-Alien blaster round	0.527						
1.0	AMMUNITION-12/25-Cavendish		0.401					
1.0	AMMUNITION-13/25-Cos cell	0.629						
1.0	AMMUNITION-14/25-Fusion fuel		0.420					
1.0	AMMUNITION-15/25-Fuse	0.414						
1.0	AMMUNITION-16/25-Fuse-cell	0.527						
1.0	AMMUNITION-17/25-Fuse-cell	0.401						

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

Номер	Наименование опасности	1. TYPE A/S BALISTIC	2. TYPE A/S CHEM	3. TYPE A/S HEAVY	4. TYPE A/S HELI	5. TYPE S/S UNARMED	Сумма	Среднее значение
1.0	PHYSICAL DAMAGE 1/3/10 0000000, 15.0000000	-5.127	7.817	-8.231	-5.431	-0.849	4.775	
1.0	PHYSICAL DAMAGE 2/3/15 0000000, 27.0000000	1.543	-2.438	-4.394	3.910	1.324		
1.0	PHYSICAL DAMAGE 3/3/17 0000000, 83.0000000	3.844	-5.448	4.486	-2.885	-0.474	4.122	
1.0	ENERGY DAMAGE 1/3/0 0000000, 0.0000000	5.177	-11.944	1.296	4.563	0.407	9.04%	
1.0	ENERGY DAMAGE 2/3/0 0000000, 0.0000000	-5.573	11.944	-1.296	-4.563	-0.407	7.03%	
1.0	RADIATION DAMAGE 1/3/0 0000000, 0.0000000	-0.453	0.327	0.925	-0.732	0.241	0.635	
1.0	RADIATION DAMAGE 2/3/0 0000000, 0.0000000							
1.0	RADIATION DAMAGE 3/3/0 0000000, 0.0000000							
1.0	AMMUNITION-1/25-							
1.0	AMMUNITION-2/25-300 round	2.070	-0.676	-0.549	-0.761	-0.895	1.196	
1.0	AMMUNITION-3/25-44 round	1.000	-0.451	-0.386	-0.507	-0.856	0.792	
1.0	AMMUNITION-4/25-49 round	3.453	-1.127	-0.915	-1.240	-0.441	1.977	
1.0	AMMUNITION-5/25-49 round	1.300	-0.451	-0.386	-0.507	-0.856	0.791	
1.0	AMMUNITION-6/25-10mm round	0.600	-0.235	-0.189	-0.256	-0.828	0.485	
1.0	AMMUNITION-7/25-2mm EC	0.610	-0.225	-0.189	-0.254	-0.828	0.394	
1.0	AMMUNITION-8/25-55mm round	0.610	-0.225	-0.189	-0.254	-0.828	0.394	
1.0	AMMUNITION-9/25-5mm round	1.305	-0.431	-0.366	-0.507	-0.856	0.791	
1.0	AMMUNITION-10/25-7.62 round	0.620	1.549	-0.366	-0.507	-0.856	0.631	
1.0	AMMUNITION-11/25-Alien blaster round	-0.620	1.549	-0.366	-0.507	-0.856	0.631	
1.0	AMMUNITION-12/25-Cavendish	-0.316	-0.235	0.027	-0.256	-0.828	0.440	
1.0	AMMUNITION-13/25-Cos cell	-0.316	0.776	-0.183	-0.256	-0.828	0.440	
1.0	AMMUNITION-14/25-Fusion fuel	-0.316	-0.225	0.027	-0.254	-0.828	0.394	
1.0	AMMUNITION-15/25-Fuse	0.095	7.746	-1.821	-2.939	-0.282	4.437	
1.0	AMMUNITION-16/25-Fuse-cell	-0.620	-0.451	1.024	-0.507	-0.856	0.918	

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

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 Ризбергена, а также по критериям L1- L2-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры [9].

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

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

В соответствии с критерием достоверности F-мерой Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модели INF4 и INF5 с интегральным критерием: «Семантический резонанс знаний»: F=0.704 (1-й рисунок 12).

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF3 (хи-квадрат К.Пирсона) с интегральным критерием: «Сумма знаний»: L1=0.897 (2-й рисунок 12). Для решения поставленных в работе задач будем использовать модель INF3.

1.4. Оценка модели по достоверности при решении крит. Типовая модель №41												
Название модели	Идентификатор контента	Число положительных решений	Число отрицательных решений	Число истинных положительных решений (TP)	Число ложных положительных решений (FP)	Число истинных отрицательных решений (TN)	Число ложных отрицательных решений (FN)	Точность	Полнота	F-мера	Средний коэффициент достоверности	
1. INF - частный критерий: количество встреч союзных "Если...	Хорошо знать частоту обра...	73	71	29	245	0.213	1.000	0.349	0.248	0.361	0.7	
1. INF - частный критерий: количество встреч союзных "Если...	Случайные частоты по правилам...	73	71	29	245	0.286	1.000	0.333	0.416	0.416	0.7	
2. PRCT - частный критерий: ул. вероятность Нагородова в сред...	Хорошо знать частоту с.п...	73	71	29	245	0.211	1.000	0.349	0.248	0.361	0.7	
2. PRCT - частный критерий: ул. вероятность Нагородова в сред...	Случайные частоты по правилам...	73	71	29	245	0.286	1.000	0.333	0.416	0.416	0.7	
3. PRZ - частный критерий: ул. вероятность Нагородова в сред...	Хорошо знать частоту с.п...	73	71	29	245	0.211	1.000	0.349	0.248	0.361	0.7	
3. PRZ - частный критерий: ул. вероятность Нагородова в сред...	Случайные частоты по правилам...	73	71	29	245	0.286	1.000	0.333	0.416	0.416	0.7	
4. INF - частный критерий: количество единиц по А.Каренчуку в...	Семантический резонанс зна...	73	99	231	53	0.555	0.938	0.495	0.335	0.344	1.0	
4. INF - частный критерий: количество единиц по А.Каренчуку в...	Случайный	73	99	146	113	0.372	0.894	0.541	0.555	0.555	0.5	
5. INF - частный критерий: количество единиц по А.Каренчуку в...	Семантический резонанс зна...	73	99	273	53	0.555	0.938	0.499	0.335	0.344	1.0	
5. INF - частный критерий: количество единиц по А.Каренчуку в...	Случайный	73	99	186	113	0.372	0.894	0.541	0.555	0.555	0.5	
6. INF - частный критерий: Число единиц различий между фактами	Семантический резонанс зна...	73	71	220	66	0.318	1.000	0.489	0.489	0.489	0.7	
6. INF - частный критерий: Число единиц различий между фактами	Случайный	73	71	220	66	0.318	1.000	0.489	0.489	0.489	0.7	
7. INF - частный критерий: различия по критер. Число единиц...	Случайный	73	71	238	38	0.333	1.000	0.483	0.483	0.483	0.7	
7. INF - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятнос...	Семантический резонанс зна...	73	83	239	45	0.383	1.000	0.704	0.436	0.503	1.0	
7. INF - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятнос...	Случайный	73	71	125	147	0.296	1.000	0.487	0.722	0.511	0.7	
8. INF - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятнос...	Семантический резонанс зна...	73	83	229	45	0.383	1.000	0.704	0.436	0.503	1.0	
8. INF - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятнос...	Случайный	73	71	135	148	0.296	1.000	0.487	0.722	0.511	0.7	
9. INF - частный критерий: разница в базах вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	73	71	282	62	0	0.441	0.984	0.429	0.978	0.829	0.7
9. INF - частный критерий: разница в базах вероятностей; вер...	Случайный	73	71	193	183	0.286	1.000	0.437	0.347	0.315	0.7	
10. INF - частный критерий: разница в базах вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	73	71	282	62	0	0.441	0.984	0.429	0.978	0.829	0.7
10. INF - частный критерий: разница в базах вероятностей; вер...	Случайный	73	71	183	183	0.286	1.000	0.437	0.347	0.315	0.7	

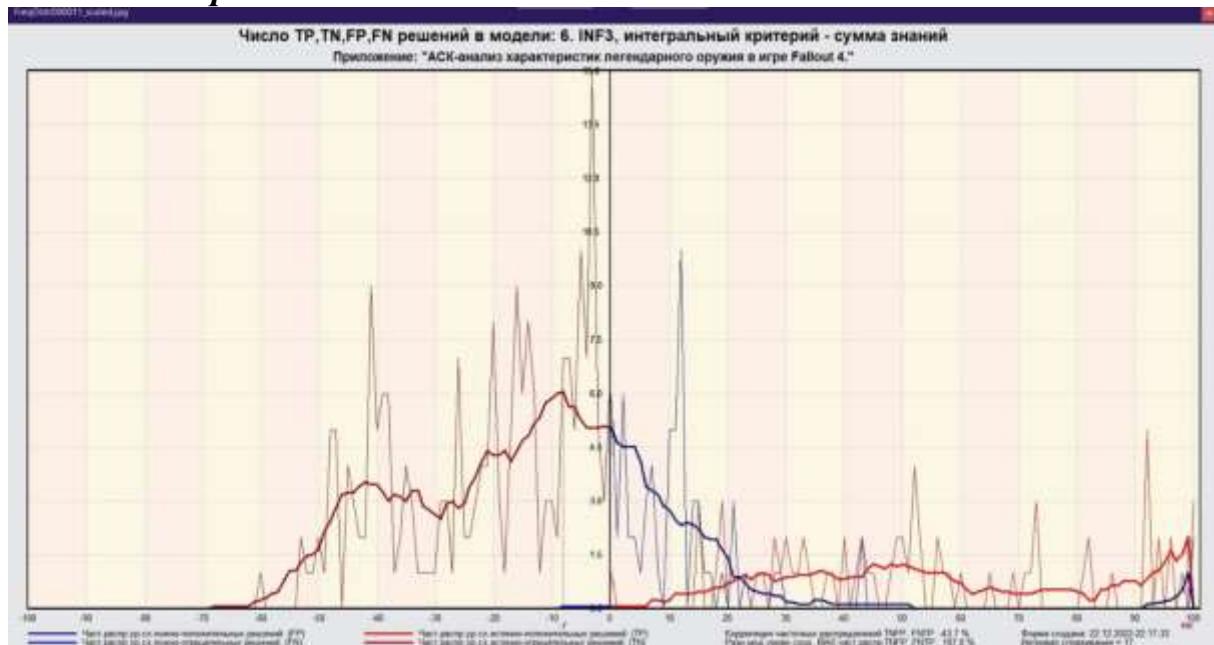
Приемлемые критерии	Интегральный критерий	Сумма знаний (TP+FN) (%)	Помехи, дающие	Помехи, поддающие	Число правильных решений (TP)	Сумма правильных решений (TP+TN)	Сумма неправильных решений (FP+FN)	Сумма всех решений (TP+TN+FP+FN)	Соотношение правильных решений к общему количеству решений (%)	Соотношение неправильных решений к общему количеству решений (%)	Соотношение правильных решений к общему количеству решений (%)	Соотношение неправильных решений к общему количеству решений (%)	Соотношение правильных решений к общему количеству решений (%)	Соотношение неправильных решений к общему количеству решений (%)
1. АРС - частный критерий: количество истинных ответов "1" из ...	Хорошее изб. частоты с обр.	8.211	1.000	8.249	52.605	1.365	87.386	8.429	1.000	9.318	8.319	1.000	9.318	8.319
1. АРС - частный критерий: количество истинных ответов "1" из ...	Сумма абсолютных различий	8.209	1.000	8.239	52.615	1.365	87.386	8.389	1.000	9.398	8.389	1.000	9.398	8.389
2. РРС1 - частный критерий: улс вероятность 1го правильного отв.	Хорошее изб. частоты с обр.	8.211	1.000	8.249	52.605	1.365	87.386	8.429	1.000	9.418	8.419	1.000	9.418	8.419
2. РРС1 - частный критерий: улс вероятность 1го правильного отв.	Сумма абсолютных различий	8.209	1.000	8.239	52.615	1.365	87.386	8.319	1.000	9.498	8.319	1.000	9.498	8.319
3. РРС2 - частный критерий: улс суммарная вероятность 1го правильного отв.	Хорошее изб. частоты с обр.	8.211	1.000	8.249	52.604	1.365	87.386	8.429	1.000	9.418	8.429	1.000	9.418	8.429
3. РРС2 - частный критерий: улс суммарная вероятность 1го правильного отв.	Сумма абсолютных различий	8.209	1.000	8.239	52.614	1.365	87.386	8.319	1.000	9.498	8.319	1.000	9.498	8.319
4. РРР1 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма квадратичных различий (имя)	8.569	0.920	8.696	23.396	1.764	18.741	8.249	0.950	8.983	8.983	0.950	8.983	8.983
4. РРР1 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма ошибок	8.572	0.984	8.591	38.792	43.170	30.935	8.181	0.956	8.993	8.993	0.956	8.993	8.993
5. РРР2 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма квадратичных различий (имя)	8.555	0.910	8.595	23.395	1.764	18.741	8.349	0.950	8.983	8.983	0.950	8.983	8.983
5. РРР2 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма ошибок	8.572	0.984	8.591	38.793	43.170	30.935	8.181	0.956	8.993	8.993	0.956	8.993	8.993
6. РРР3 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма квадратичных различий (имя)	8.516	1.000	8.595	44.103	62.764	12.375	8.644	1.000	9.798	8.644	1.000	9.798	8.644
6. РРР3 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма ошибок	8.519	1.000	8.603	38.749	47.392	8.332	8.212	1.000	9.899	8.212	1.000	9.899	8.212
7. РРР4 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма квадратичных различий (имя)	8.503	0.989	8.594	23.430	53.382	16.182	8.498	0.993	9.745	8.498	0.993	9.745	8.498
7. РРР4 - частный критерий: количество ошибок по А.Кореневу, в ...	Сумма ошибок	8.576	1.000	8.607	43.722	9.311	34.020	8.345	1.000	9.709	8.345	1.000	9.709	8.345
8. РРР5 - частный критерий: РД (Rutan On Investment); вероятн...	Сумма квадратичных различий (имя)	8.583	0.993	8.704	23.436	53.383	16.183	8.498	0.983	9.593	8.498	0.983	9.593	8.498
8. РРР5 - частный критерий: РД (Rutan On Investment); вероятн...	Сумма ошибок	8.576	1.000	8.607	43.723	9.311	34.020	8.345	1.000	9.708	8.345	1.000	9.708	8.345
9. РРР6 - частный критерий: разница для баланса вероятности, ил...	Сумма ошибок	8.481	0.986	8.628	65.978	26.829	25.769	8.070	0.914	8.938	8.070	0.914	8.938	8.070
9. РРР6 - частный критерий: разница для баланса вероятности, ил...	Сумма ошибок	8.283	1.000	8.437	35.347	8.311	36.234	8.464	1.000	9.434	8.464	1.000	9.434	8.464
10.РРР7 - частный критерий: разница для баланса вероятности, ил...	Сумма квадратичных различий (имя)	8.461	0.986	8.628	45.979	26.829	25.769	8.070	0.914	8.938	8.070	0.914	8.938	8.070
10.РРР7 - частный критерий: разница для баланса вероятности, ил...	Сумма ошибок	8.295	1.000	8.439	35.347	8.311	36.234	8.464	1.000	9.434	8.464	1.000	9.434	8.464

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

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

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

– 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.



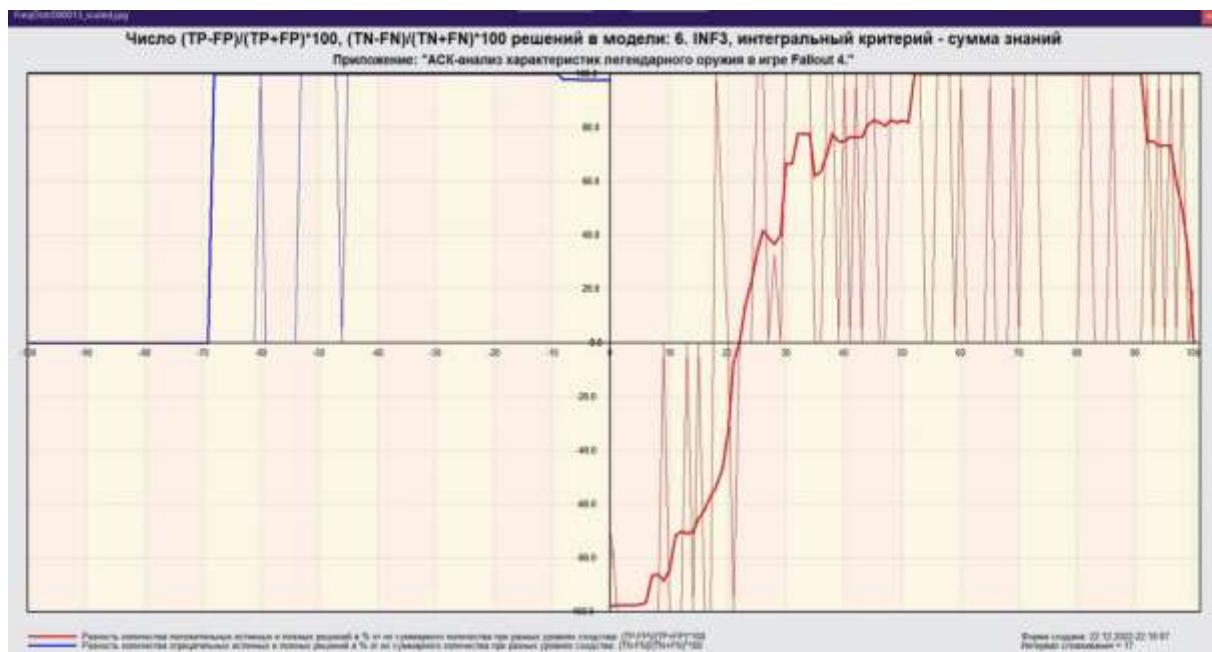


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF3

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++"

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

Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, то получаем идеальный прогноз. Но если изначально не определены возможные решения, то вероятность идеального прогноза 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, именуя, 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 на нем несогласован 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 является такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществляться, т.к. варианты выпадения кубика взаимоисключаю, т.е. не может выпасть одновременно 1 и 2. Поэтому реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществляется один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникает 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), указывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Этот критерий предложен и реализован в системе "Эйдос" проф. Е.В.Луценко в 1994 году. Эта мера достоверности модели предполагает два варианта нормировки: (-1,+1) и (0,1).

$L_a = (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)$ (нормировка: (-1,+1))
 $L_b = (|+1|TP + |+1|TN - |+1|FP - |+1|FN) / (|+1|TP + |+1|TN + |+1|FP + |+1|FN) / 2$ (нормировка: (0,1))

где количество: TP - истинно-положительные решения; TN - истинно-отрицательные решения; FP - ложно-положительные решения; FN - ложно-отрицательные решения;

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

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

L2-мера проф. Е.В.Луценко - нечеткое нультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):
 $L2\text{-мера} = 2 \cdot (\text{APrecision} \cdot \text{ARecall}) / (\text{APrecision} + \text{ARecall})$
 $\text{APrecision} = ATP / (ATP + AFN)$ - точность с учетом средних уровней сходства;
 $\text{ARecall} = ATP / (ATP + AFN)$ - 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 доли истинных решений. Это значит, что модуль уровня сходства является адекватной мерой степени истинности решений и степени уверенности системы в этом решении. Поэтому система "Эйдос" имеет адекватный критерий достоверности собственных решений, с помощью которого она может отфильтровывать заведомо ложные решения.

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

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

Режим: 4.1.3.11. РАЧУТ И ГРАФИЧЕСКАЯ ВІДЗНАЛІЗАЦІЯ ЧАСТОТНЬХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ УРОВЕНІЙ СХОДСТВА:

По нажатию кнопок: [TP.TN.FP.FN], [TP.FP](|TN-FN|), [|T-F|(|T+F|)/100] отображаются графики частотных распределений для модели и интегрального критерия строка, на которой в экранной форме 3.4 стоит курсор. По клику на кнопки: [|T-F|(|T+F|)/100] выводится график частотных распределений: (TP-FP)(TP+F)/100 и (TN-FN)(TN+F)/100.

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

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

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

The left graph shows four lines representing TP (red), TN (black), FP (blue), and FN (green) as a function of sample size. All lines show an upward trend, with TP and TN increasing more rapidly than FP and FN. The right graph shows three curves representing L1 (purple), L2 (yellow), and F (green) measures as a function of sample size. All three measures decrease and stabilize as the sample size increases, with L1 being the highest and F being the lowest.

Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

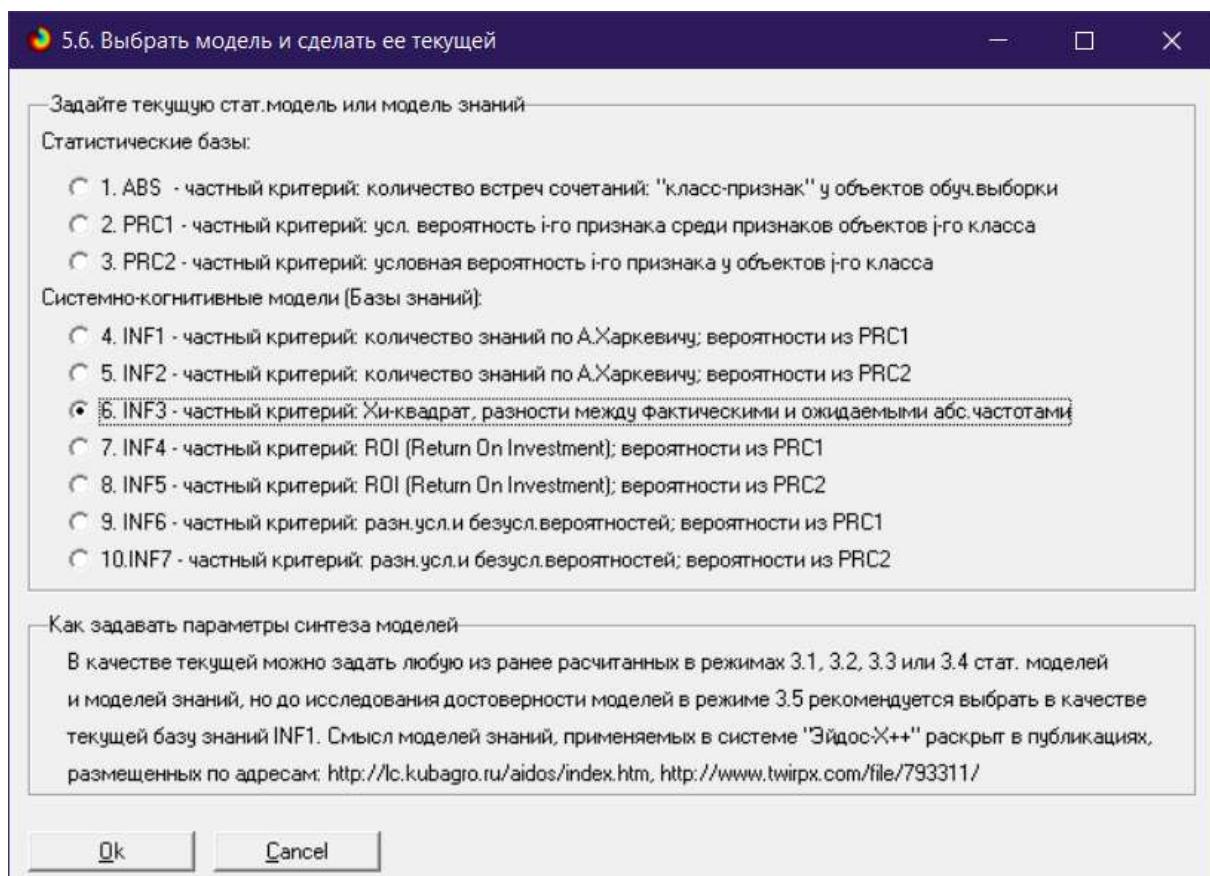
3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

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

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



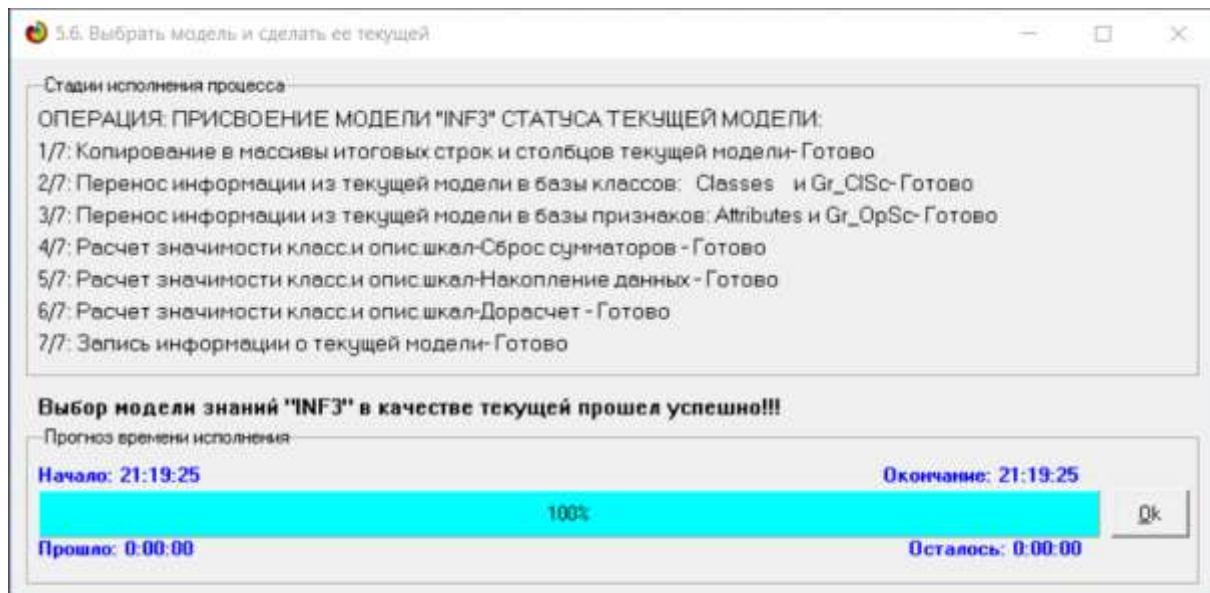


Рисунок 15. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

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

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

Задача решается в модели, заданной в качестве текущей, т.к. является весьма трудоемкой в вычислительном отношении. Правда с разработкой и реализацией в системе «Эйдос» высокоеффективных 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

корректны⁹ в неортонормированных пространствах, которые всегда и встречаются на практике, и являются фильтрами подавления шума.

3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

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

⁹ В отличие от Евклидова расстояния, которое используется для подобных целей наиболее часто

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

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

где:

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

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

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

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

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

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

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}. \text{ Поэтому по своей сути он также является скалярным}$$

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

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}}, \text{ Это позволяет предложить неограниченное}$$

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

Во-вторых, данный интегральный критерий являются **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 монографии [11, 12].

На рисунках 17 приведены экranные 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

освящены и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [10, 11] и в ряде других¹⁰.

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

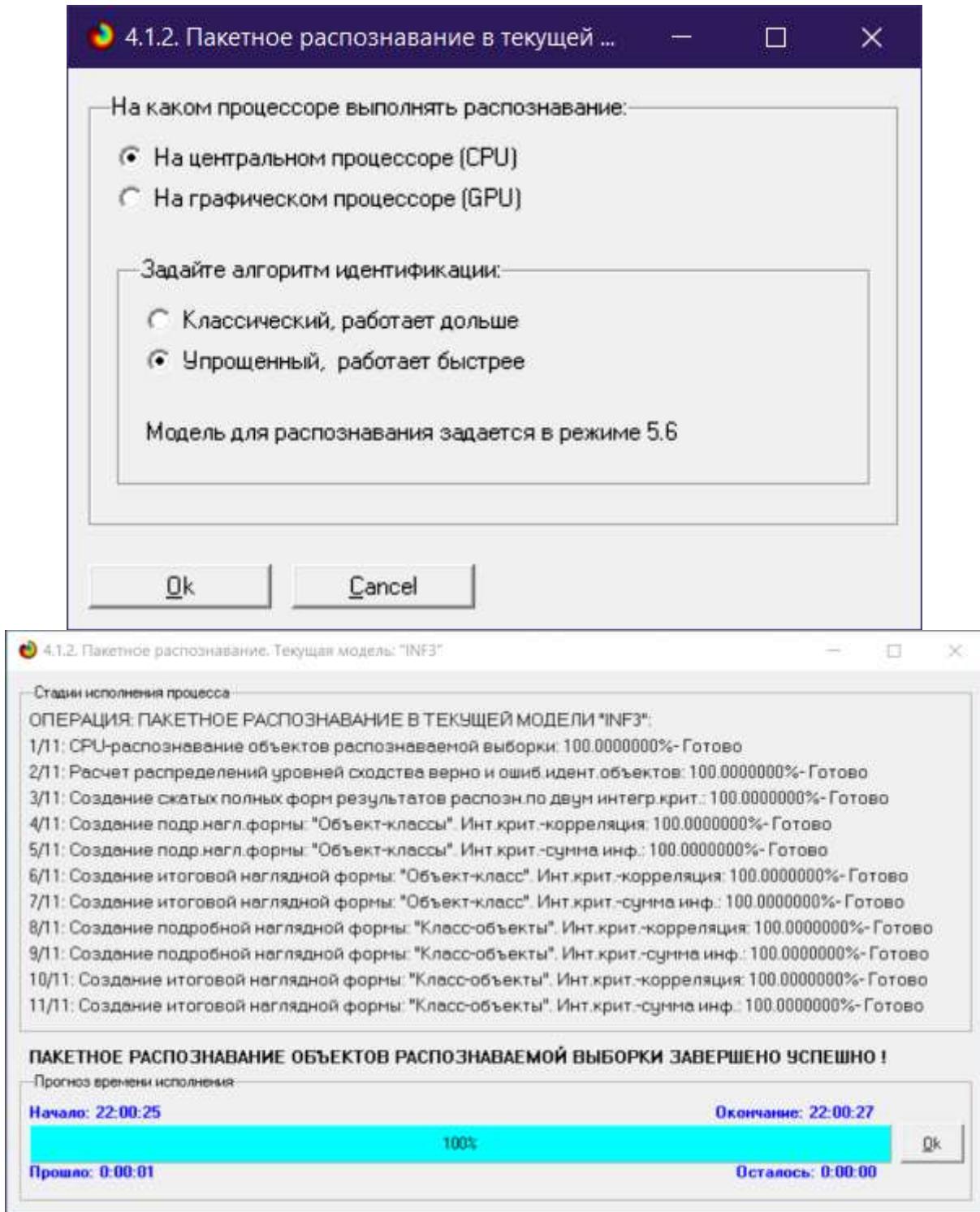


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

¹⁰ См., например: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_Scenario_ASC-analysis.htm

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

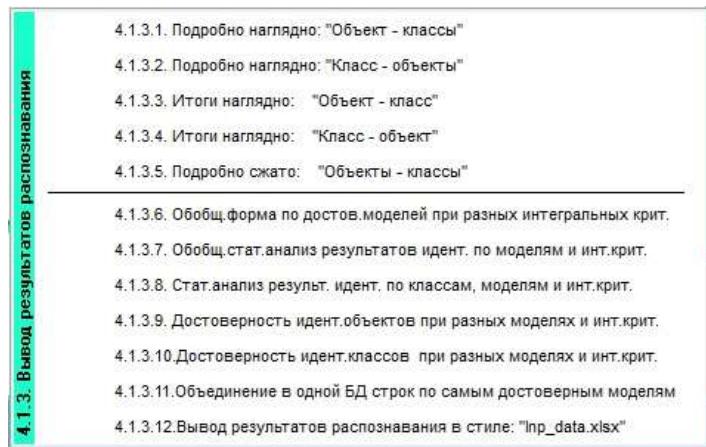
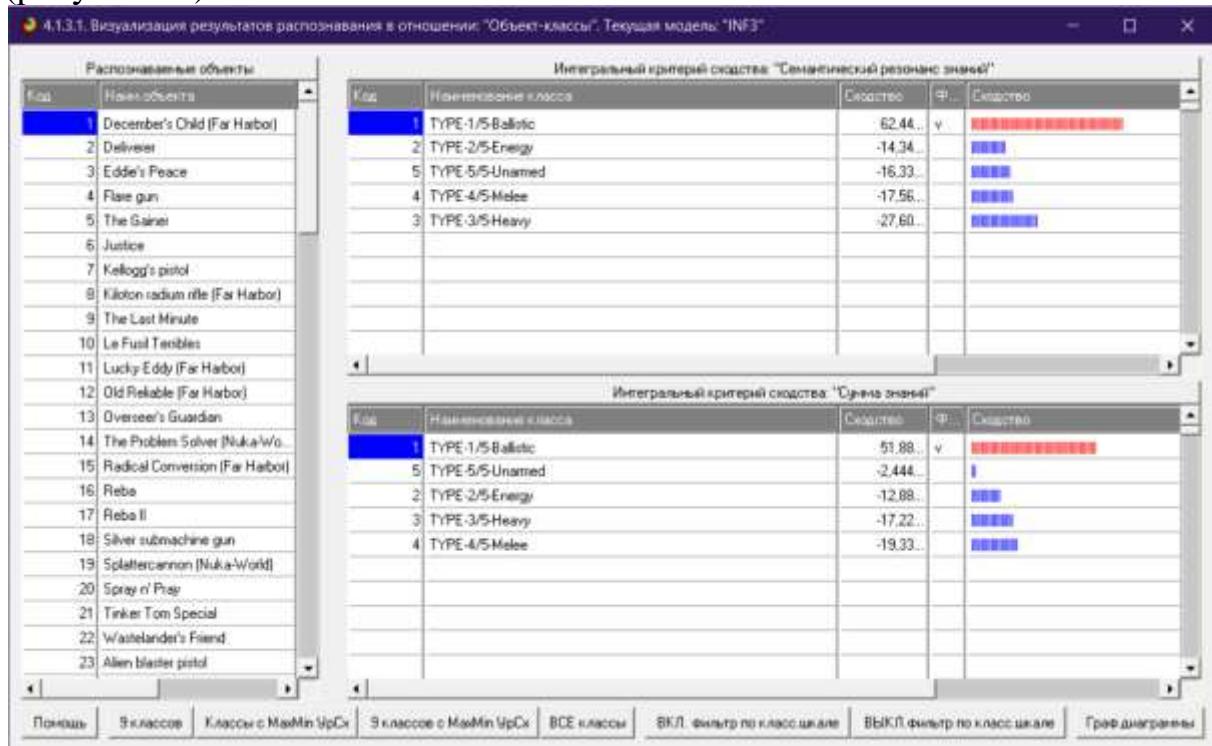


Рисунок 5. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

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



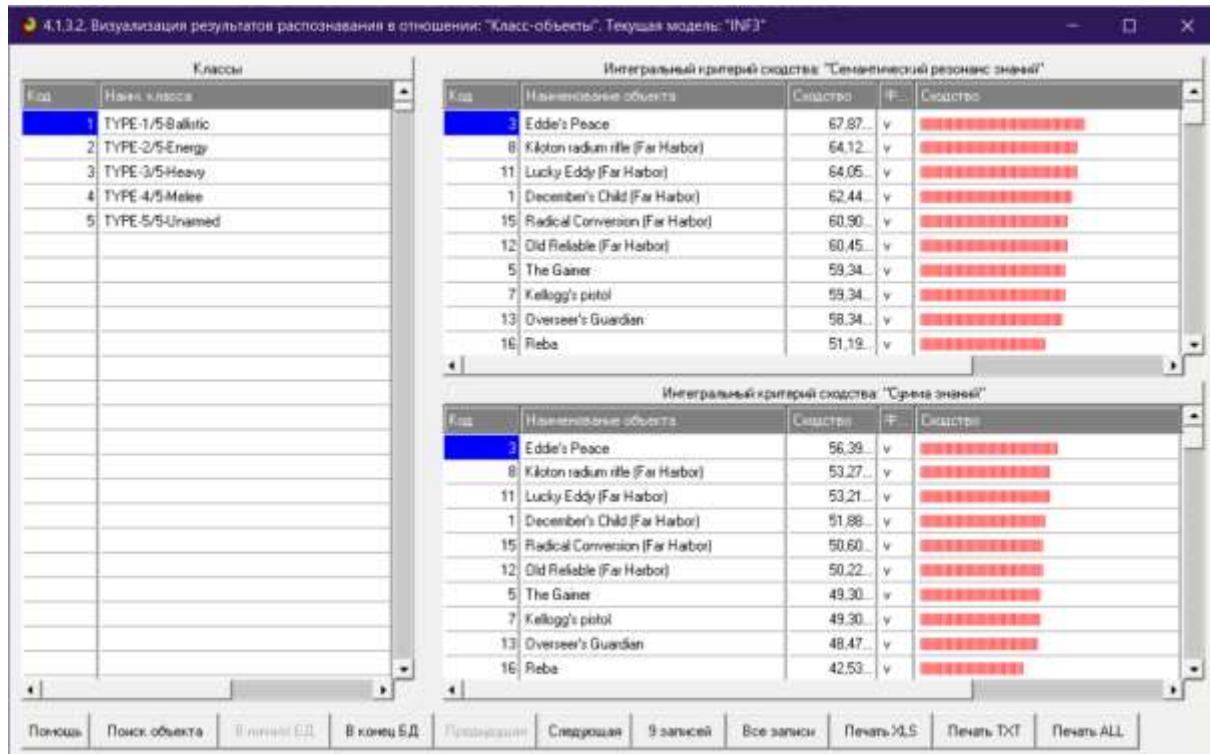


Рисунок 6. Некоторые экranные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

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

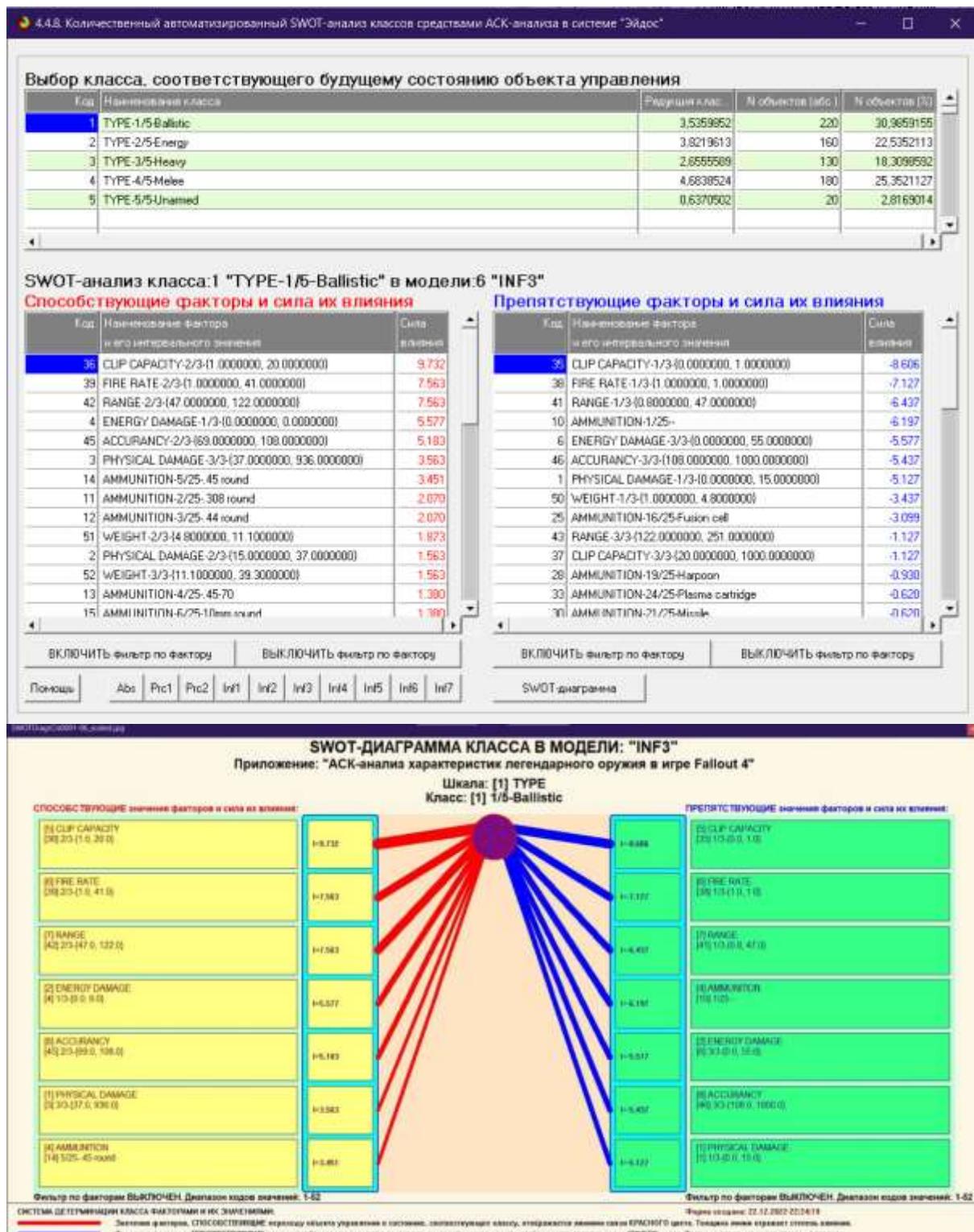
Задачи прогнозирования и принятия решений относятся друг к другу как прямая и *обратная* задачи:

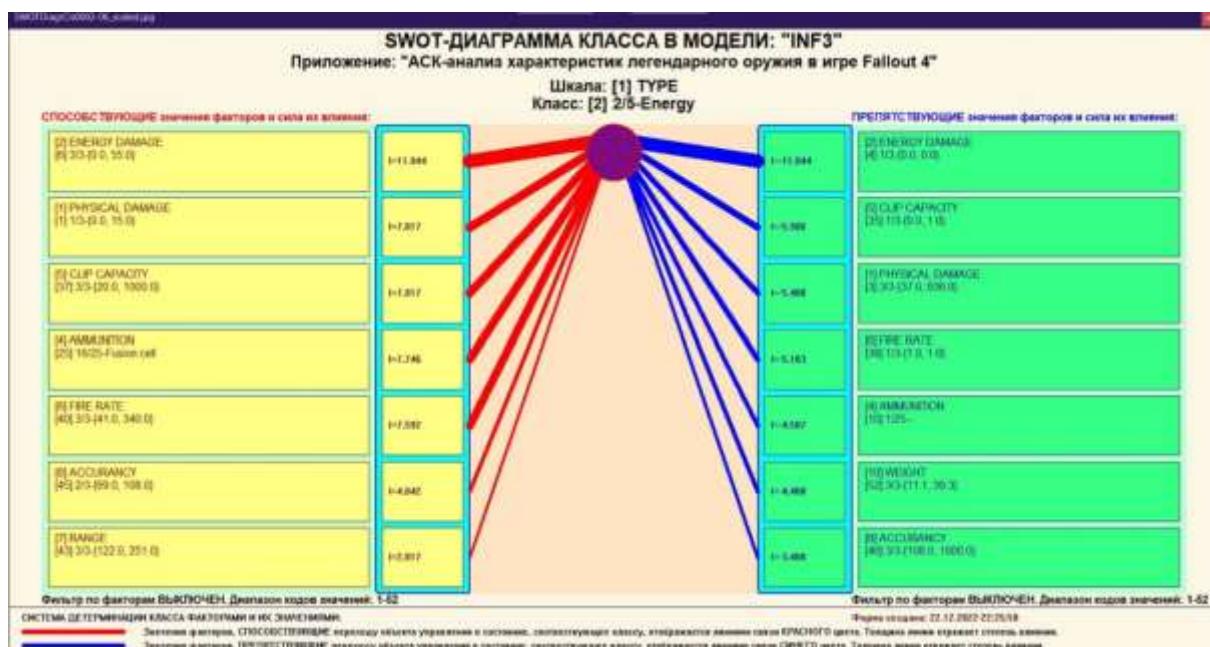
- при прогнозировании по значениям факторов, действующих на объект моделирования, определяется в какое будущее состояние он перейдет под их действием;
- при принятии решений, наоборот, по будущему целевому состоянию объекта моделирования определяются значения факторов, которые обуславливают его переход 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») [12] (рисунки 19).

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.





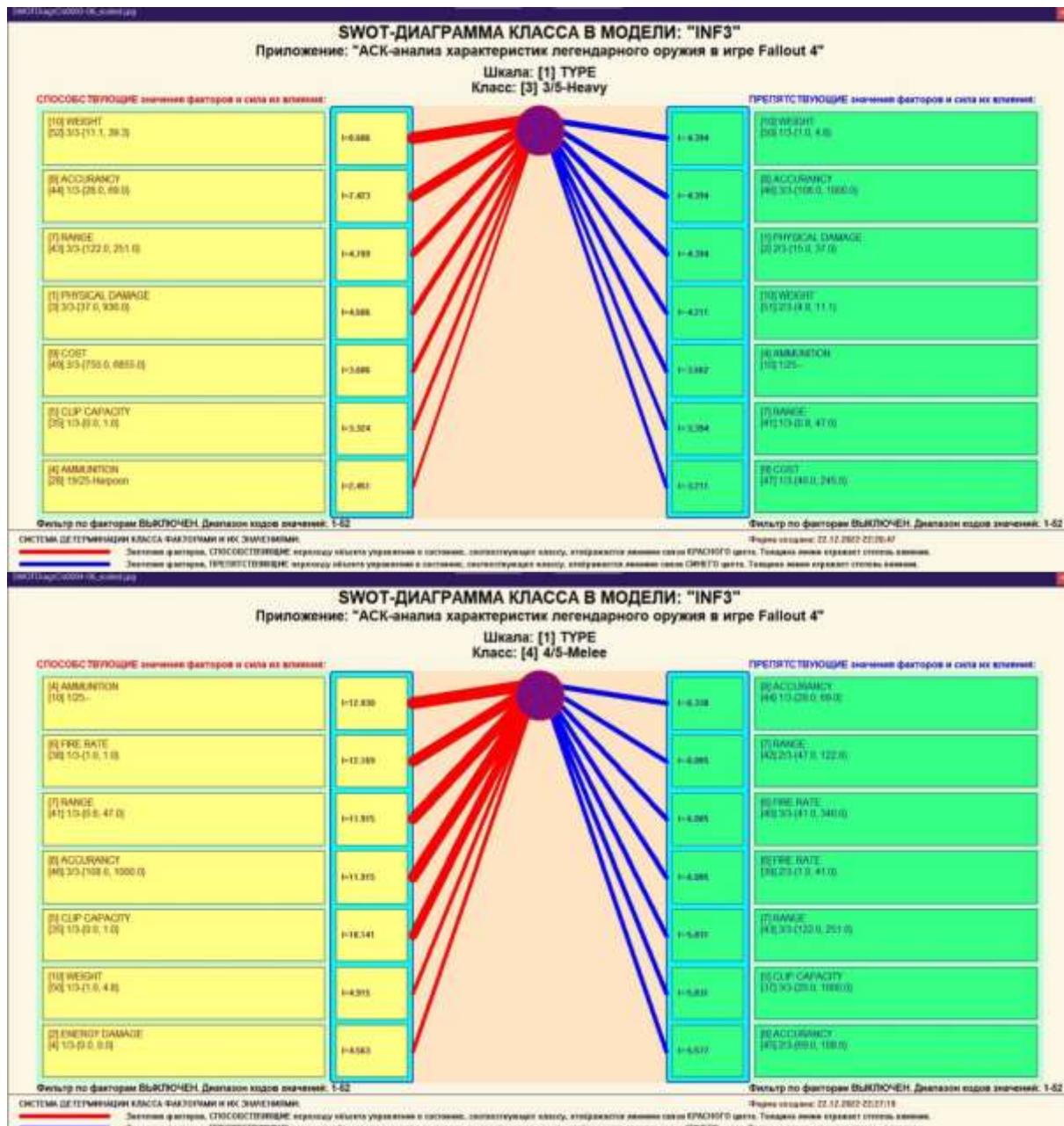


Рисунок 19. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

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.

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.

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 [10, 11, 13] и в ряде других работ.

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

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

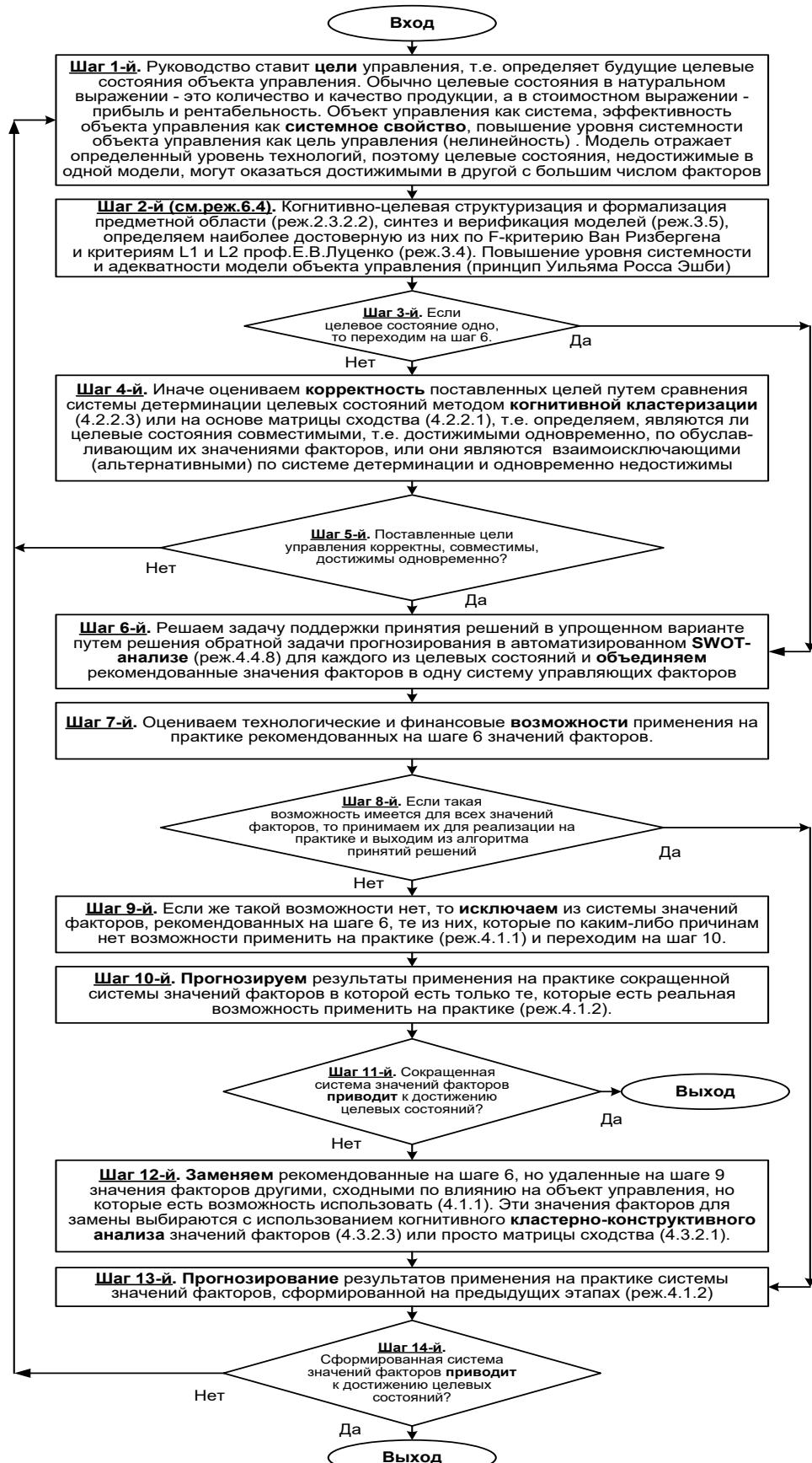


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

Шаг 2-й (см.реж.6.4). Когнитивно-целевая структуризация и формализация предметной области (реж.2.3.2.2), синтез и верификация моделей (реж.3.5), определяем наиболее достоверную из них по F-критерию Ван Ризбергена и критериям L1 и L2 проф.Е.В.Луценко (реж.3.4) [3]. Повышение уровня системности и адекватности модели объекта управления (принцип Уильяма Росса Эшби) [14].

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 [12].

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:

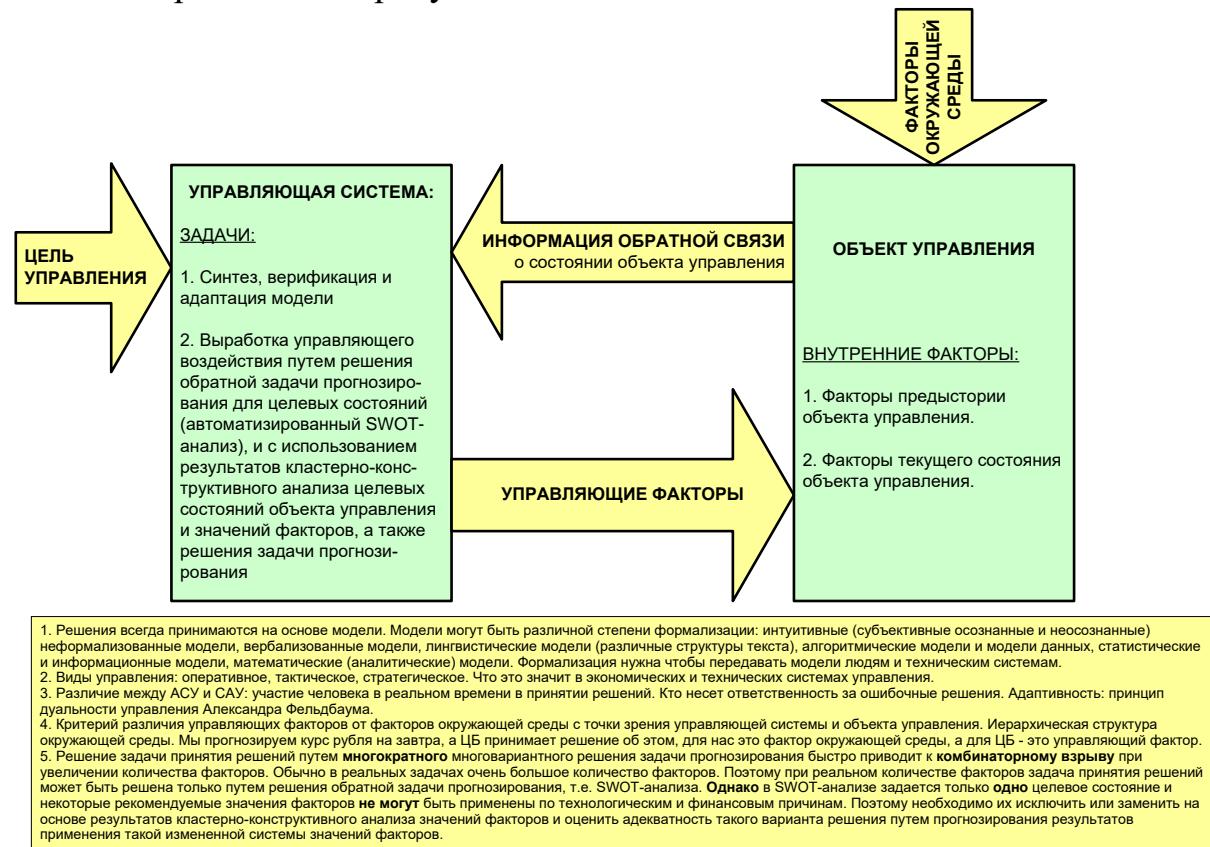


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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.

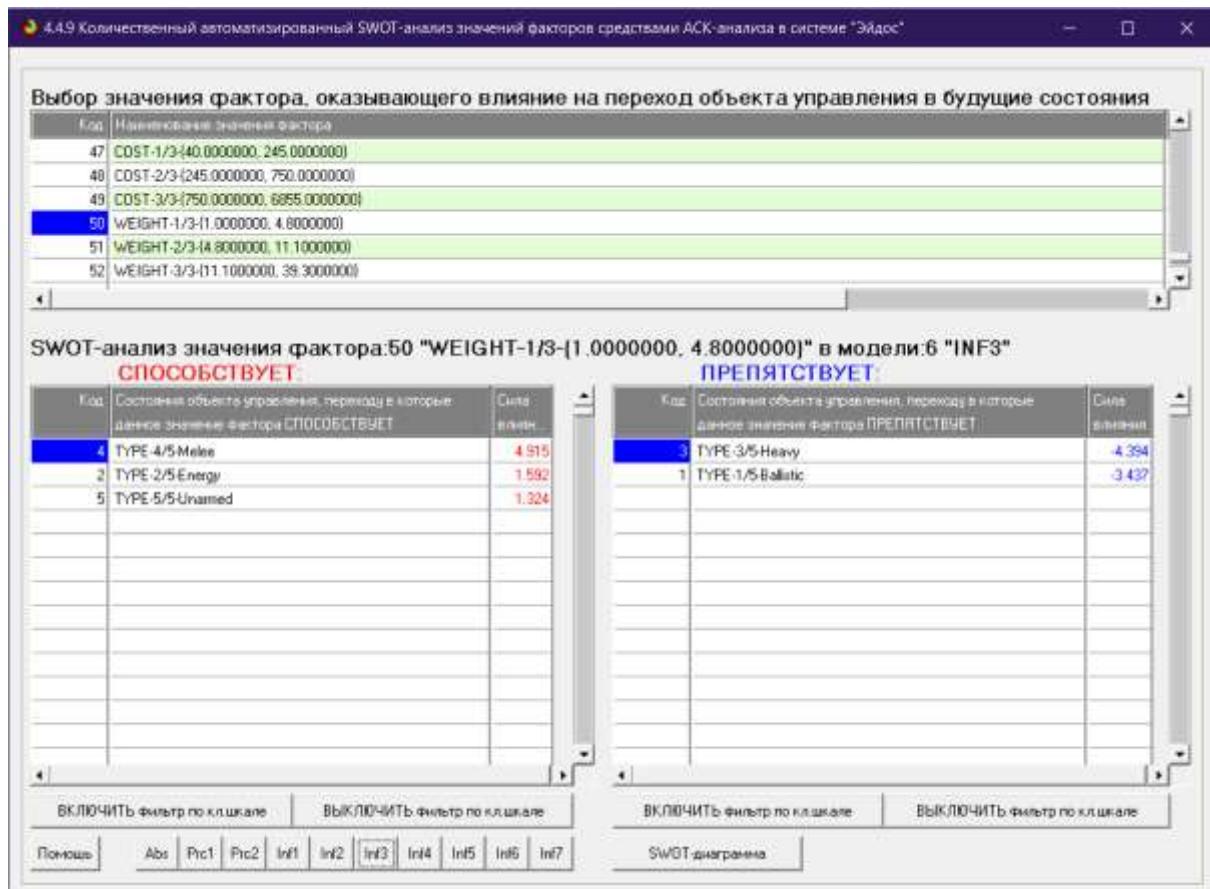
Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [18, 19].

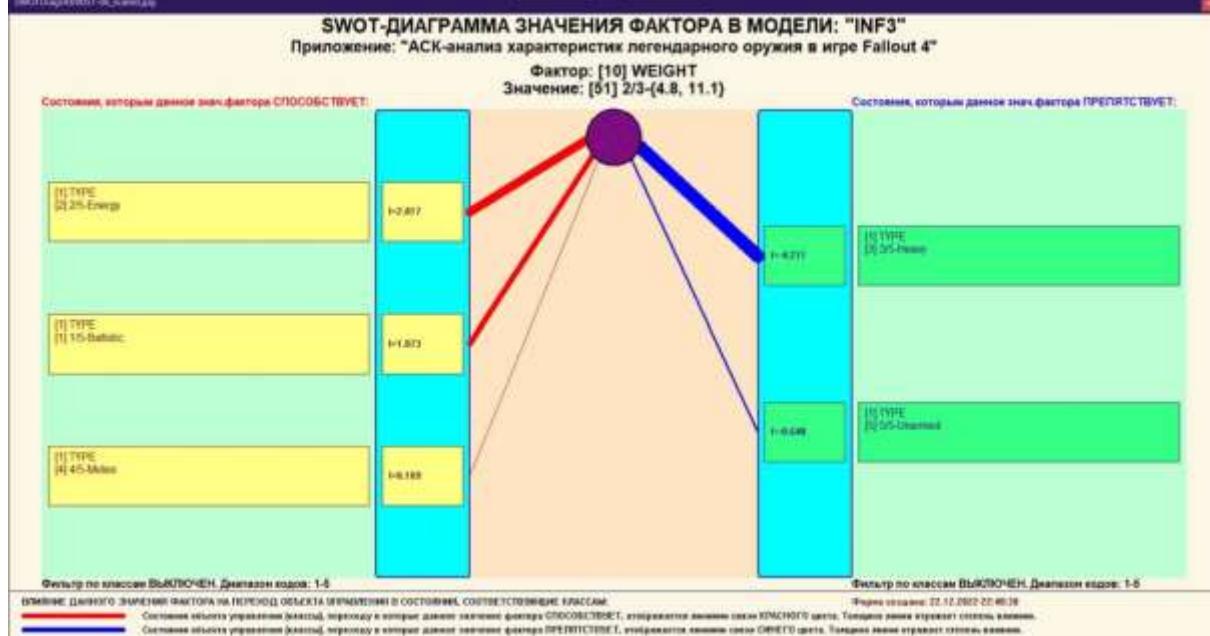
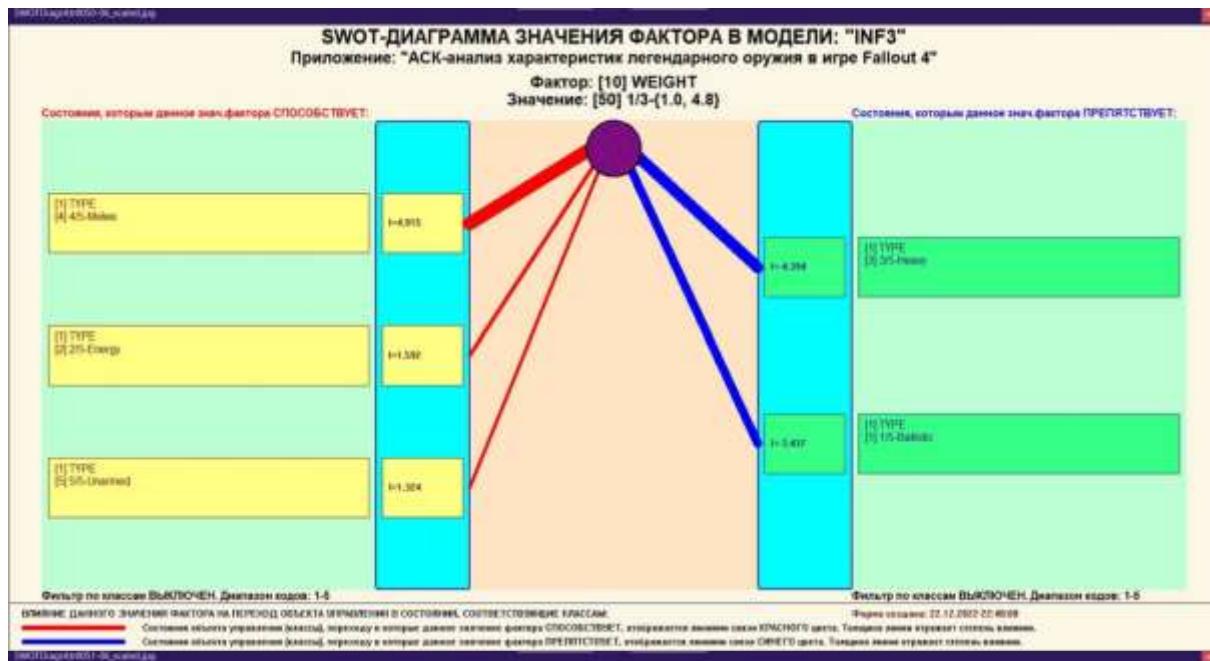
3.8. Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели

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

Инвертированные SWOT-диаграммы (предложены проф. Е.В. Луценко в работе [12]), 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».

Инвертированные SWOT-диаграммы для каждого значения фактора, которые представляют собой лингвистические переменные, приведены ниже на рисунке 22:





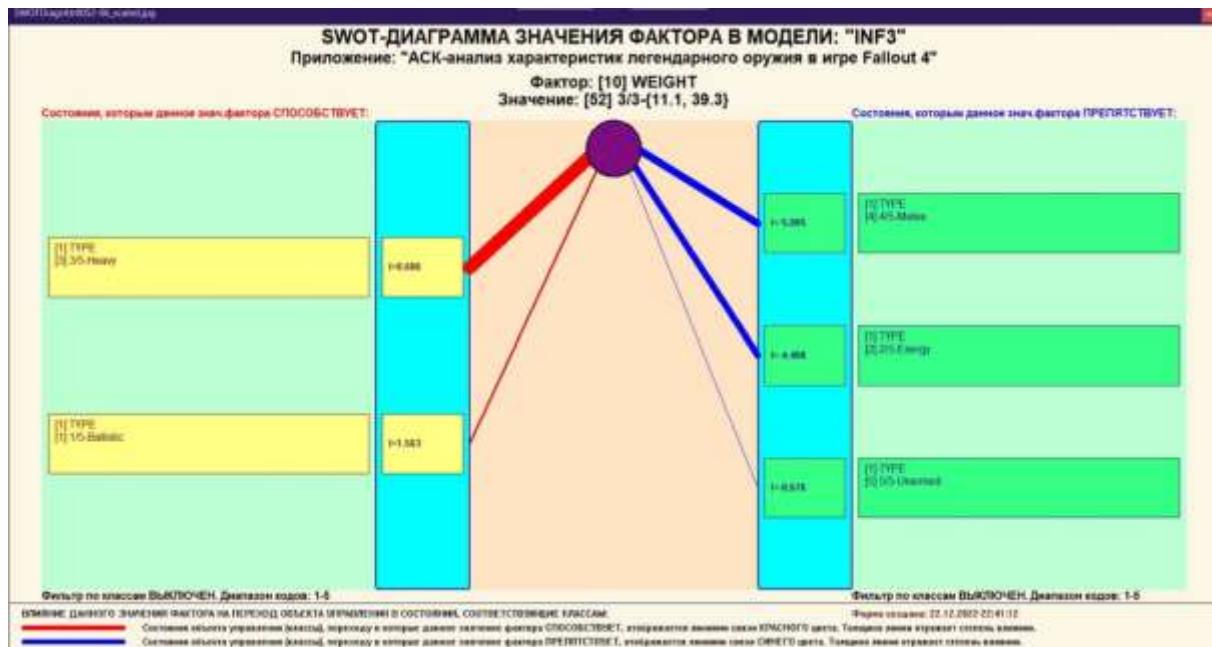


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

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.

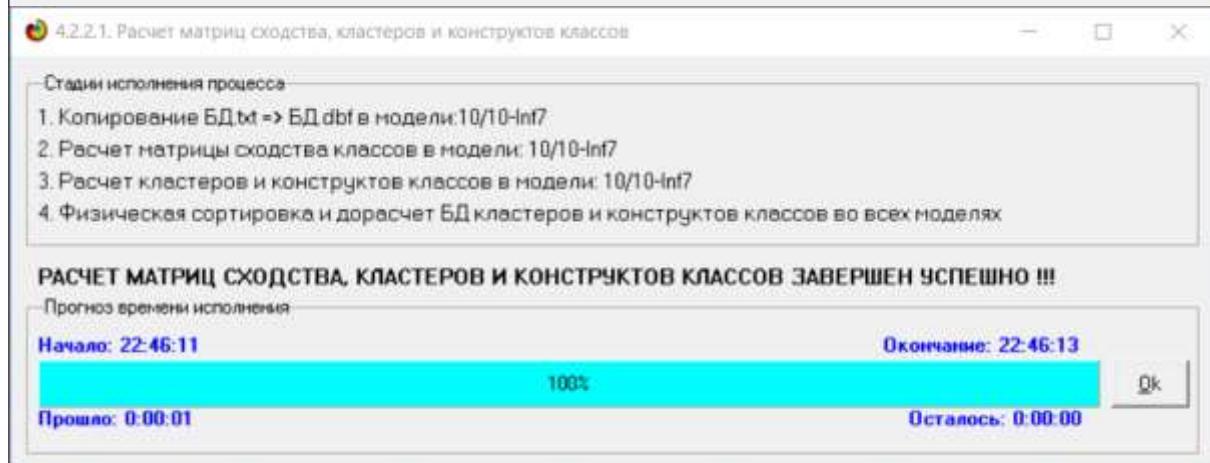
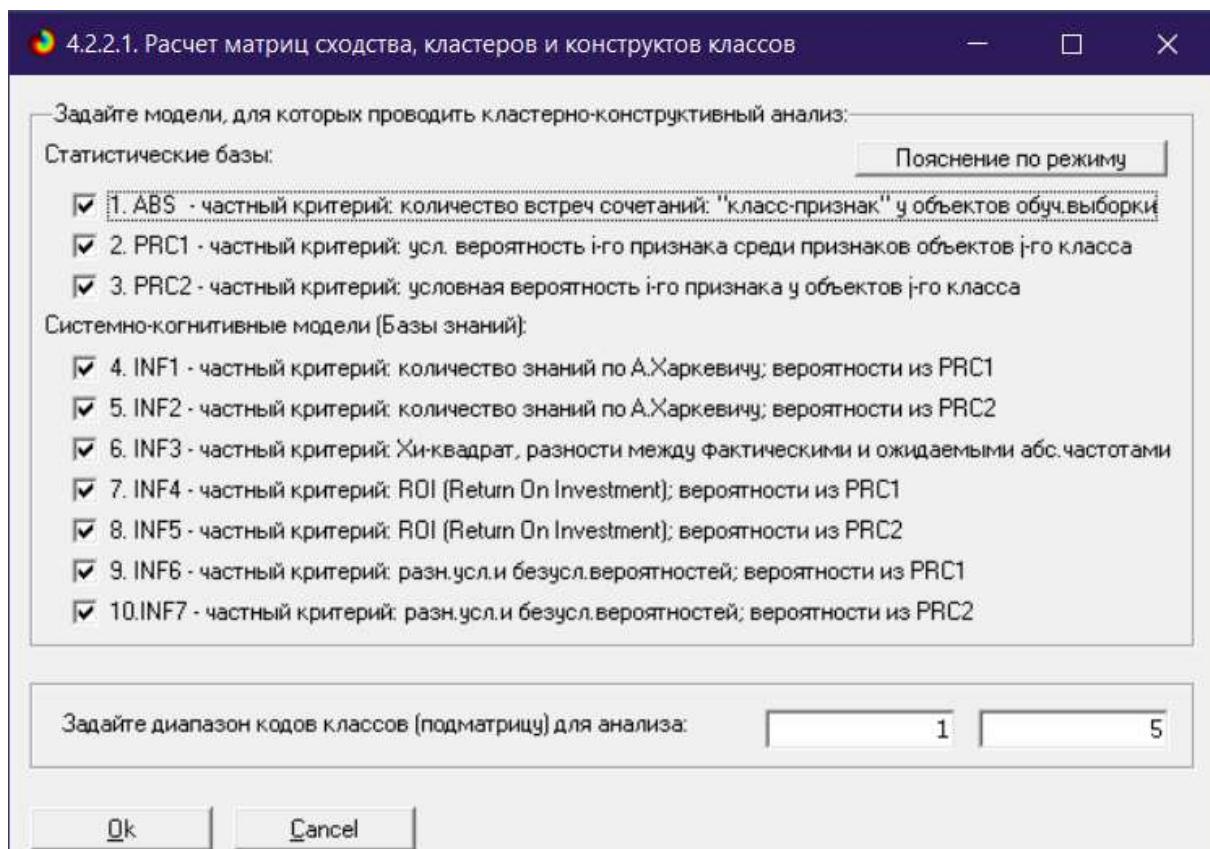
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

В системе «Эйдос» (в режиме 4.2.2.1, рисунок 23) рассчитывается матрица сходства классов (таблица 12) 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 проф. Е.в, Луценко в 2011 году в работе [16]) (режим 4.2.2.3) (рисунок 25);
- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3) (рисунок 26).

Эта матрица сходства (таблица 12) 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:



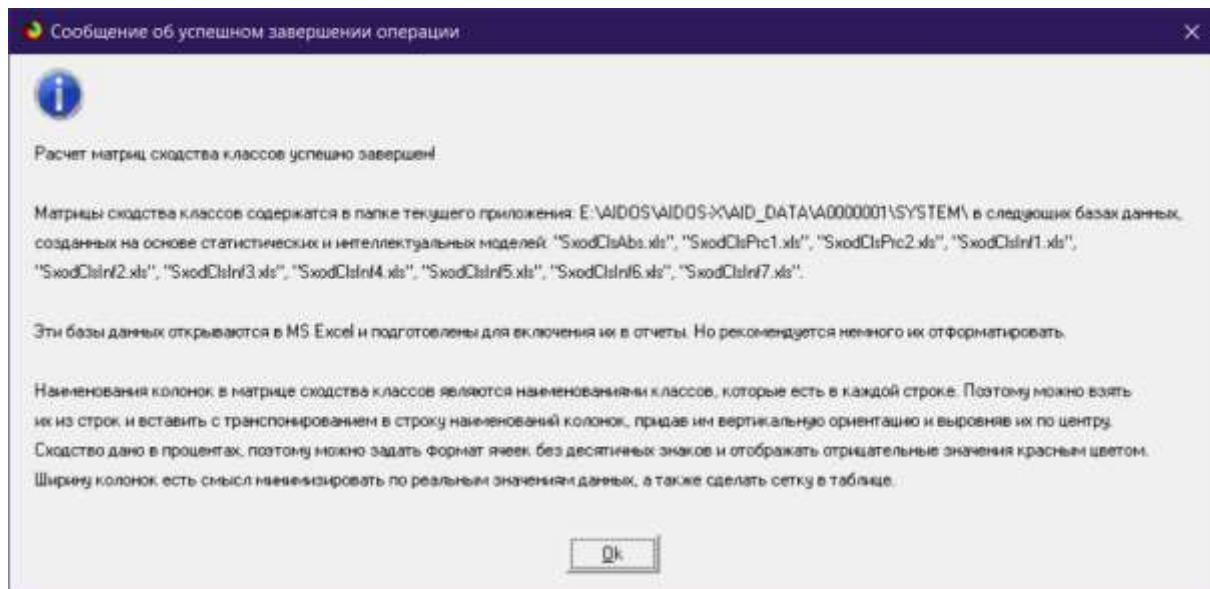


Рисунок 73. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 12 – Матрица сходства классов в СК-модели INF3 (полностью)

KOD_CLS	KOD_CLSC	NAME_CLS	N1	N2	N3	N4	N5
1	1	TYPE-1/5-Ballistic	100,0000000	-15,6657628	8,5783912	-60,5781715	-51,4336140
2	1	TYPE-2/5-Energy	-15,6657628	100,0000000	-18,6875898	-52,7256591	-47,4327189
3	1	TYPE-3/5-Heavy	8,5783912	-18,6875898	100,0000000	-41,5463491	-46,8860179
4	1	TYPE-4/5-Melee	-60,5781715	-52,7256591	-41,5463491	100,0000000	90,5148250
5	1	TYPE-5/5-Unarmed	-51,4336140	-47,4327189	-46,8860179	90,5148250	100,0000000

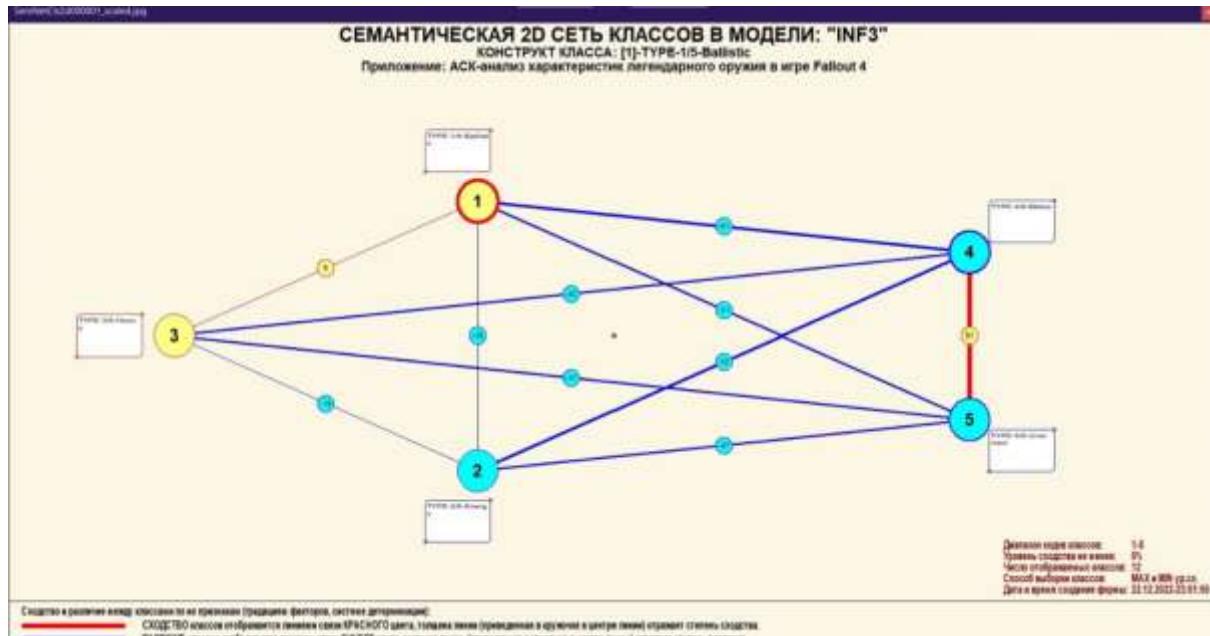


Рисунок 84. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)

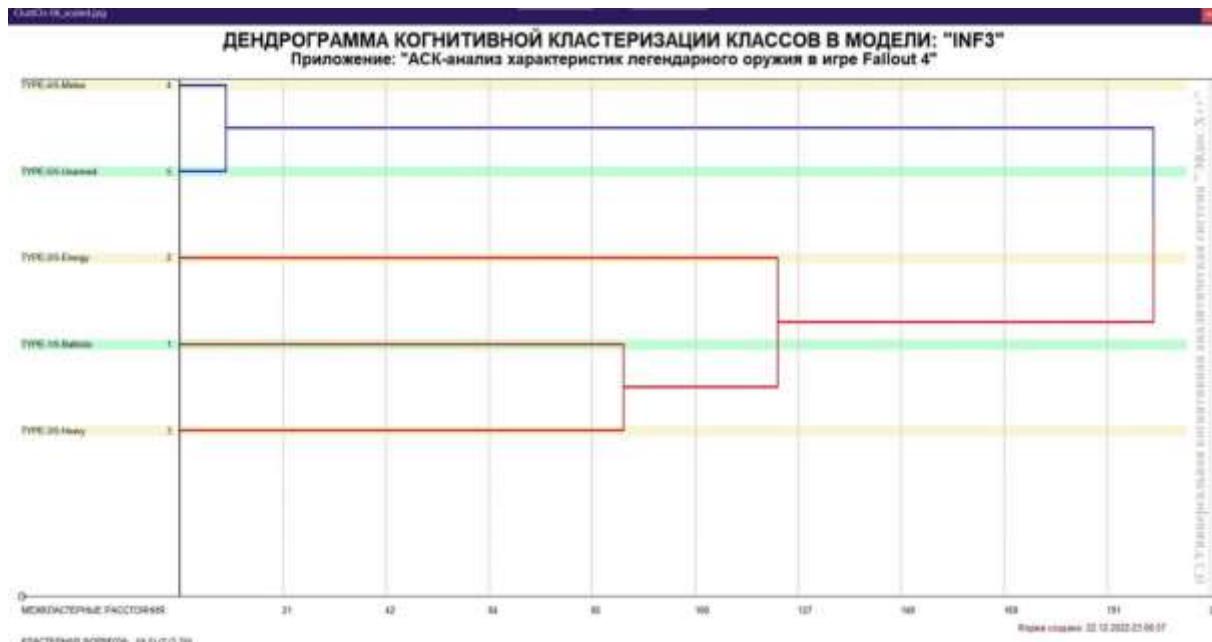


Рисунок 25. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

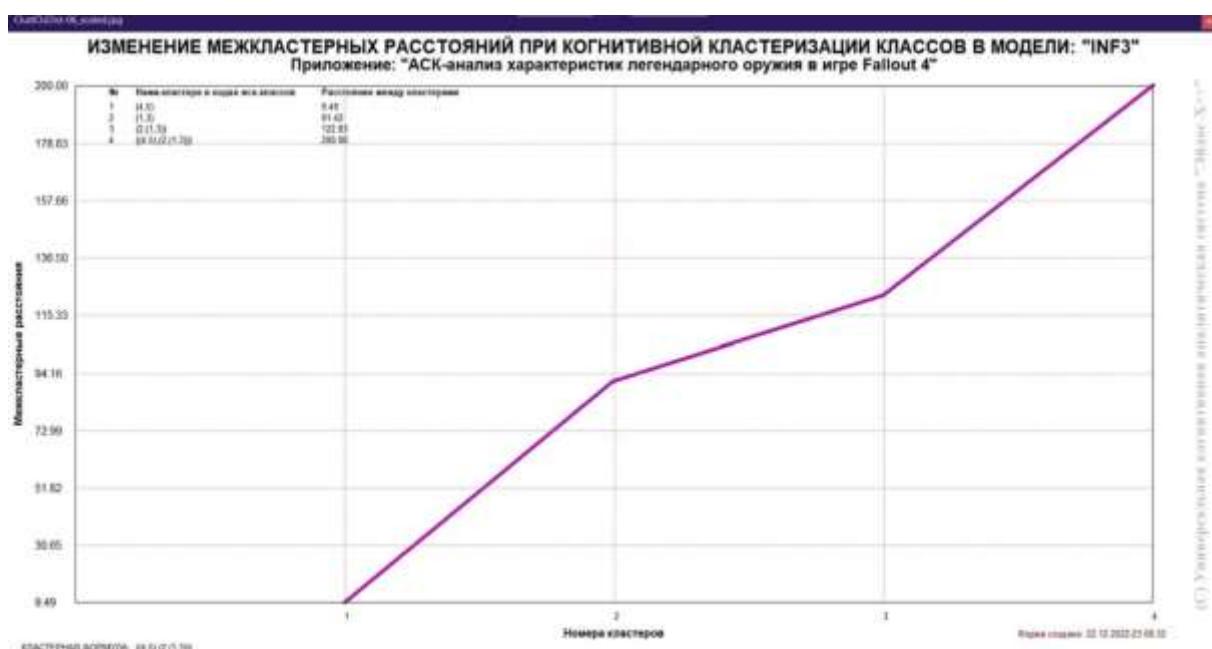


Рисунок 96. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

В системе «Эйдос» (в режиме 4.3.2.1, рисунок 27) рассчитывается матрица сходства признаков (таблица 13) по их смыслу и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится четыре основных формы:

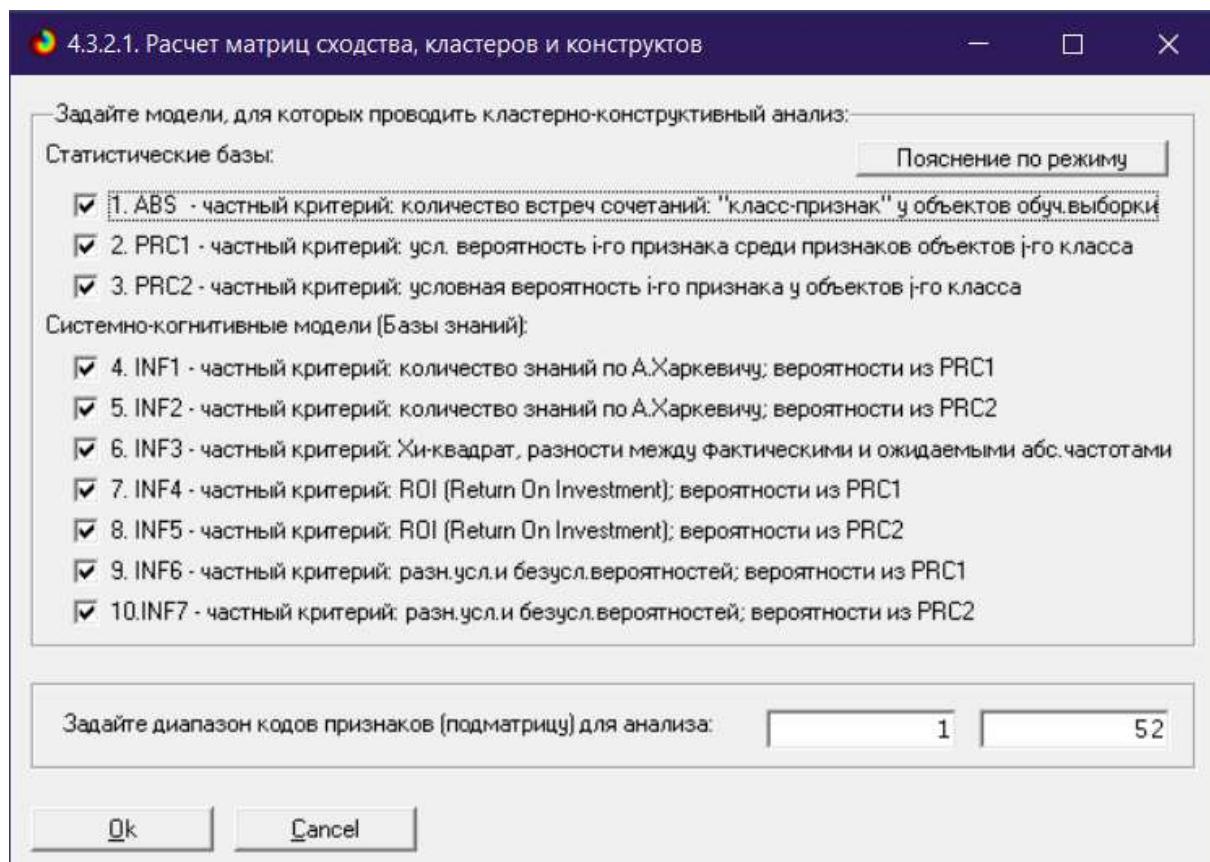
- круговая 2d-когнитивная диаграмма признаков (режим 4.3.2.2) (рисунок 29);

– агломеративные дендрограммы, полученные в результате **когнитивной (истинной) кластеризации признаков** (предложена проф. Е.В. Луценко в 2011 году в работе [16]) (режим 4.3.2.3) рисунок 30);

– график изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3) рисунок 31).

Эта матрица сходства (таблица 13) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

На рисунке 28 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:



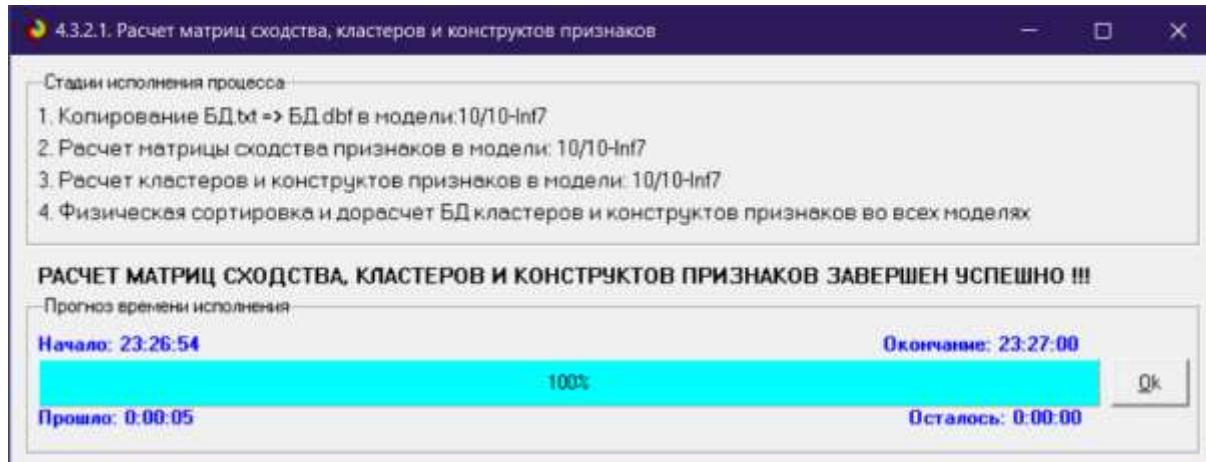


Рисунок 27. Расчет матрицы сходства признаков (режим 4.3.2.1)

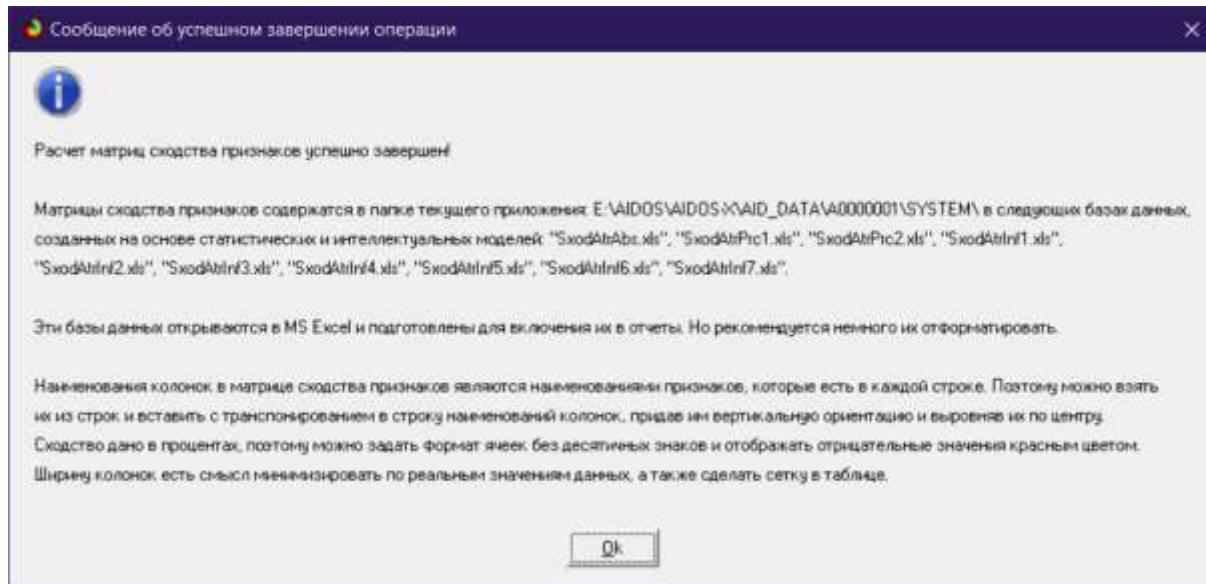


Рисунок 28. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 43 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF3 (фрагмент)

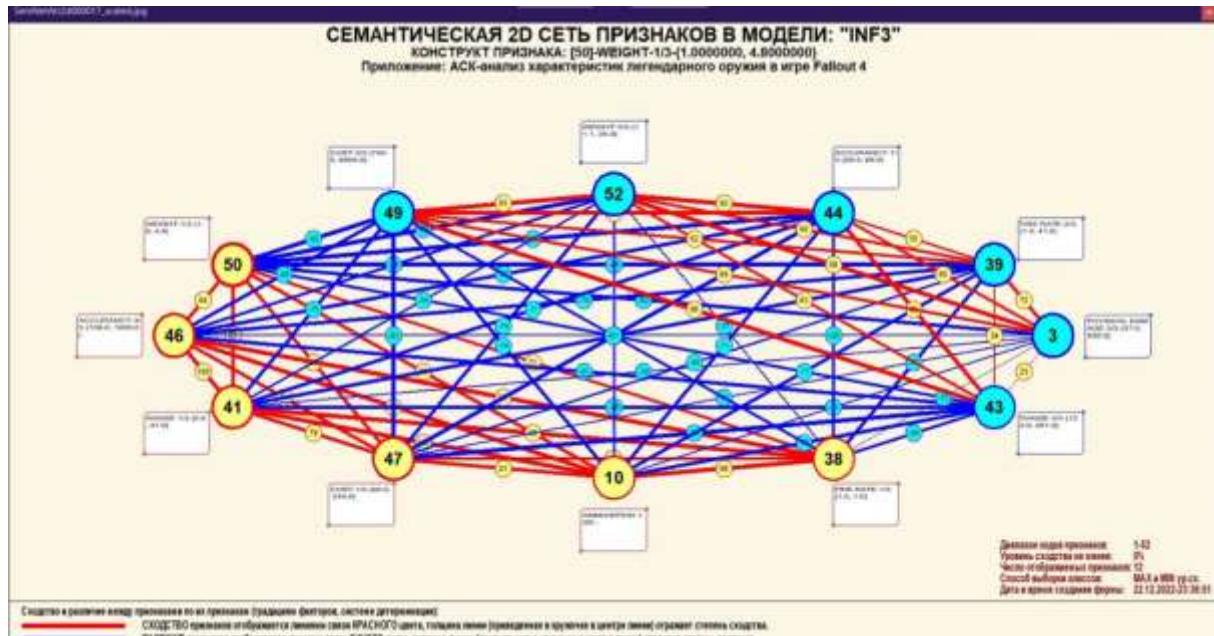


Рисунок 29. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF3 (режим 4.3.2.2)

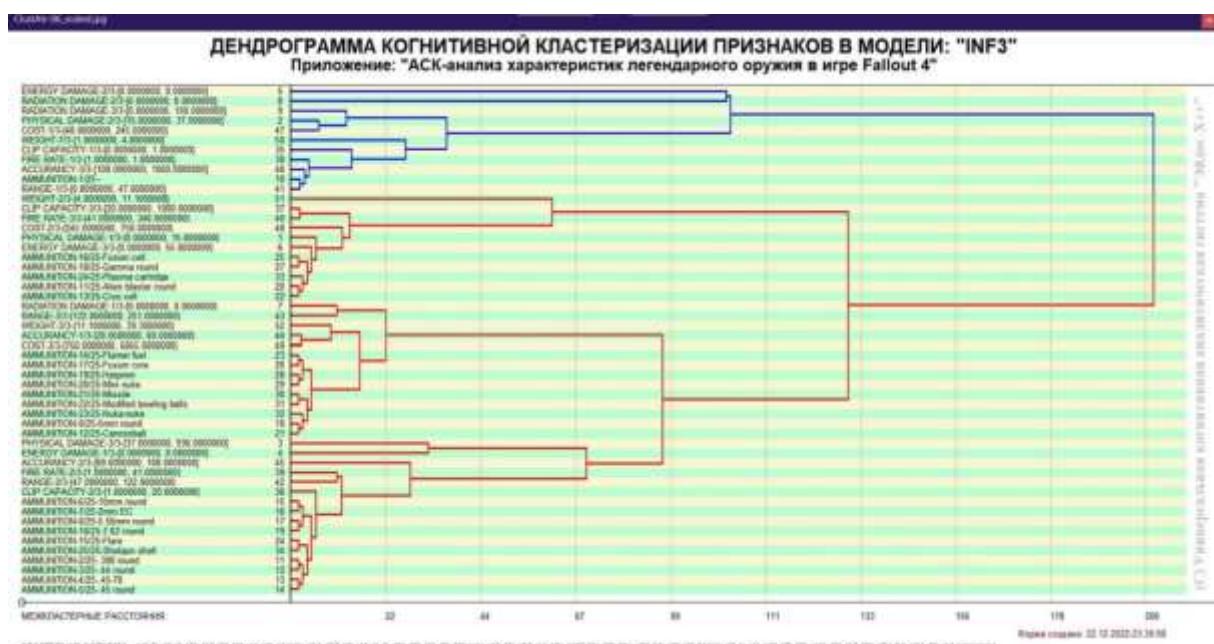


Рисунок 30. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)

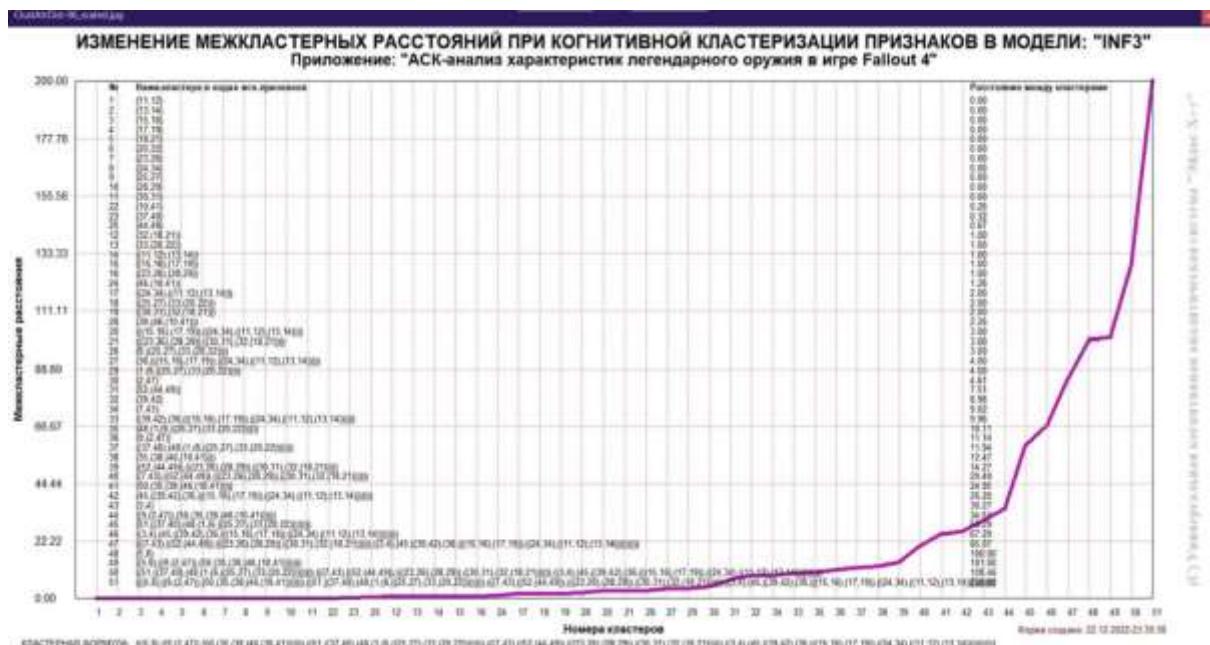


Рисунок 31. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)

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.

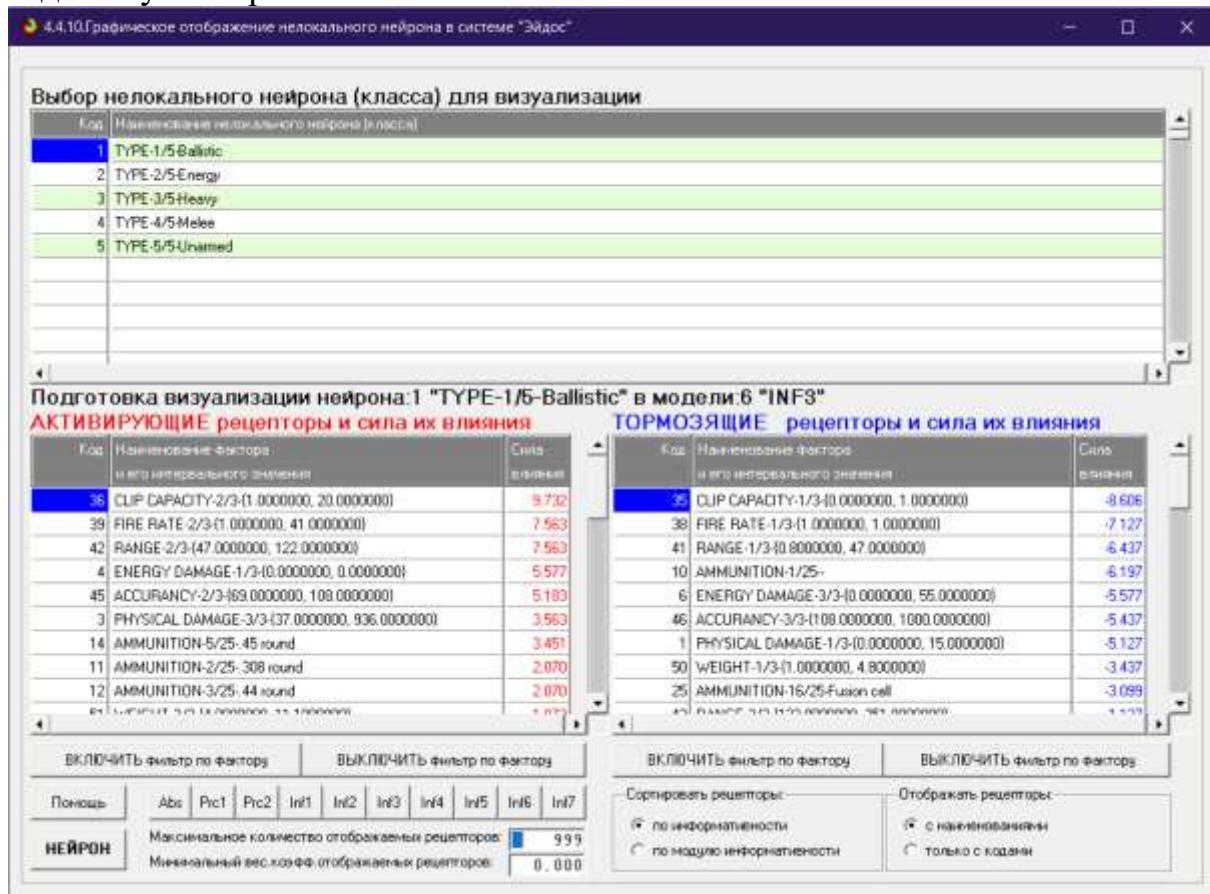
От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что [17]:

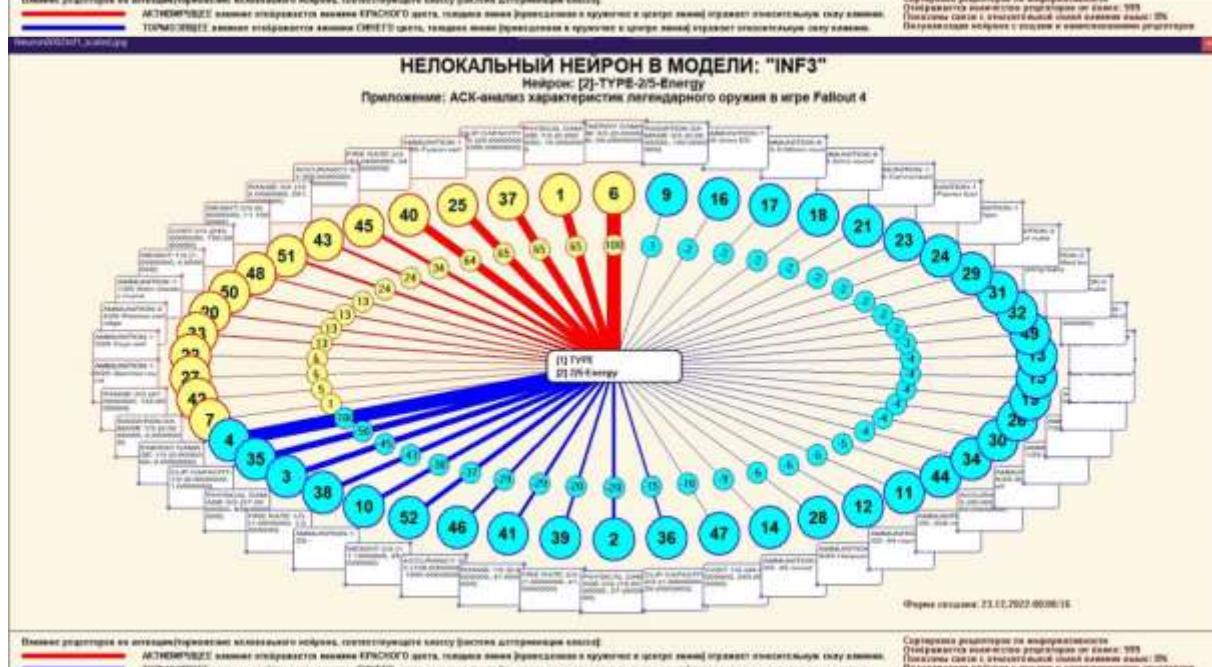
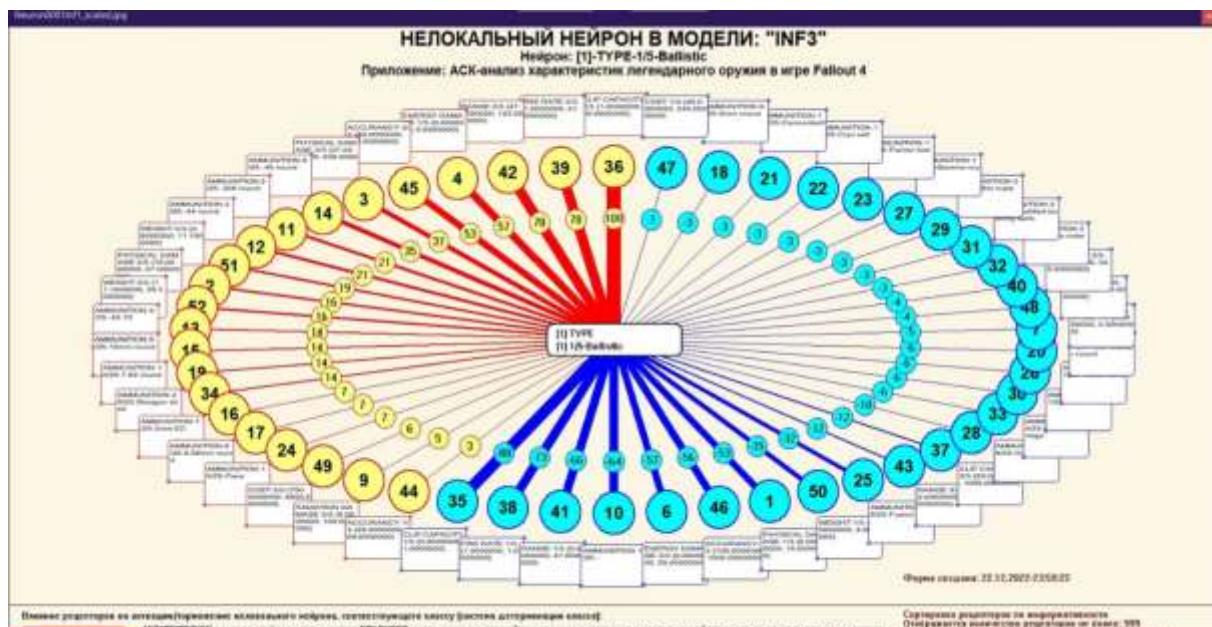
- 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а рассчитываются методом прямого счета на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на **теории информации** (это напоминает байесовские сети);

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 32). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.





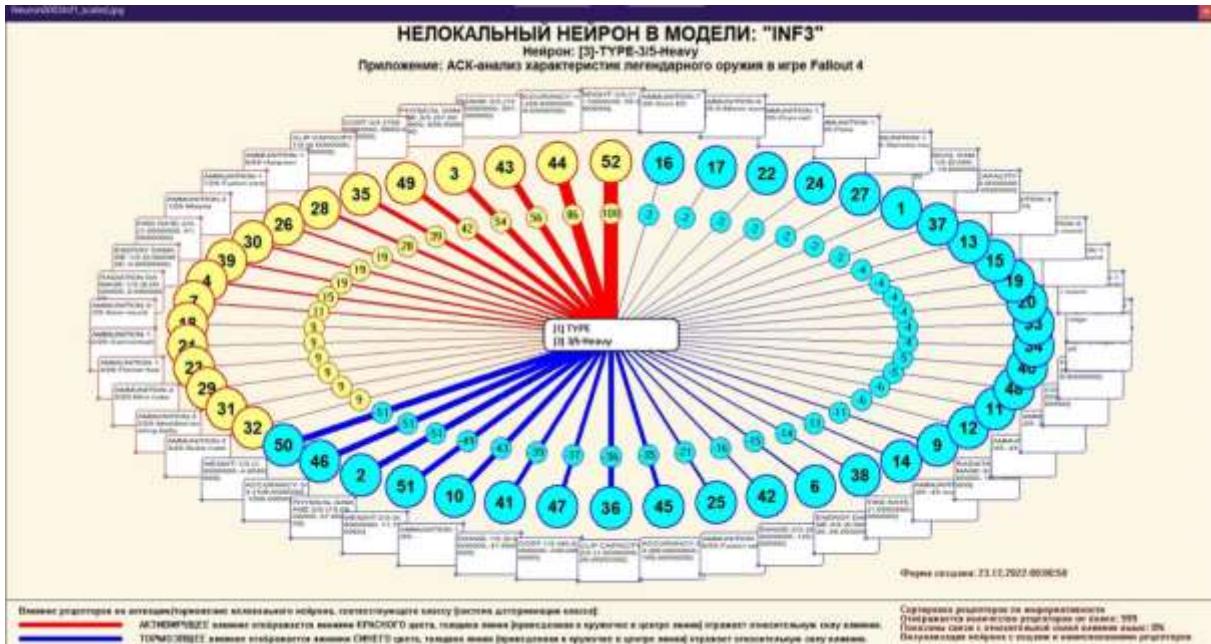


Рисунок 32. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

В системе «Эйдос» есть возможность построения моделей, соответствующих многослойным нейронным сетям [17].

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 33). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

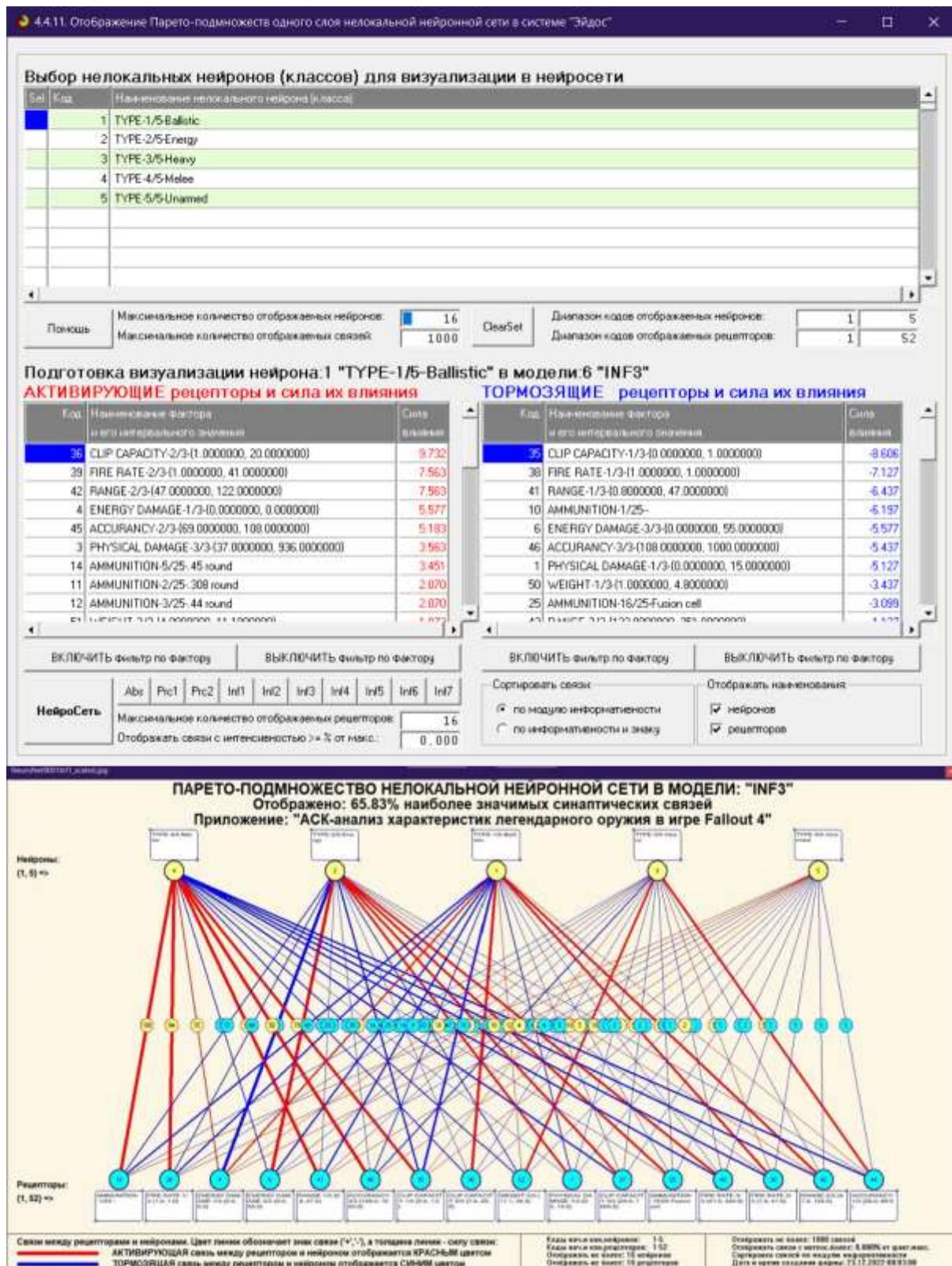
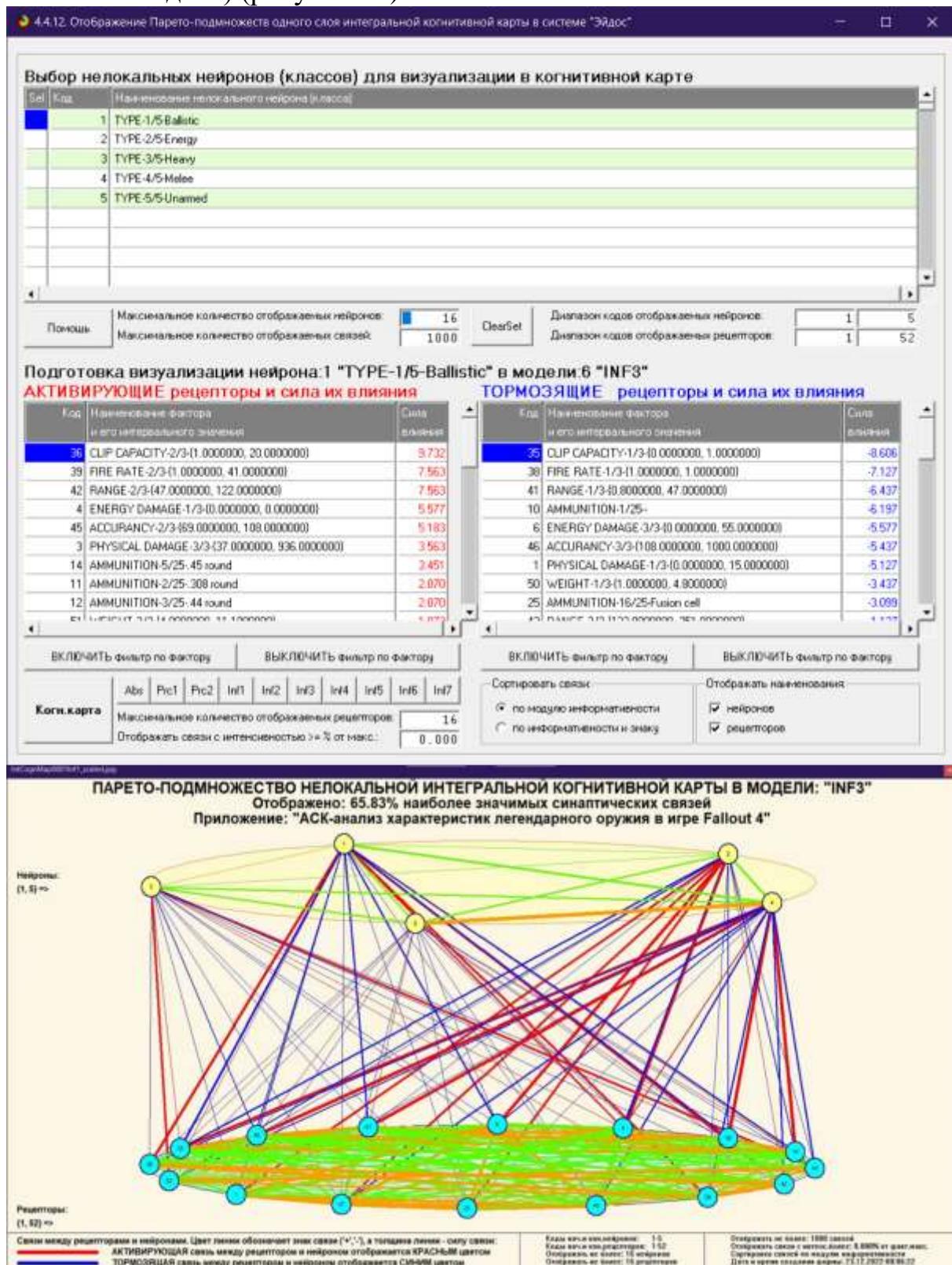


Рисунок 33. Нейронная сеть в СК-модели INF3

3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивной диаграммы классов (рисунок 24) вверху и когнитивной диаграммы значений факторов (рисунок 29) внизу и

соединяющего их одного слоя нейронной сети (рисунок 33) (режим 4.4.12 системы «Эйдос») (рисунок 34):



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 [20]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [1] на странице 521¹¹. Позже об этом писалось в работе [2]¹² и ряде других работ проф. Е.В.Луценко, 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 35. Всего системой в данной модели генерируется 324 подобных диаграмм, поэтому, 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-

¹¹ https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18632909_64818704.pdf, Т а б л и ц а 7. 17, стр.

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

приложение №335 и получить в нем все выходные формы, как описано в данной статье.

4.23. 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	Название класса
0	ВСЕ КЛАССЫ
1	TYPE-1/5-Balistic
2	TYPE-2/5-Energy
3	TYPE-3/5-Heavy
4	TYPE-4/5-Melee
5	TYPE 5/5-Unarmed

Выбор кода класса левого инф. портreta Выбор кода класса правого инф. портreta

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	Название описательной шкалы	Минимальный код признака	Максимальный код признака
0	ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ	1	52
1	PHYSICAL DAMAGE	1	3
2	ENERGY DAMAGE	4	6
3	RADIATION DAMAGE	7	9
4	AMMUNITION	10	34
5	ГР ПАРАМТУ	35	37

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs. Prc1. Prc2. Inf1. Inf2. Inf3. Inf4. Inf5. Inf6. Inf7.

Задайте так количество отображаемых связей:

999

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

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

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа

КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"

Приложение: "ACK-анализ характеристик легендарного оружия в игре Fallout 4"

Классика: [1] TYPE
 Класс: [2] 25-Energy

Сход./разл.классов: -18.688%

Классика: [1] TYPE
 Класс: [2] 26-Energy

Название признаков:

Фильтр по описателю: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ 1-62

Создание в реальном времени когнитивных диаграмм с учетом специфичности между признаками (пропуски факторов, симметрия датасетов)

СОСДЕЛЮющие связи отображаются только если КРУЖОЧКО зелен, покрасил можно (рукоделка и кружочек в центре ячейки) отражает статистику спорта

РДЗВРИЕ Категории отображаются только если СИНЕГО зелен, покрасил можно (зарегистрирован в предметах и в игре) отражает статистику развлеч.

Фильтр по описателю: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ 1-62

Последний раз обновлен: 23.12.2022-06:13:01. Показано количество связей: 1-200

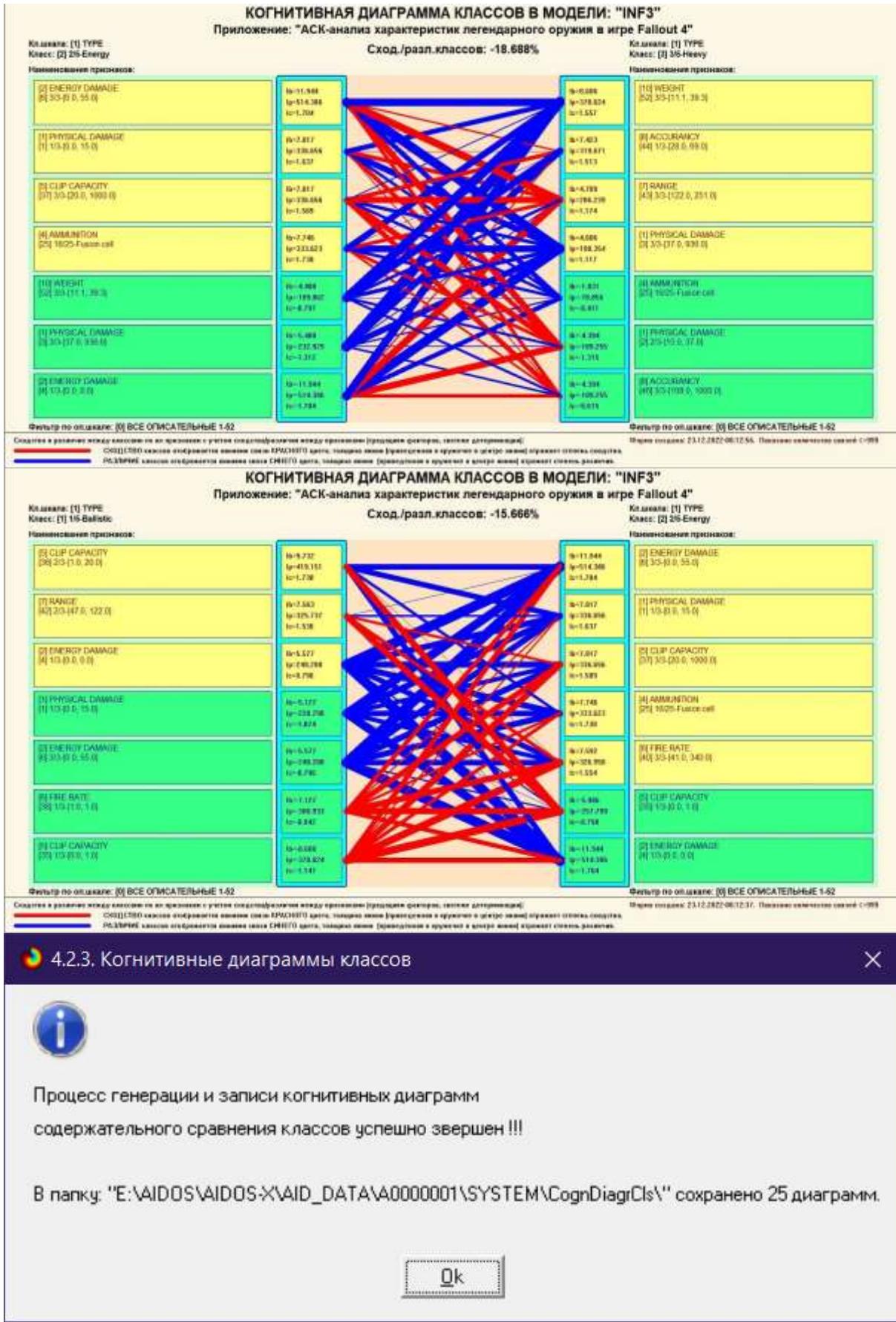


Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3

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

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

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

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

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

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, приведены ниже на рисунках 36.

4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор признаков для когнитивной диаграммы

Задайте коды двух признаков, для левого и правового 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	PHYSICAL DAMAGE-1/3-[0.0000000, 15.0000000]
2	PHYSICAL DAMAGE-2/3-[15.0000000, 37.0000000]
3	PHYSICAL DAMAGE-3/3-[37.0000000, 936.0000000]
4	ENERGY DAMAGE-1/3-[0.0000000, 0.0000000]
5	ENERGY DAMAGE-2/3-[0.0000000, 0.0000000]
6	ENERGY DAMAGE-3/3-[0.0000000, 15.0000000]

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	5
1	TYPE	1	5

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Inf0 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Задайте max количество отображаемых связей:

99999

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Признак для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
Признак для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
Классиф.шкала для левого инф.портрета: [1] TYPE
Классиф.шкала для правого инф.портрета: [1] TYPE
Модели, заданные для расчета: Inf3

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа

OK Cancel

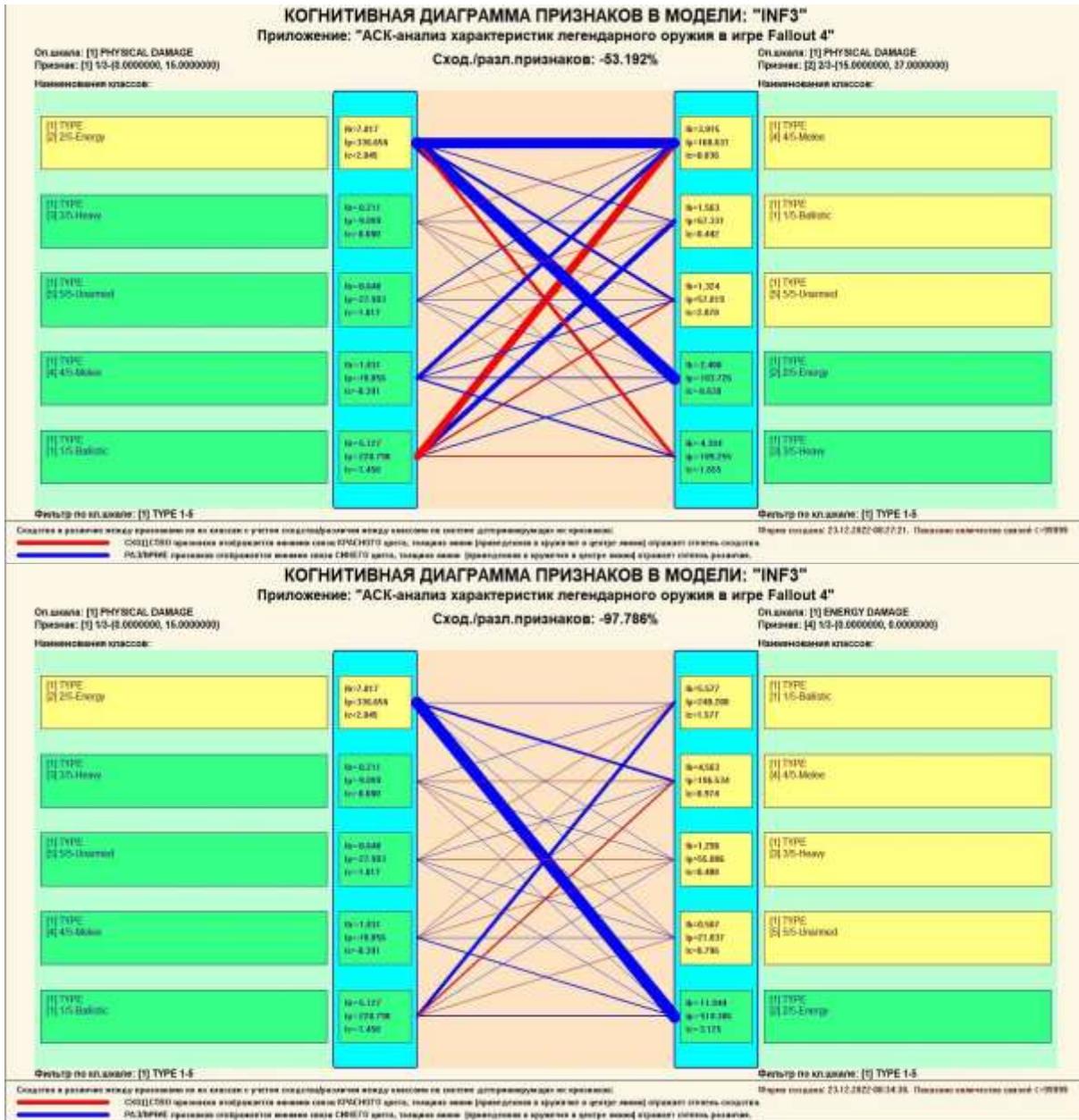


Рисунок 36. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF3

Всего системой в данной модели генерируется множество подобных диаграмм, поэтому, 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 данное интеллектуальное облачное Эйдос-приложение 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 [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 37). 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 проф. Е.В.Луценко со списком этих работ и работ 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 [18]. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [19].

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.

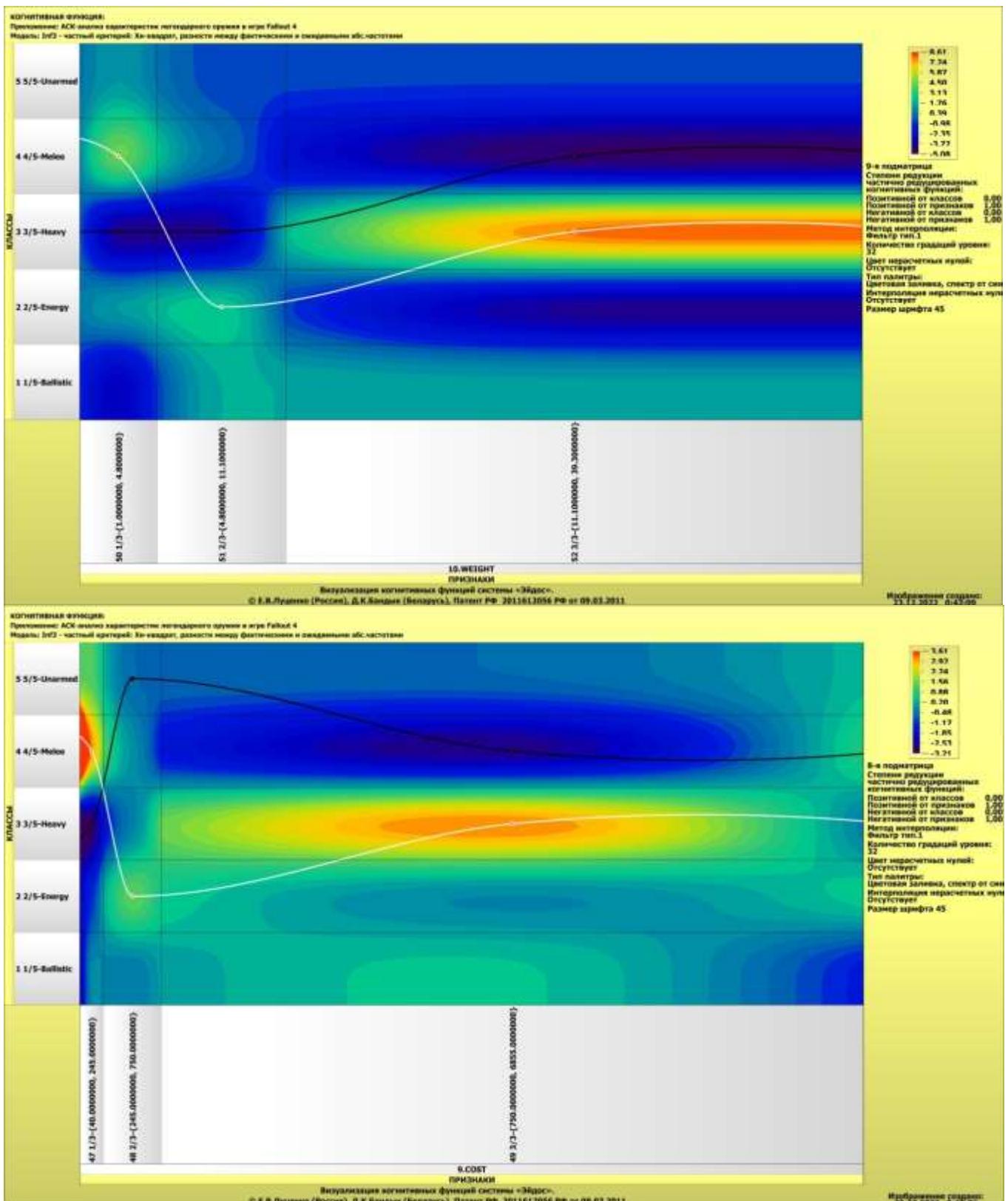
Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций - новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политеаматический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Научный журнал КубГАУ] [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №03(67). С. 240 - 282. - Шифр Информрегистра: 0421100012\0077. , 2,698 у.л. - Режим доступа:
<http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>

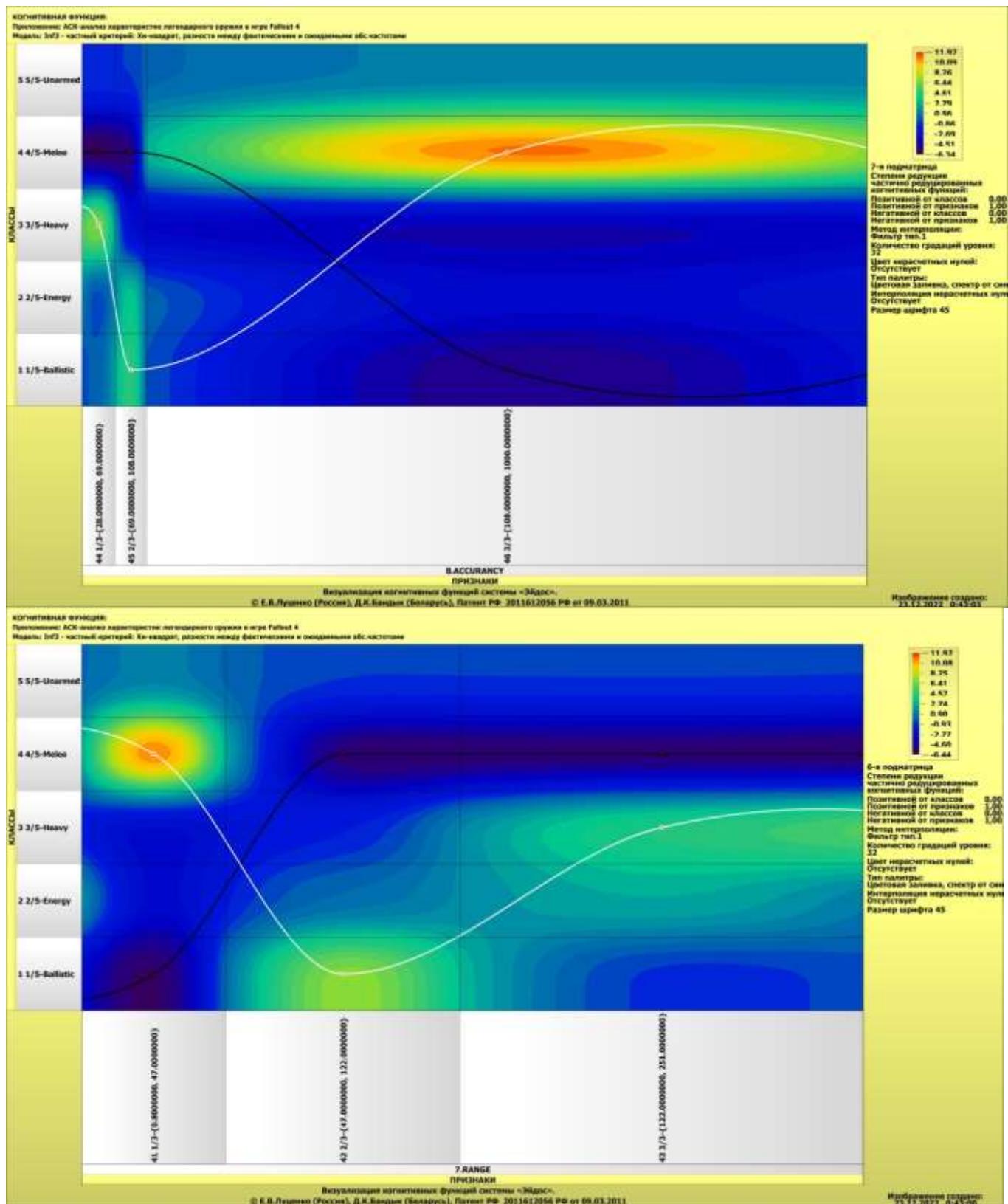
Задайте нужный режим:

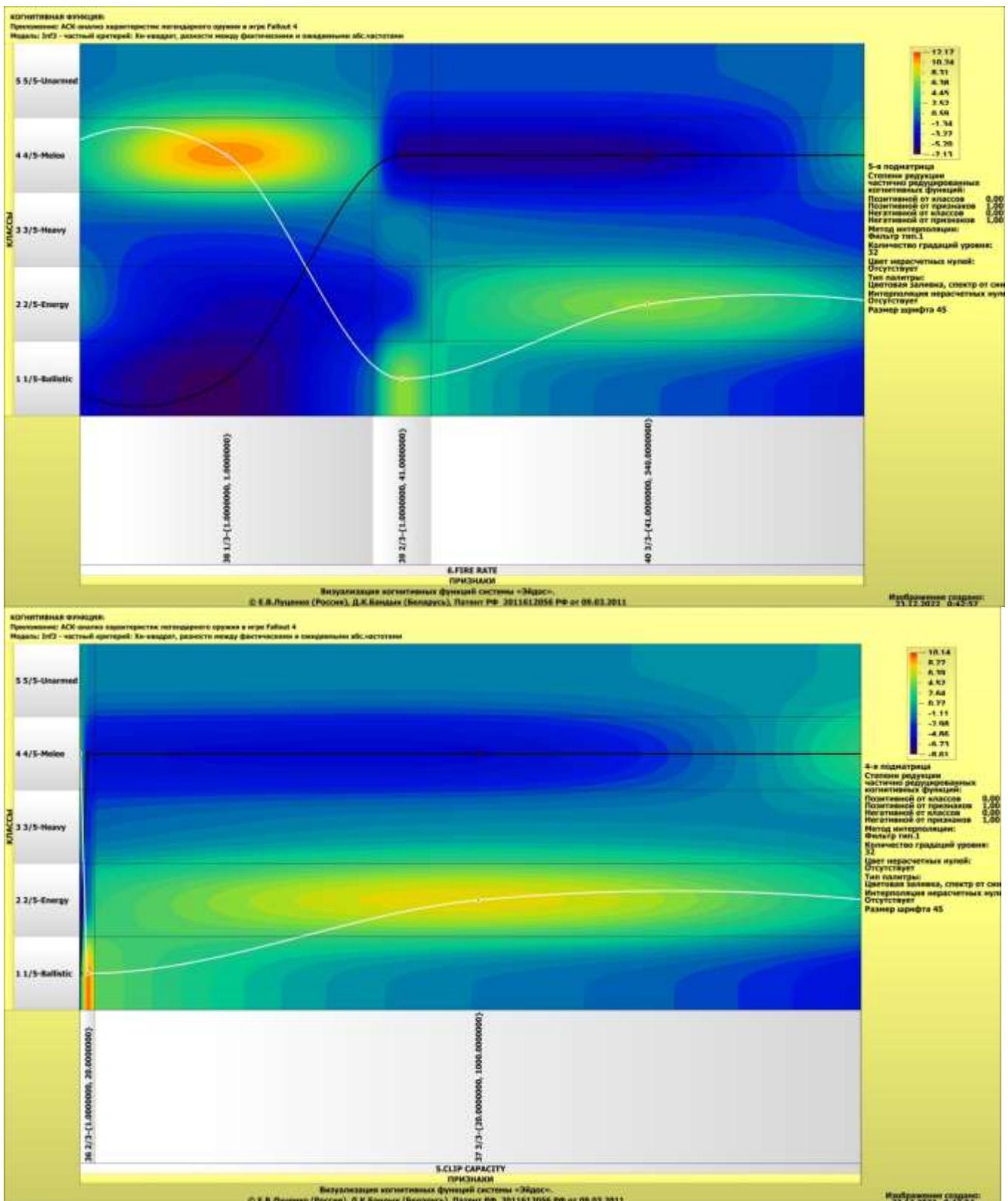
Визуализации когнитивных функций

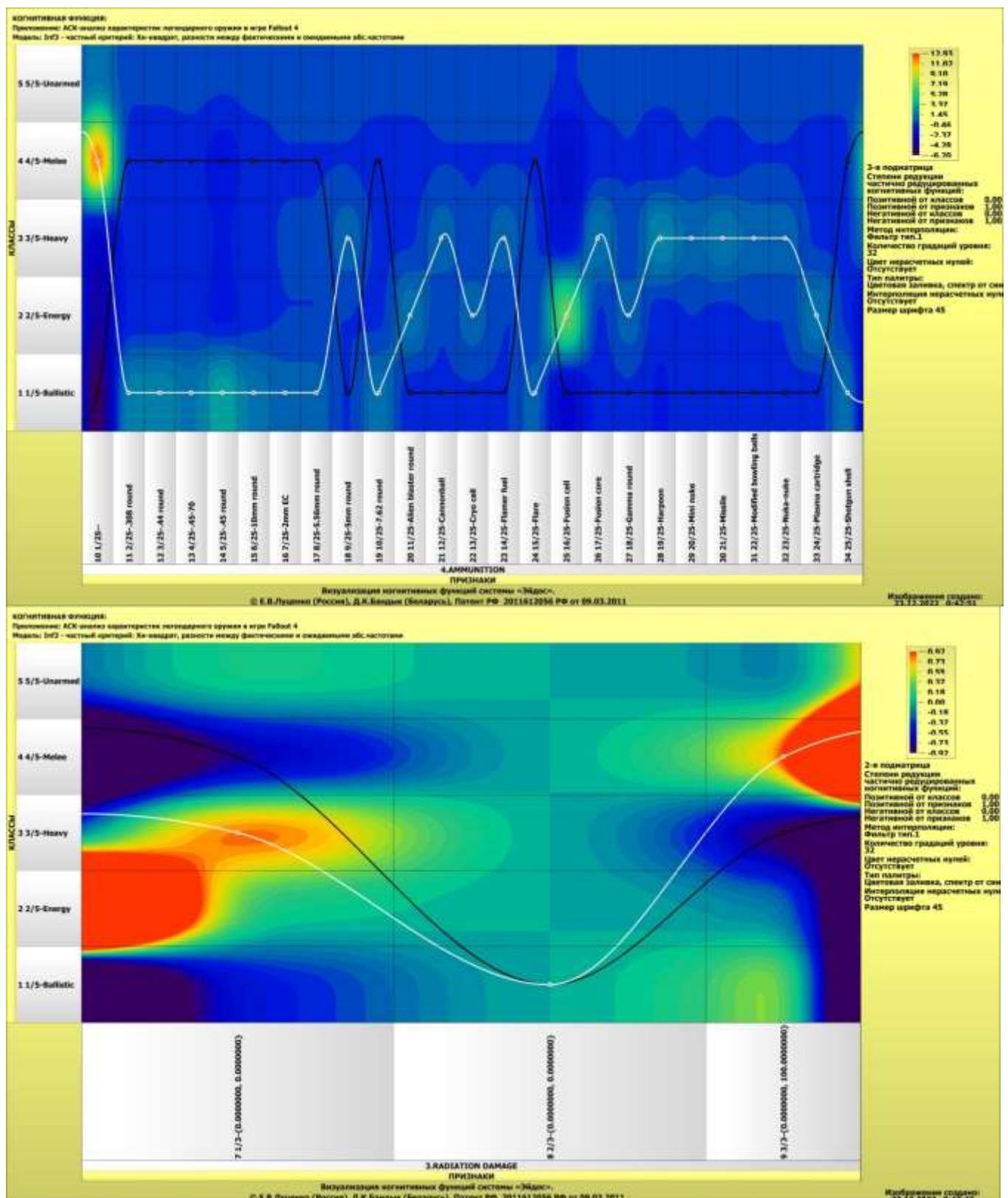
Литератур. ссылки на работы по когнитивным функциям

Литератур. ссылки на работы по управлению знаниями









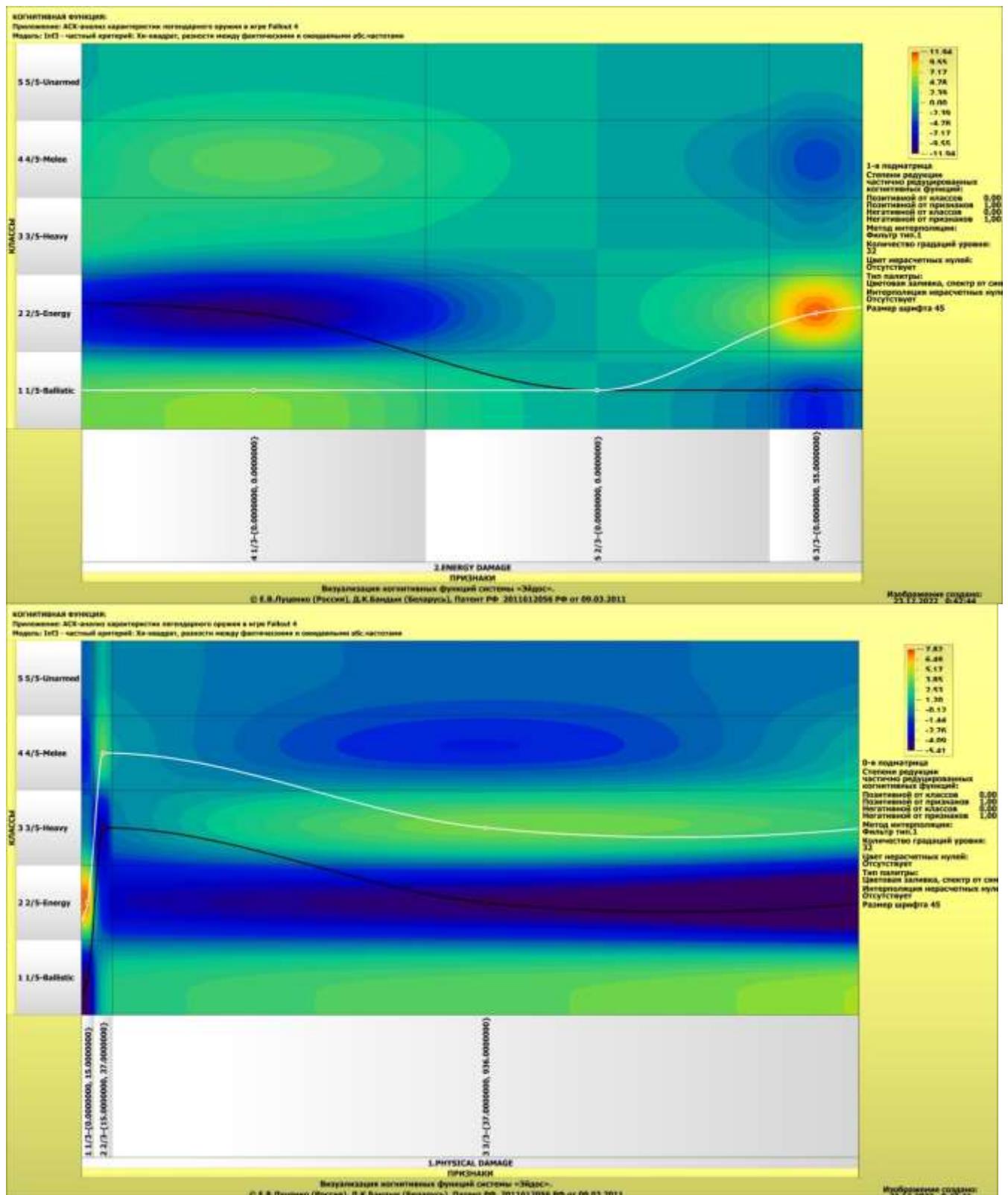


Рисунок 37. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3

Как уже отмечалось содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования [19].

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 [4].

Значимость (селективная сила) градаций описательных шкал в АСК-анализе – это вариабельность частных критериев в статистических и системно-когнитивных моделях, например в модели Inf3, 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 38 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3:

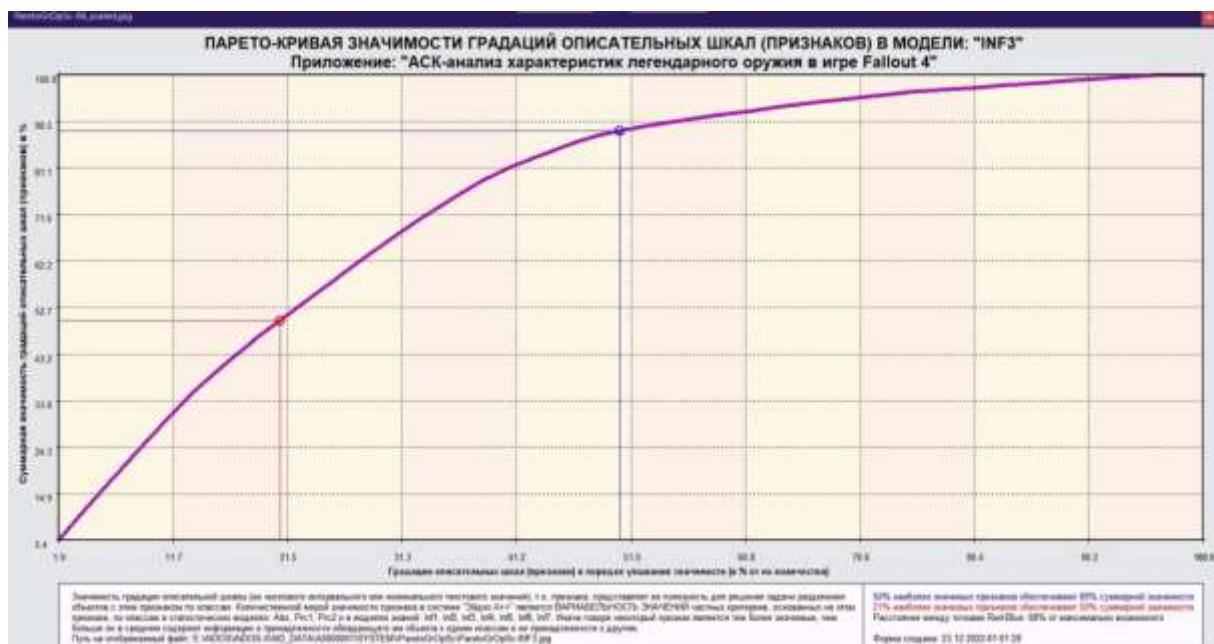


Рисунок 38. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3

В таблице 14 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 38. Из таблицы 14 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

Таблица 14 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3

NUM	NUM_PRC	KOD_ATR	NAME_ATR	KOD_OPSC	ZNACH_ATR	ZN_ATRNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	1,9230769	10	AMMUNITION-1/25--	4	7,7679855	7,7679855	5,4125680	5,4125680
2	3,8461538	38	FIRE RATE-1/3-[1.0000000, 1.0000000]	6	7,5669596	15,3349451	5,2724974	10,6850655
3	5,7692308	35	CLIP CAPACITY-1/3-[0.0000000, 1.0000000]	5	7,5007174	22,8356625	5,2263413	15,9114067
4	7,6923077	41	RANGE-1/3-[0.8000000, 47.0000000]	7	7,2163206	30,0519831	5,0281796	20,9395863
5	9,6153846	46	ACCURACY-3/3-[108.0000000, 1000.0000000]	8	7,1452191	37,1972022	4,9786376	25,9182239
6	11,5384615	4	ENERGY DAMAGE-1/3-[0.0000000, 0.0000000]	2	7,0092749	44,2064771	4,8839145	30,8021384
7	13,4615385	6	ENERGY DAMAGE-3/3-[0.0000000, 55.0000000]	2	7,0092749	51,2157520	4,8839145	35,6860530
8	15,3846154	36	CLIP CAPACITY-2/3-[1.0000000, 20.0000000]	5	5,6250549	56,8408069	3,9194193	39,6054723
9	17,3076923	52	WEIGHT-3/3-[11.1000000, 39.3000000]	10	5,5282183	62,3690252	3,8519456	43,4574179
10	19,2307692	39	FIRE RATE-2/3-[1.0000000, 41.0000000]	6	5,0759653	67,4449905	3,5368253	46,9942432
11	21,1538462	42	RANGE-2/3-[47.0000000, 122.0000000]	7	4,9238498	72,3688403	3,4308344	50,4250776
12	23,0769231	37	CLIP CAPACITY-3/3-[20.0000000, 1000.0000000]	5	4,9203233	77,2891636	3,4283772	53,8534548
13	25,0000000	44	ACCURACY-1/3-[28.0000000, 69.0000000]	8	4,9047564	82,1939200	3,4175305	57,2709854
14	26,9230769	40	FIRE RATE-3/3-[41.0000000, 340.0000000]	6	4,8850809	87,0790009	3,4038211	60,6748064
15	28,8461538	1	PHYSICAL DAMAGE-1/3-[0.0000000, 15.0000000]	1	4,7750530	91,8540539	3,3271560	64,0019624
16	30,7692308	45	ACCURACY-2/3-[69.0000000, 108.0000000]	8	4,5789272	96,4329811	3,1904996	67,1924621
17	32,6923077	25	AMMUNITION-16/25-Fusion cell	4	4,4572514	100,8902325	3,1057185	70,2981806
18	34,6153846	3	PHYSICAL DAMAGE-3/3-[37.0000000, 936.0000000]	1	4,1219869	105,0122194	2,8721133	73,1702939
19	36,5384615	43	RANGE-3/3-[122.0000000, 251.0000000]	7	4,0791125	109,0913319	2,8422393	76,0125332
20	38,4615385	50	WEIGHT-1/3-[1.0000000, 4,8000000]	10	3,8590393	112,9503712	2,6888970	78,7014302
21	40,3846154	2	PHYSICAL DAMAGE-2/3-[15.0000000, 37.0000000]	1	3,3406272	116,2909984	2,3276784	81,0291086
22	42,3076923	51	WEIGHT-2/3-[4.8000000, 11.1000000]	10	2,7215372	119,0125356	1,8963096	82,9254182
23	44,2307692	47	COST-1/3-[40.0000000, 245.0000000]	9	2,4289344	121,4414700	1,6924301	84,6178483
24	46,1538462	49	COST-3/3-[750.0000000, 6855.0000000]	9	2,4215728	123,8630428	1,6873007	86,3051490
25	48,0769231	14	AMMUNITION-5/25-.45 round	4	1,9774818	125,8405246	1,3778675	87,6830165
26	50,0000000	28	AMMUNITION-19/25-Harpoon	4	1,4064775	127,2470021	0,9800038	88,6630203
27	51,9230769	11	AMMUNITION-2/25-.308 round	4	1,1864891	128,4334912	0,8267205	89,4897408
28	53,8461538	12	AMMUNITION-3/25-.44 round	4	1,1864891	129,6199803	0,8267205	90,3164613
29	55,7692308	26	AMMUNITION-17/25-Fusion core	4	0,9376517	130,5576320	0,6533359	90,9697972
30	57,6923077	30	AMMUNITION-21/25-Missile	4	0,9376517	131,4952837	0,6533359	91,6231331
31	59,6153846	48	COST-2/3-[245.0000000, 750.0000000]	9	0,9142462	132,4095299	0,6370274	92,2601605
32	61,5384615	20	AMMUNITION-11/25-Alien blaster round	4	0,8914503	133,3009802	0,6211437	92,8813042
33	63,4615385	33	AMMUNITION-24/25-Plasma cartridge	4	0,8914503	134,1924305	0,6211437	93,5024479
34	65,3846154	13	AMMUNITION-4/25-.45-70	4	0,7909927	134,9834232	0,5511470	94,0535949
35	67,3076923	15	AMMUNITION-6/25-10mm round	4	0,7909927	135,7744159	0,5511470	94,6047419
36	69,2307692	19	AMMUNITION-10/25-7.62 round	4	0,7909927	136,5654086	0,5511470	95,1558889
37	71,1538462	34	AMMUNITION-25/25-Shotgun shell	4	0,7909927	137,3564013	0,5511470	95,7070359
38	73,0769231	7	RADIATION DAMAGE-1/3-[0.0000000, 0.0000000]	3	0,6351317	137,9915330	0,4425463	96,1495822
39	75,0000000	9	RADIATION DAMAGE-3/3-[0.0000000, 100.0000000]	3	0,6351317	138,6266647	0,4425463	96,5921286
40	76,9230769	18	AMMUNITION-9/25-5mm round	4	0,4688258	139,0954905	0,3266679	96,9187965
41	78,8461538	21	AMMUNITION-12/25-Cannonball	4	0,4688258	139,5643163	0,3266679	97,2454644
42	80,7692308	23	AMMUNITION-14/25-Flamer fuel	4	0,4688258	140,0331421	0,3266679	97,5721323
43	82,6923077	29	AMMUNITION-20/25-Mini nuke	4	0,4688258	140,5019679	0,3266679	97,8988002
44	84,6153846	31	AMMUNITION-22/25-Modified bowling balls	4	0,4688258	140,9707937	0,3266679	98,2254681
45	86,5384615	32	AMMUNITION-23/25-Nuka-nuke	4	0,4688258	141,4396195	0,3266679	98,5521360
46	88,4615385	22	AMMUNITION-13/25-Cryo cell	4	0,4457251	141,8853446	0,3105718	98,8627078
47	90,3846154	27	AMMUNITION-18/25-Gamma round	4	0,4457251	142,3310697	0,3105718	99,1732796
48	92,3076923	16	AMMUNITION-7/25-2mm EC	4	0,3954963	142,7265660	0,2755735	99,4488531
49	94,2307692	17	AMMUNITION-8/25-5.56mm round	4	0,3954963	143,1220623	0,2755735	99,7244265
50	96,1538462	24	AMMUNITION-15/25-Flare	4	0,3954963	143,5175586	0,2755735	100,0000000
51	98,0769231	5	ENERGY DAMAGE-2/3-[0.0000000, 0.0000000]	2	0,0000000	143,5175586	0,0000000	100,0000000
52	100,0000000	8	RADIATION DAMAGE-2/3-[0.0000000, 0.0000000]	3	0,0000000	143,5175586	0,0000000	100,0000000

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

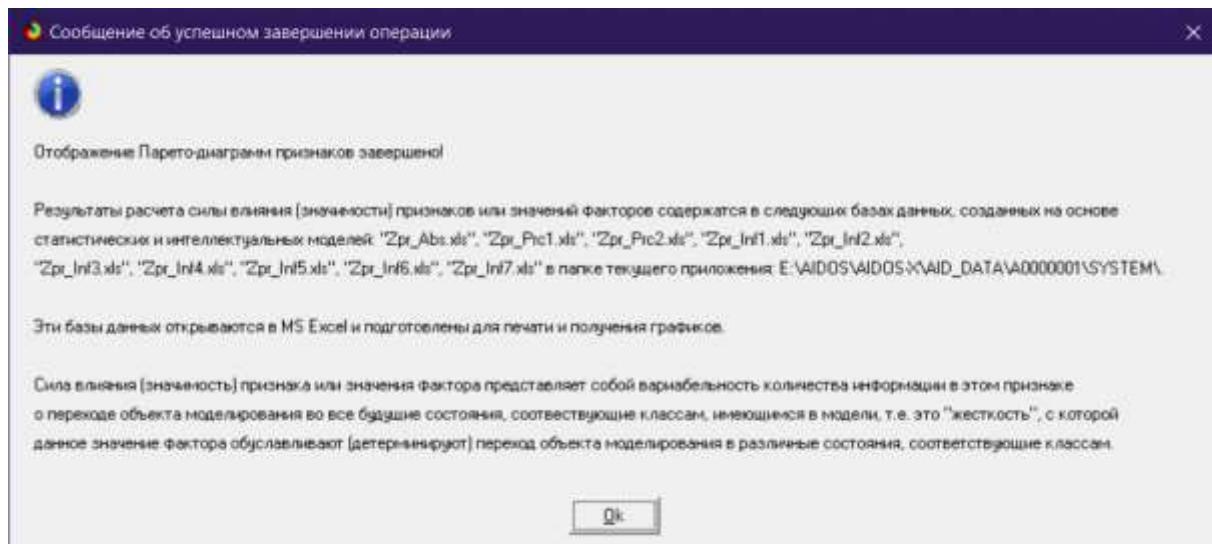


Рисунок 39. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния значений факторов в разных моделях

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

В таблице 15 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF3.

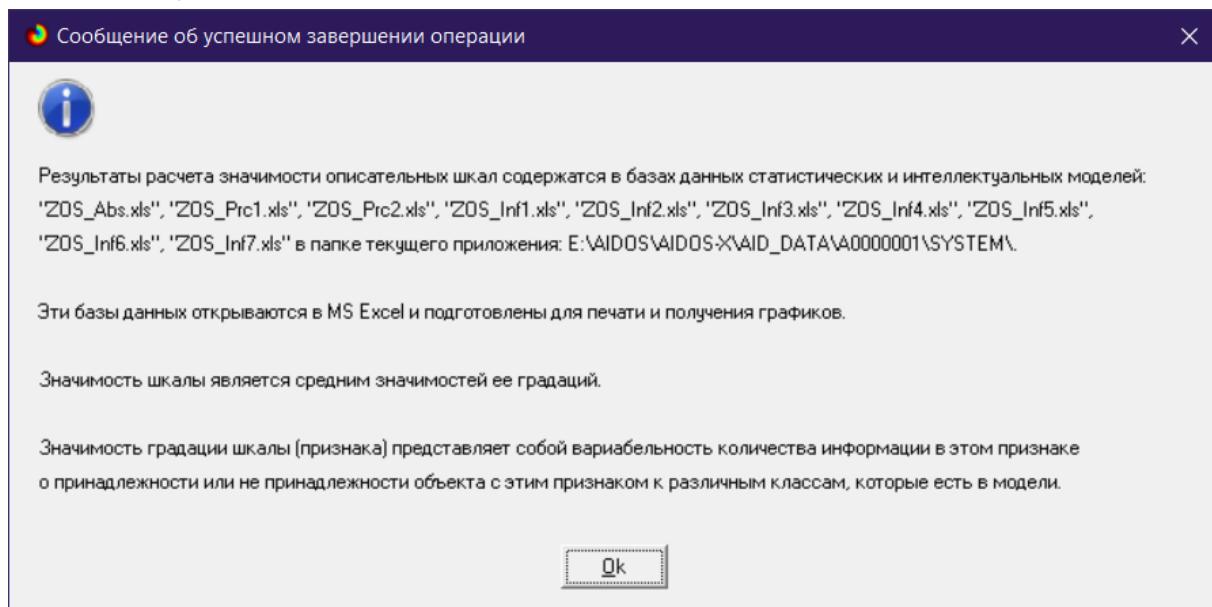


Рисунок 40. имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях

Таблица 15 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF3

NUM	NUM_PRC	KOD_OPSC	NAME_OPSC	N_GROPSC	KODGR_MIN	KODGR_MAX	ZNACH_OS	ZN_OSNIT	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	10,0000000	5	CLIP CAPACITY	3	35	37	6,0153652	6,0153652	15,3733281	15,3733281
2	20,0000000	6	FIRE RATE	3	38	40	5,8426686	11,8580338	14,9319714	30,3052995
3	30,0000000	8	ACCURACY	3	44	46	5,5429676	17,4010014	14,1660326	44,4713320
4	40,0000000	7	RANGE	3	41	43	5,4064276	22,8074290	13,8170805	58,2884125
5	50,0000000	2	ENERGY DAMAGE	3	4	6	4,6728499	27,4802789	11,9422931	70,2307057
6	60,0000000	1	PHYSICAL DAMAGE	3	1	3	4,0792224	31,5595013	10,4251732	80,6558789
7	70,0000000	10	WEIGHT	3	50	52	4,0362649	35,5957662	10,3153877	90,9712666
8	80,0000000	9	COST	3	47	49	1,9215845	37,5173507	4,9109485	95,8822152
9	90,0000000	4	AMMUNITION	25	10	34	1,1878097	38,7051604	3,0356575	98,9178726
10	100,0000000	3	RADIATION DAMAGE	3	7	9	0,4234211	39,1285815	1,0821274	100,0000000

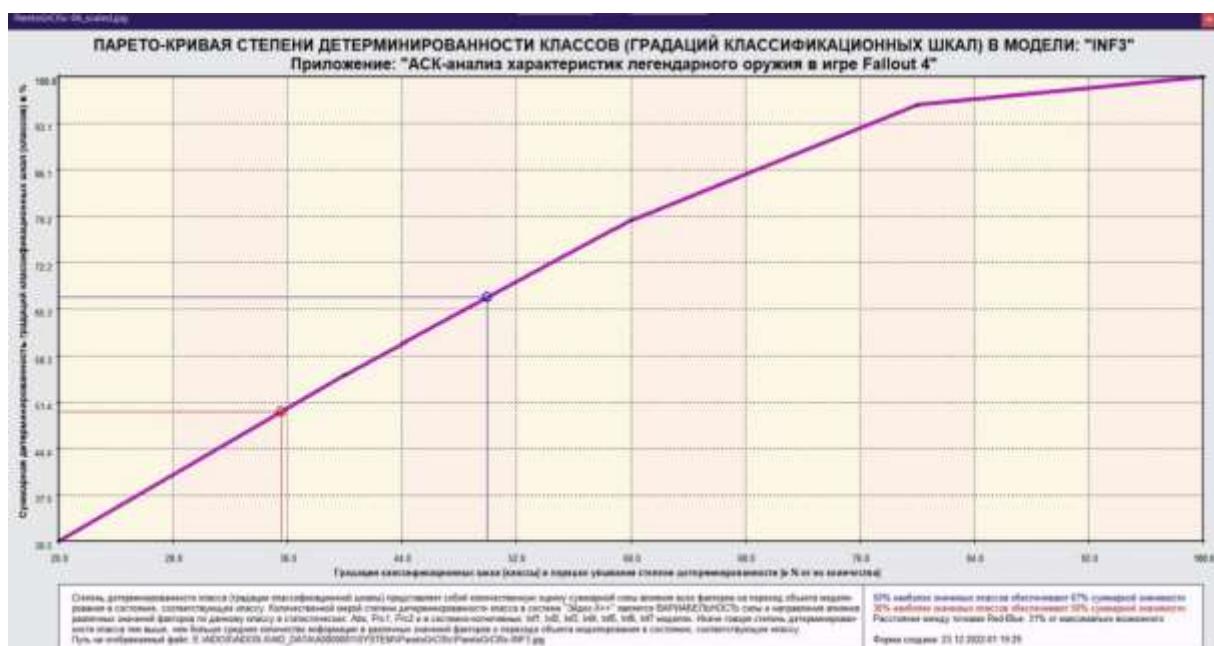
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

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

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

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

На рисунках 41 приведены экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос», содержащие информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:



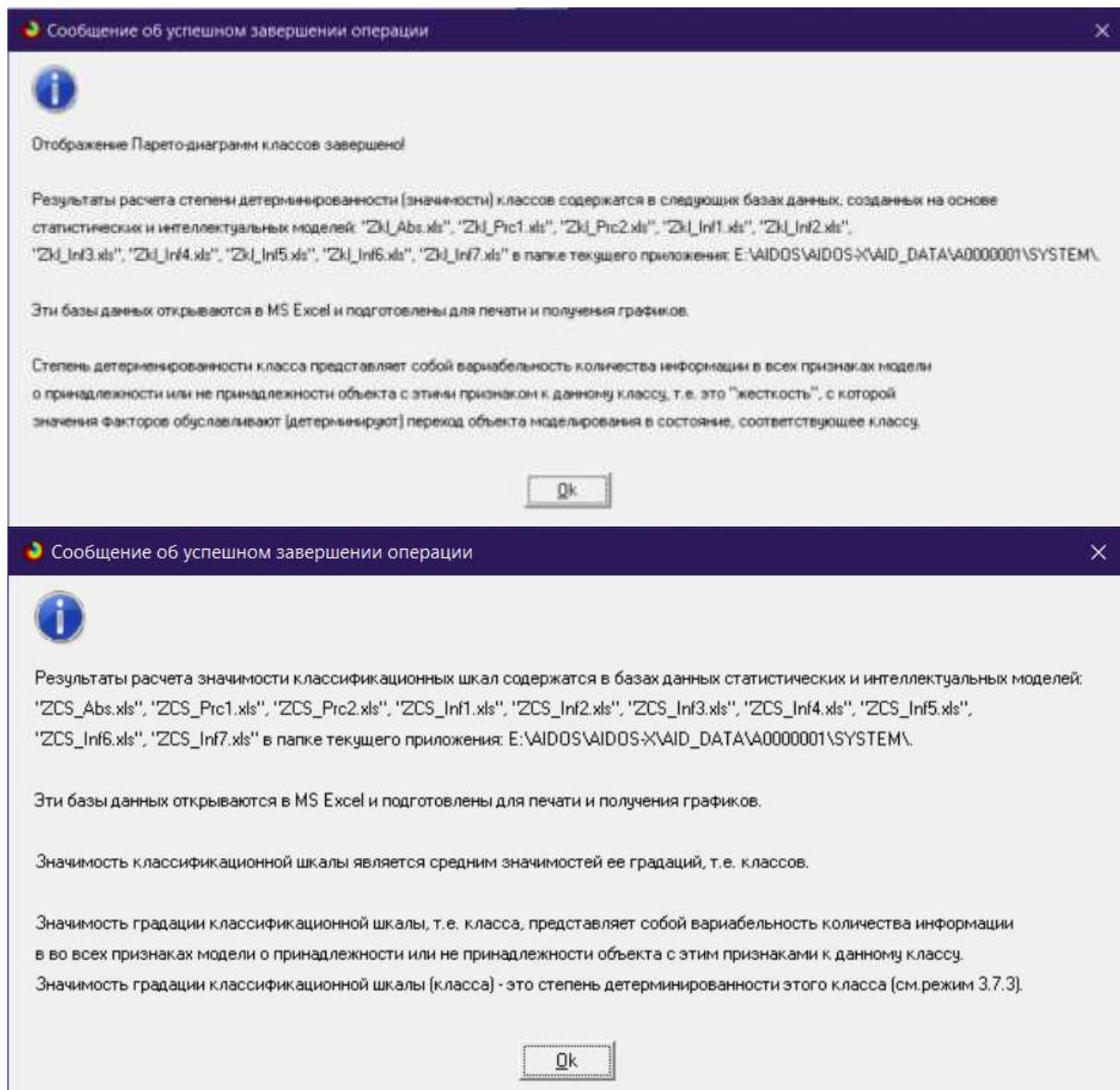


Рисунок 41. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 16 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 41. Из таблицы 16 видно, какую долю от суммарной степени детерминированности всех классов имеет каждый класс.

Таблица 16 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF3

NUM	NUM PRC	KOD CLS	NAME CLS	KOD_CLSC	ZNACH CLS	ZN CLSNIT	ZNACH PRC	ZN PRCNIT
1	20,0000000	4	TYPE-4/5-Melee	1	4,6838524	4,6838524	30,5447227	30,5447227
2	40,0000000	2	TYPE-2/5-Energy	1	3,8219613	8,5058137	24,9240877	55,4688104
3	60,0000000	1	TYPE-1/5-Ballistic	1	3,5359852	12,0417989	23,0591569	78,5279673
4	80,0000000	3	TYPE-3/5-Heavy	1	2,6555589	14,6973578	17,3176487	95,8456160
5	100,0000000	5	TYPE-5/5-Unarmed	1	0,6370502	15,3344080	4,1543840	100,0000000

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 программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

Анализ полученных результатов, проведенный в данной работе, полностью согласуется с результатами работы [8], 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. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований.

Достижением данной работы является возможность применения системно-когнитивных моделей для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области. Перспективность и ценность результатов подобных исследований и разработок для теории и практики не вызывает особых сомнений.

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 данное интеллектуальное облачное Эйдос-приложение. 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)

Как показывает анализ результатов численного эксперимента, предложенного и реализованного в системе «Эйдос», решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута, поставленная проблема решена. В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным классам легендарного оружия, изучено влияние характеристик легендарного оружия из игры Fallout 4 на эти классы, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. 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.

REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. 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.
2. 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 RZXZ.
3. 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
4. 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 // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 61-71. – EDN RNEGHR.
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. [Fallout 4 unique weapons | Fallout Wiki | Fandom](https://fallout.fandom.com/wiki/Fallout_4_unique_weapons): https://fallout.fandom.com/wiki/Fallout_4_unique_weapons.
9. Луценко, Е. В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в ACK-анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политеатический 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. Сценарный и спектральный автоматизированный системно-когнитивный анализ / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2021. – 288 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.22981.37608. – EDN ZQLITW.
11. Орлов, А. И. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2022. – 405 с. – ISBN 978-5-907550-62-9. – DOI 10.13140/RG.2.2.15688.44802. – EDN OQULUW.
12. Луценко, Е. В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами ACK-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос-X++" / Е. В. Луценко // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 1367-1409. – EDN SZVWRV.
13. Луценко, Е. В. Автоматизация функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе ACK-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 // Политеатический 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 // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 163. – С. 100-134. – DOI 10.21515/1990-4665-163-009. – EDN SWKGWY.

15. Луценко, Е. В. Эффективность объекта управления как его эмерджентное свойство и повышение уровня системности как цель управления / Е. В. Луценко // Политеатический 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 // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2011. – № 71. – С. 27-74. – EDN OIGYBB.

17. Луценко, Е. В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е. В. Луценко // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2003. – № 1. – С. 76-88. – EDN JWXLKT.

18. 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 // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 1-60. – DOI 10.21515/1990-4665-127-001. – EDN YLZTMX.

19. Работы проф.Е.В.Луценко & С° 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 Дьеरдь. 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/rassuzhdjenija.htm>

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

22. Работы проф.Е.В.Луценко & С° 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.