

УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ основных боевых танков по их техническим характеристикам, поколению, численности производства и стране производства

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Мотылец Александр Александрович
Студент группы ИТ1901 факультета прикладной информатики
Thekresh1@gmail.com

Ульянов Михаил Евгеньевич
Студент группы ИТ1901 факультета прикладной информатики
alexnik.01@mail.ru

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

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

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

UDC 004.8

Automated system-cognitive analysis of main battle tanks by their technical characteristics, generation, number of production and country of production

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Scopus Author ID: 57188763047
RSCI SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Moth Alexander Alexandrovich
Student group IT1901 faculty of applied Informatics
Thekresh1@gmail.com

Ulyanov Mikhail Evgenievich
Student group IT1901 faculty of applied Informatics
alexnik.01@mail.ru

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	6
ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	6
ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	11

ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ.....	17
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация).....	18
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)	20
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели	26
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов	26
4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов	27
4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов.....	29
4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов.....	30
4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети	32
4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты	34
4.3.7. Когнитивные функции	34
4.3.8. Сила и направление влияния значений факторов и сила влияния самих факторов на результаты сравнения танков.....	38
4.3.9. Степень детерминированности результатов сравнения танков значениями обуславливающих их факторов	41
4.3.10. Устойчивость технических характеристик танков от значений обуславливающих их названия	42
7. ВЫВОДЫ.....	47
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	48

Введение

Целью данной работы является изучение силы и направления влияния названий основных боевых танков на их технические характеристики, поколение, численность производства, происхождение и степень детерминированности этих результатов.

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

Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения:

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной модели.

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

- подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация);

- подзадача 4.2. Поддержка принятия решений;
- подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты, когнитивные функции).

Эти задачи по сути представляют собой **этапы** Автоматизированного системно-когнитивный анализа (АСК-анализ), который и поэтому и предлагается применить для их решения.

АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-Х++» (система «Эйдос») [1].

Система «Эйдос» выгодно отличается от других интеллектуальных систем следующими параметрами:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);

- находится в полном открытом бесплатном доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>), причем с актуальными исходными текстами (<http://lc.kubagro.ru/AIDOS-X.txt>);

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

- 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);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 187, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- обеспечивает мультязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

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

- 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;

- 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.

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» в качестве метода и инструмента решения поставленной проблемы (рисунок 1).

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос-Х++»

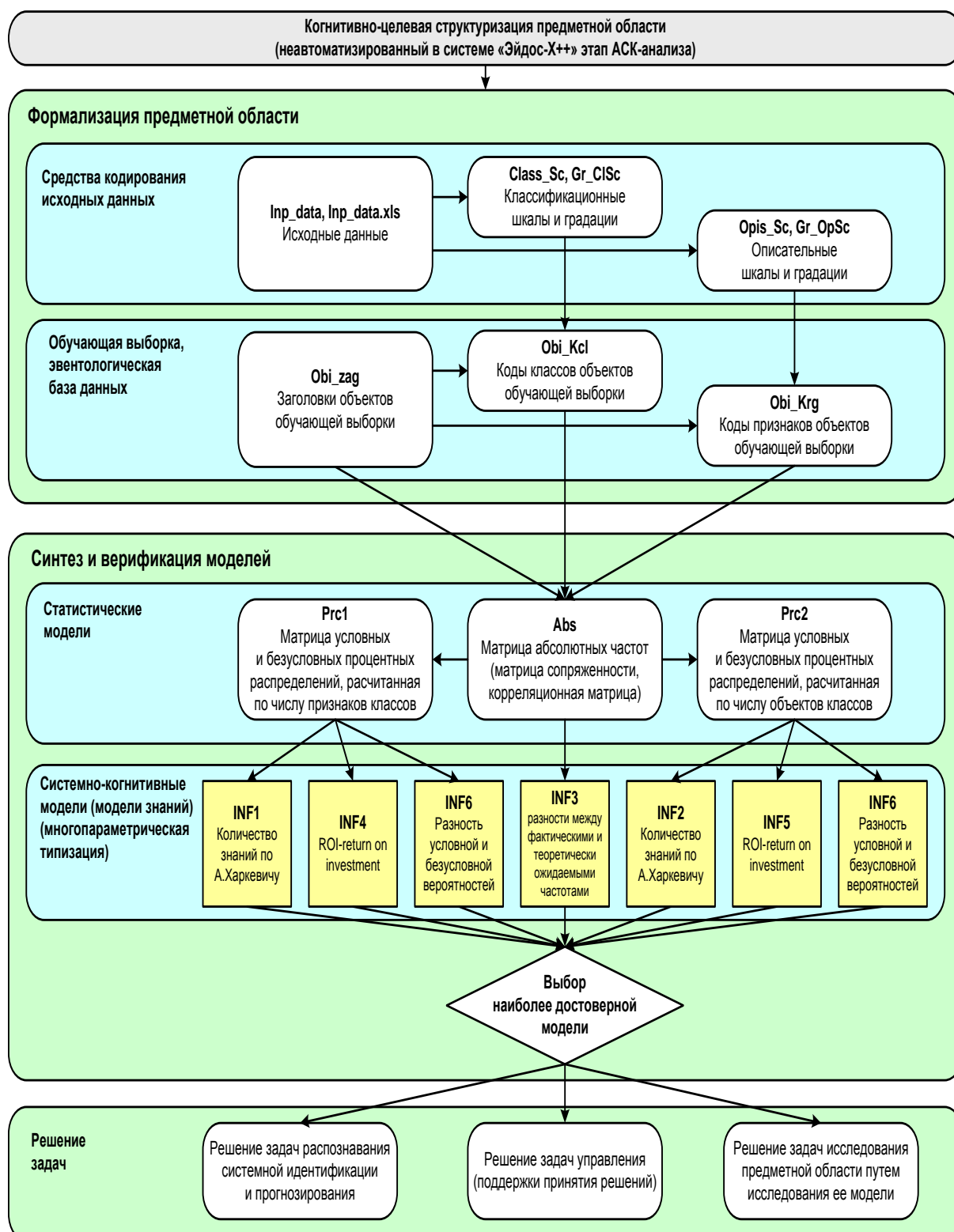


Рисунок 1. Последовательность решения задач в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Рассмотрим решение поставленных задач в численном примере.

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области

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

При этом необходимо отметить, что системно-когнитивные модели (СК-модели) отражают лишь сам факт наличия зависимостей между значениями факторов и результатами их действия. Но они не отражают причин и механизмов такого влияния. Это значит, что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд является причинами, и то, что казалось бы является их последствиями, на самом деле является последствиями неких глубинных причин, которых мы не видим и никоим образом непосредственно не отражаем в модели.

В данной работе в качестве классификационной шкалы выберем название основного боевого танка (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – различные технические характеристики, поколение, год и страну разработки (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационные шкалы

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	НАЗВАНИЕ

Таблица 2 – Описательные шкалы

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

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (таблица 3) получены в результате отбора информации о наиболее известных представителях различных поколений основных боевых танков:

Таблица 3 – Исходные данные для ввода в систему «Эйдос»¹

Название	Название	Страна-разработчик	Поклоение	Боевая масса, т	Экипаж, чел	Год разработки	Мощность двигателя, л.с.	Макс. скорость, км/ч	Калибр пушки, мм	Выпущено, шт	Автомат заряжания	Динамическая защита	Возможность стрельбы ПТУР	Тип пушки
T-64A	T-64A	СССР/Россия	1	38,0	3	1967	700	60	125	13000	Да	Нет	Да	Гладкоствольная
T-72	T-72	СССР/Россия	1	41,0	3	1973	780	50	125	600	Да	Нет	Нет	Гладкоствольная
Leopard I	Leopard I	Германия	1	39,6	4	1966	830	62	105	6000	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Chieftain	Chieftain	Великобритания	1	55,0	4	1966	760	48	120	2265	Нет	Нет	Нет	Нарезная
M60	M60	США	1	46,2	4	1959	750	48	105	15221	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Merkava Mk. I	Merkava Mk. I	Израиль	1	63,0	4	1978	900	46	105	250	Нет	Нет	Нет	Нарезная
ZTZ-88	ZTZ-88	Китай	1	39,5	4	1988	730	57	105	500	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Type 74	Type 74	Япония	1	38,0	4	1975	750	53	105	873	Нет	Нет	Нет	Нарезная
Altay	Altay	Турция	2	60,0	4	2017	1500	70	120	4	Нет	Нет	Нет	Гладкоствольная
AMX-56 Leclerc	AMX-56 Leclerc	Франция	2	54,6	3	1990	1500	71	120	876	Да	Да	Нет	Гладкоствольная
K1	K1	Южная Корея	2	51,0	4	1985	1200	65	105	1027	Нет	Нет	Нет	Нарезная
K2 Black Panther	K2 Black Panther	Южная Корея	2	55,0	3	2014	1500	75	120	170	Да	Да	Да	Гладкоствольная
M1 Abrams	M1 Abrams	США	2	60,0	4	1980	1500	72	105	3273	Нет	Нет	Нет	Нарезная
M1A1 Abrams	M1A1 Abrams	США	2	61,3	4	1984	1500	69	120	5897	Нет	Нет	Да	Гладкоствольная
M1A2 Abrams	M1A2 Abrams	США	2	62,1	4	1986	1500	67	120	1000	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Arjun	Arjun	Индия	2	58,5	4	2006	1400	70	120	124	Нет	Да	Да	Нарезная
C1 Ariete	C1 Ariete	Италия	2	54,0	4	1986	1300	65	120	200	Нет	Да	Нет	Гладкоствольная
Leopard 2A4	Leopard 2A4	Германия	2	55,2	4	1985	1500	72	120	2250	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Leopard 2A5	Leopard 2A5	Германия	2	62,0	4	1995	1500	72	120	850	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Leopard 2A6	Leopard 2A6	Германия	2	63,0	4	2006	1500	72	120	880	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Merkava Mk. IV	Merkava Mk. IV	Израиль	2	65,0	4	2004	1500	64	120	500	Нет	Да	Да	Гладкоствольная
Type 10	Type 10	Япония	2	44,0	3	2010	1200	70	120	76	Да	Нет	Да	Гладкоствольная
Type 90	Type 90	Япония	2	50,2	3	1990	1500	70	120	341	Да	Нет	Нет	Гладкоствольная
T-84БМ "Оплот"	T-84БМ "Оплот"	Украина	2	51,0	3	2008	1200	70	125	50	Да	Да	Да	Гладкоствольная
Seon'gun-915	Seon'gun-915	КНДР	2	44,0	3	2009	1200	70	125	200	Да	Да	Да	Гладкоствольная
ZTZ-96	ZTZ-96	Китай	2	42,5	3	1997	1000	65	125	2400	Да	Да	Да	Гладкоствольная
ZTZ-99	ZTZ-99	Китай	2	54,0	3	2000	1500	80	125	850	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-64Б	T-64Б	СССР/Россия	2	39,0	3	1976	700	60	125	2600	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-72Б	T-72Б	СССР/Россия	2	44,5	3	1985	840	60	125	22000	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-72Б3	T-72Б3	СССР/Россия	2	46,0	3	2011	1130	65	125	1200	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-80У	T-80У	СССР/Россия	2	46,0	3	1985	1250	70	125	5500	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-90А	T-90А	СССР/Россия	2	46,5	3	2004	1000	70	125	2000	Да	Да	Да	Гладкоствольная
T-90М	T-90М	СССР/Россия	2	48,0	3	2017	1130	70	125	100	Да	Да	Да	Гладкоствольная
Challenger 2	Challenger 2	Великобритания	2	62,5	4	1994	1200	56	120	400	Нет	Да	Нет	Нарезная
T-14 "Армата"	T-14 "Армата"	СССР/Россия	3	55,0	3	2014	1800	90	152	25	Да	Да	Да	Гладкоствольная

Затем с параметрами, показанными на рисунке 2, запустим режим 2.3.2.2 системы «Эйдос», представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) с внешними данными табличного типа. На рисунке 2 приведены реально использованные параметры.

Обратим внимание, что заданы адаптивные интервалы, учитывающее неравномерность распределения данных по диапазону значений. И в классификационных, и в описательных шкалах задано 3 числовых интервальных значения.

На рисунке 3 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 как сами названия основных боевых танков, так и их характеристики, могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.

¹ Таблицу исходных данных 1 можно скачать с FTP-сервера системы «Эйдос» по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000149/Inp_data.xls

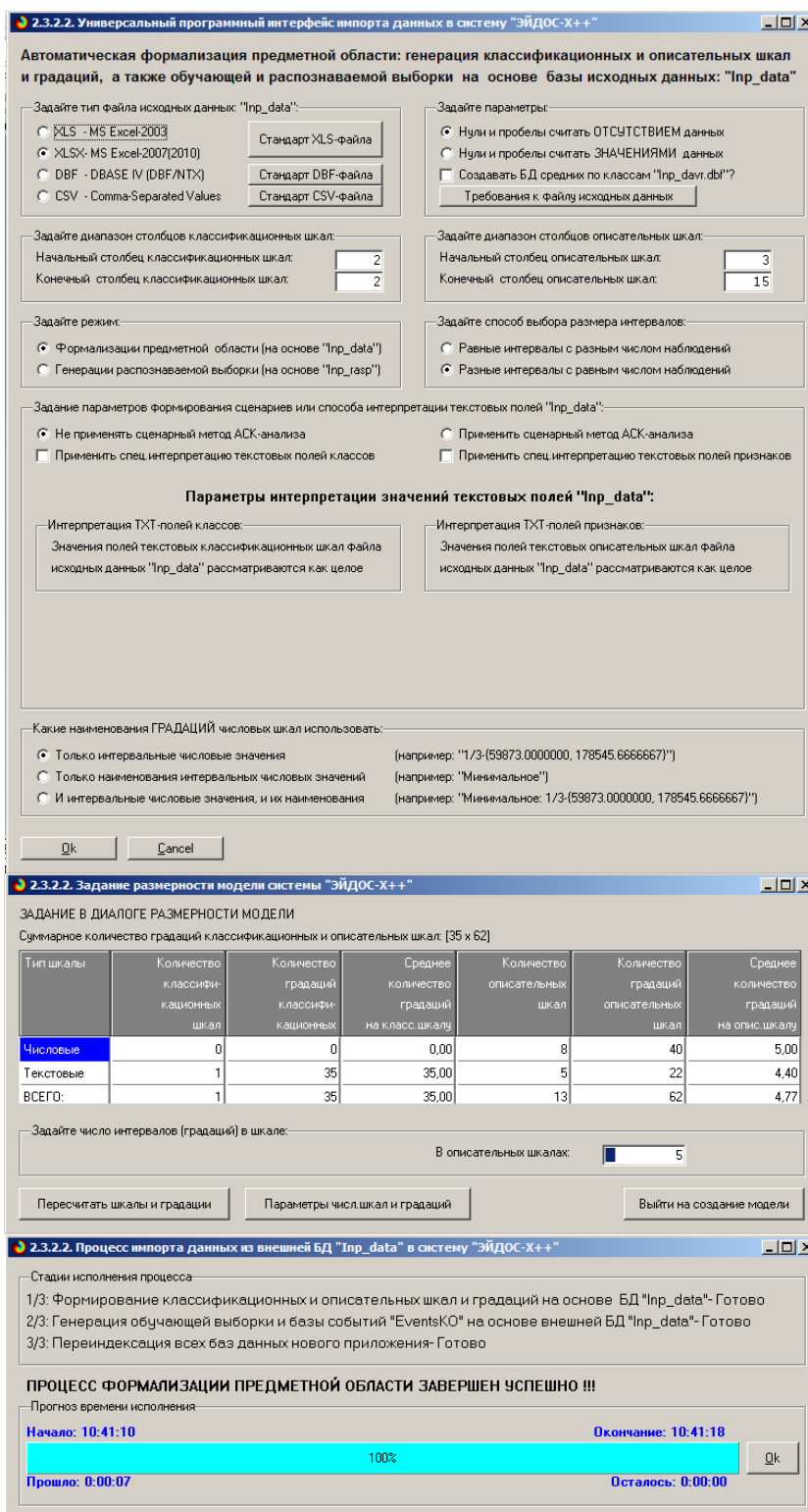


Рисунок 2. Экранные форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа²

² Все рисунки в статье приведены с достаточно высоким разрешением и при увеличении масштаба просмотра вполне читабельны

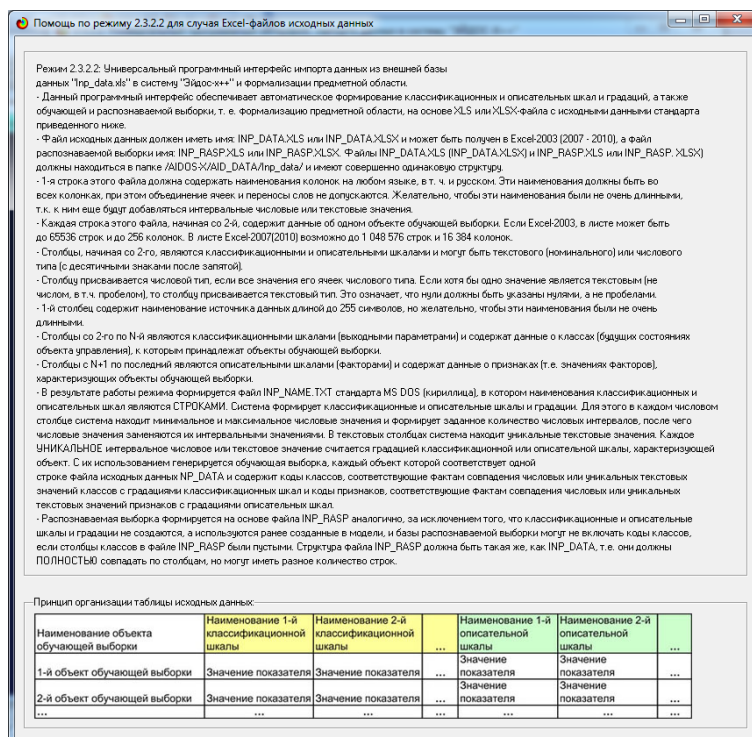


Рисунок 3. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 35 (таблица 4) и 13 описательных шкал с суммарным числом градаций 62. С использованием классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 4 и 5) исходные данные (таблица 3) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 6):

Таблица 4 – Классификационные шкалы и градации (результаты сравнения танков)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	НАЗВАНИЕ-Altay
2	НАЗВАНИЕ-AMX-56 Leclerc
3	НАЗВАНИЕ-Arjun
4	НАЗВАНИЕ-C1 Ariete
5	НАЗВАНИЕ-Challenger 2
6	НАЗВАНИЕ-Chieftain
7	НАЗВАНИЕ-K1
8	НАЗВАНИЕ-K2 Black Panther
9	НАЗВАНИЕ-Leopard 2A4
10	НАЗВАНИЕ-Leopard 2A5
11	НАЗВАНИЕ-Leopard 2A6
12	НАЗВАНИЕ-Leopard I
13	НАЗВАНИЕ-M1 Abrams
14	НАЗВАНИЕ-M1A1 Abrams
15	НАЗВАНИЕ-M1A2 Abrams
16	НАЗВАНИЕ-M60
17	НАЗВАНИЕ-Merkava Mk. I
18	НАЗВАНИЕ-Merkava Mk. IV
19	НАЗВАНИЕ-Seon'gun-915
20	НАЗВАНИЕ-Type 10
21	НАЗВАНИЕ-Type 74
22	НАЗВАНИЕ-Type 90
23	НАЗВАНИЕ-ZTZ-88
24	НАЗВАНИЕ-ZTZ-96
25	НАЗВАНИЕ-ZTZ-99
26	НАЗВАНИЕ-T-14 "Армата"
27	НАЗВАНИЕ-T-64A

28	НАЗВАНИЕ-Т-64Б
29	НАЗВАНИЕ-Т-72
30	НАЗВАНИЕ-Т-72Б
31	НАЗВАНИЕ-Т-72БЗ
32	НАЗВАНИЕ-Т-80У
33	НАЗВАНИЕ-Т-84БМ "Оплот"
34	НАЗВАНИЕ-Т-90А
35	НАЗВАНИЕ-Т-90М

Таблица 5 – Описательные шкалы и градации
(различные технические характеристики и сведения о танках)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Великобритания
2	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Германия
3	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Израиль
4	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Индия
5	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Италия
6	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Китай
7	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-КНДР
8	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-СССР/Россия
9	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-США
10	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Турция
11	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Украина
12	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Франция
13	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Южная Корея
14	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Япония
15	ПОКОЛЕНИЕ-1/5-{1.0000000, 1.4000000}
16	ПОКОЛЕНИЕ-2/5-{1.4000000, 1.8000000}
17	ПОКОЛЕНИЕ-3/5-{1.8000000, 2.2000000}
18	ПОКОЛЕНИЕ-4/5-{2.2000000, 2.6000000}
19	ПОКОЛЕНИЕ-5/5-{2.6000000, 3.0000000}
20	БОЕВАЯ МАССА, Т-1/5-{38.0000000, 43.4000000}
21	БОЕВАЯ МАССА, Т-2/5-{43.4000000, 48.8000000}
22	БОЕВАЯ МАССА, Т-3/5-{48.8000000, 54.2000000}
23	БОЕВАЯ МАССА, Т-4/5-{54.2000000, 59.6000000}
24	БОЕВАЯ МАССА, Т-5/5-{59.6000000, 65.0000000}
25	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-1/5-{3.0000000, 3.2000000}
26	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-2/5-{3.2000000, 3.4000000}
27	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-3/5-{3.4000000, 3.6000000}
28	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-4/5-{3.6000000, 3.8000000}
29	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-5/5-{3.8000000, 4.0000000}
30	ГОД РАЗРАБОТКИ-1/5-{1959.0000000, 1970.6000000}
31	ГОД РАЗРАБОТКИ-2/5-{1970.6000000, 1982.2000000}
32	ГОД РАЗРАБОТКИ-3/5-{1982.2000000, 1993.8000000}
33	ГОД РАЗРАБОТКИ-4/5-{1993.8000000, 2005.4000000}
34	ГОД РАЗРАБОТКИ-5/5-{2005.4000000, 2017.0000000}
35	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-1/5-{700.0000000, 920.0000000}
36	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-2/5-{920.0000000, 1140.0000000}
37	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-3/5-{1140.0000000, 1360.0000000}
38	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-4/5-{1360.0000000, 1580.0000000}
39	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-5/5-{1580.0000000, 1800.0000000}
40	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-1/5-{46.0000000, 54.8000000}
41	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-2/5-{54.8000000, 63.6000000}
42	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-3/5-{63.6000000, 72.4000000}
43	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-4/5-{72.4000000, 81.2000000}
44	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-5/5-{81.2000000, 90.0000000}
45	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-1/5-{105.0000000, 114.4000000}
46	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-2/5-{114.4000000, 123.8000000}
47	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-3/5-{123.8000000, 133.2000000}
48	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-4/5-{133.2000000, 142.6000000}
49	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-5/5-{142.6000000, 152.0000000}
50	ВЫПУЩЕНО, ШТ-1/5-{4.0000000, 4403.2000000}
51	ВЫПУЩЕНО, ШТ-2/5-{4403.2000000, 8802.4000000}
52	ВЫПУЩЕНО, ШТ-3/5-{8802.4000000, 13201.6000000}
53	ВЫПУЩЕНО, ШТ-4/5-{13201.6000000, 17600.8000000}
54	ВЫПУЩЕНО, ШТ-5/5-{17600.8000000, 22000.0000000}
55	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-Да
56	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-Нет
57	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-Да
58	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-Нет
59	ВОЗМОЖНОСТЬ СРЕЛЬБЫ ПТУР-Да
60	ВОЗМОЖНОСТЬ СРЕЛЬБЫ ПТУР-Нет
61	ТИП ПУШКИ-Гладкоствольная
62	ТИП ПУШКИ-Нарезная

Таблица 6 – Обучающая выборка

1	NAME OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
2	T-64A	27	8	15	20	25	30	35	41	47	52	55	58	59	61
3	T-72	29	8	15	20	25	31	35	40	47	50	55	58	60	61
4	Leopard I	12	2	15	20	29	30	35	41	45	51	56	58	60	62
5	Chieftain	6	1	15	23	29	30	35	40	46	50	56	58	60	62
6	M60	16	9	15	21	29	30	35	40	45	53	56	58	60	62
7	Merkava Mk. I	17	3	15	24	29	31	35	40	45	50	56	58	60	62
8	ZTZ-88	23	6	15	20	29	32	35	41	45	50	56	58	60	62
9	Type 74	21	14	15	20	29	31	35	40	45	50	56	58	60	62
10	Altay	1	10	17	24	29	34	38	42	46	50	56	58	60	61
11	AMX-56 Leclerc	2	12	17	23	25	32	38	42	46	50	55	57	60	61
12	K1	7	13	17	22	29	32	37	42	45	50	56	58	60	62
13	K2 Black Panther	8	13	17	23	25	34	38	43	46	50	55	57	59	61
14	M1 Abrams	13	9	17	24	29	31	38	42	45	50	56	58	60	62
15	M1A1 Abrams	14	9	17	24	29	32	38	42	46	51	56	58	59	61
16	M1A2 Abrams	15	9	17	24	29	32	38	42	46	50	56	57	59	61
17	Arjun	3	4	17	23	29	34	38	42	46	50	56	57	59	62
18	C1 Ariete	4	5	17	22	29	32	37	42	46	50	56	57	60	61
19	Leopard 2A4	9	2	17	23	29	32	38	42	46	50	56	57	59	61
20	Leopard 2A5	10	2	17	24	29	33	38	42	46	50	56	57	59	61
21	Leopard 2A6	11	2	17	24	29	34	38	42	46	50	56	57	59	61
22	Merkava Mk. IV	18	3	17	24	29	33	38	42	46	50	56	57	59	61
23	Type 10	20	14	17	21	25	34	37	42	46	50	55	58	59	61
24	Type 90	22	14	17	22	25	32	38	42	46	50	55	58	60	61
25	T-84БМ "Оплот"	33	11	17	22	25	34	37	42	47	50	55	57	59	61
26	Seon'gun-915	19	7	17	21	25	34	37	42	47	50	55	57	59	61
27	ZTZ-96	24	6	17	20	25	33	36	42	47	50	55	57	59	61
28	ZTZ-99	25	6	17	22	25	33	38	43	47	50	55	57	59	61
29	T-64Б	28	8	17	20	25	31	35	41	47	50	55	57	59	61
30	T-72Б	30	8	17	21	25	32	35	41	47	54	55	57	59	61
31	T-72Б3	31	8	17	21	25	34	36	42	47	50	55	57	59	61
32	T-80У	32	8	17	21	25	32	37	42	47	51	55	57	59	61
33	T-90А	34	8	17	21	25	33	36	42	47	50	55	57	59	61
34	T-90М	35	8	17	21	25	34	36	42	47	50	55	57	59	61
35	Challenger 2	5	1	17	24	29	33	37	41	46	50	56	57	60	62
36	T-14 "Армата"	26	8	19	23	25	34	39	44	49	50	55	57	59	61

Обучающая выборка (таблица 6), по сути, представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (таблица 3), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 4 и 5).

Таким образом, созданы все необходимые и достаточные условия для выполнения следующего этапа АСК-анализа: т.е. для синтеза и верификации моделей.

Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной из них для решения задач

Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей (СК-моделей) осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунки 4). Сами эти модели описаны в ряде работ [1-8].

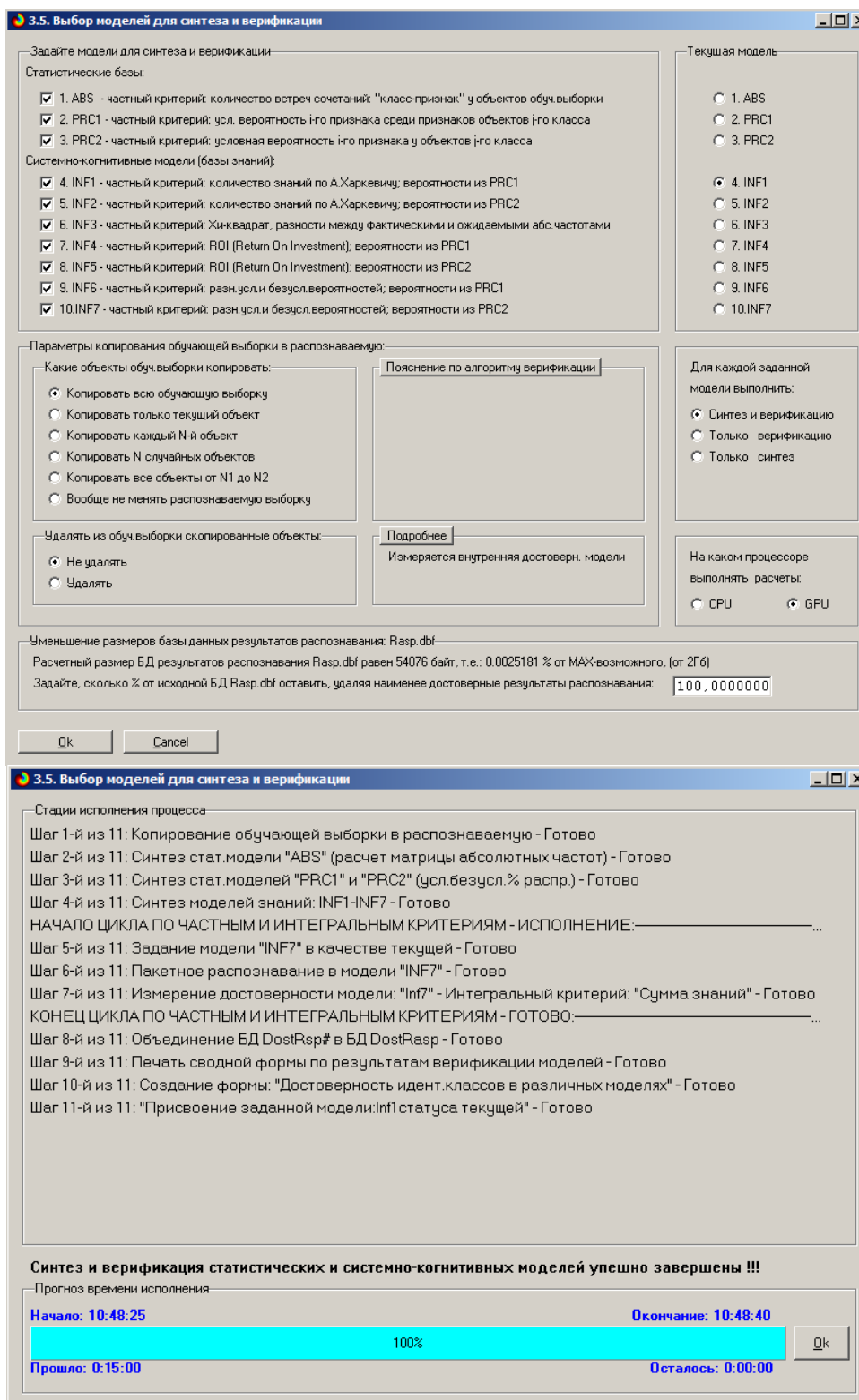


Рисунок 4. Экранная форма режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Обратим внимание на то, что на рисунке 4 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессоре (GPU)».

Из рисунка 4 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 15 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации

моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможной обработку больших объемов исходных данных за разумное время. В процесс синтеза и верификации моделей осуществляется также расчет 10 выходных форм, на что уходит более 99% времени исполнения.

Фрагменты самих созданных статистических и системно-когнитивных моделей (СК-модели) приведены на рисунках 5, 6, 7:

Код строки	Наименование описательной модели и строки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		НАЗВАНИЕ АЛТАЙ	НАЗВАНИЕ АМ-55 LECLERC	НАЗВАНИЕ АЖУН	НАЗВАНИЕ АРТЕТЕ	НАЗВАНИЕ CHALLENGER 2	НАЗВАНИЕ CHEETAH	НАЗВАНИЕ КТ	НАЗВАНИЕ К2 BLACK PANTHER	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A4	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A5	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A6	НАЗВАНИЕ LEOPARD 1
1	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Великобритания						1	1					
2	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Германия												
3	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Израиль				1					1	1	1	1
4	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Италия					1							
5	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Италия						1						
6	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Китай												
7	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: КНДР												
8	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: СССР/Россия												
9	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: США												
10	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Турция	1											
11	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Украина												
12	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Франция		1										
13	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Флора Гаере							1	1				
14	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Япония						1						
15	ПОКОЛЕНИЕ: 1-5 (1: 4000000, 2: 4000000)												1
16	ПОКОЛЕНИЕ: 0-5 (1: 4000000, 2: 4000000)												
17	ПОКОЛЕНИЕ: 3-5 (1: 8000000, 2: 2000000)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	ПОКОЛЕНИЕ: 4-5 (1: 2000000, 2: 2000000)												
19	ПОКОЛЕНИЕ: 5-5 (1: 8000000, 2: 8000000)												
20	БОЕВАЯ МАССА: 1-1,5 (36 000000, 43 4000000)												1
21	БОЕВАЯ МАССА: 1-2,5 (43 4000000, 48 8000000)												
22	БОЕВАЯ МАССА: 1-3,5 (48 8000000, 54 2000000)												
23	БОЕВАЯ МАССА: 1-4,5 (54 2000000, 59 6000000)			1	1			1	1	1	1		

Рисунок 5. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

Код строки	Наименование описательной модели и строки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		НАЗВАНИЕ АЛТАЙ	НАЗВАНИЕ АМ-55 LECLERC	НАЗВАНИЕ АЖУН	НАЗВАНИЕ АРТЕТЕ	НАЗВАНИЕ CHALLENGER 2	НАЗВАНИЕ CHEETAH	НАЗВАНИЕ КТ	НАЗВАНИЕ К2 BLACK PANTHER	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A4	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A5	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A6	НАЗВАНИЕ LEOPARD 1
1	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Великобритания					2,399	2,399						
2	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Германия												
3	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Израиль				2,950					1,616	1,616	1,616	1,616
4	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Италия												
5	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Италия					2,950							
6	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Китай												
7	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: КНДР												
8	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: СССР/Россия												
9	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: США												
10	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Турция	2,950											
11	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Украина												
12	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Франция		2,950										
13	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Флора Гаере							2,399	2,399				
14	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Япония												
15	ПОКОЛЕНИЕ: 1-5 (1: 4000000, 2: 4000000)							1,231					
16	ПОКОЛЕНИЕ: 2-5 (1: 4000000, 2: 4000000)												
17	ПОКОЛЕНИЕ: 3-5 (1: 8000000, 2: 2000000)	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249	0,249
18	ПОКОЛЕНИЕ: 4-5 (1: 2000000, 2: 2000000)												
19	ПОКОЛЕНИЕ: 5-5 (1: 8000000, 2: 8000000)												
20	БОЕВАЯ МАССА: 1-1,5 (36 000000, 43 4000000)												
21	БОЕВАЯ МАССА: 1-2,5 (43 4000000, 48 8000000)												
22	БОЕВАЯ МАССА: 1-3,5 (48 8000000, 54 2000000)												
23	БОЕВАЯ МАССА: 1-4,5 (54 2000000, 59 6000000)			1,470	1,470			1,470	1,631	1,470	1,470		

Рисунок 6. Матрица информативностей INF1 (фрагмент)

Код строки	Наименование описательной модели и строки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		НАЗВАНИЕ АЛТАЙ	НАЗВАНИЕ АМ-55 LECLERC	НАЗВАНИЕ АЖУН	НАЗВАНИЕ АРТЕТЕ	НАЗВАНИЕ CHALLENGER 2	НАЗВАНИЕ CHEETAH	НАЗВАНИЕ КТ	НАЗВАНИЕ К2 BLACK PANTHER	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A4	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A5	НАЗВАНИЕ LEOPARD 3A6	НАЗВАНИЕ LEOPARD 1
1	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Великобритания	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	0,943	0,943	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097
2	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Германия	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114
3	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Израиль	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097	-0,097
4	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Италия	-0,029	-0,029	0,971	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
5	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Италия	-0,029	-0,029	0,971	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
6	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Китай	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096
7	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: КНДР	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
8	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: СССР/Россия	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297	-0,297
9	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: США	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114	-0,114
10	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Турция	0,971	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
11	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Украина	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
12	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Франция	-0,029	0,971	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	0,943	0,943	-0,097	-0,097	-0,097
13	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Флора Гаере	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096	-0,096
14	СТРАНА РАЗВЕДОТЧИК: Япония	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	0,771	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229
15	ПОКОЛЕНИЕ: 1-5 (1: 4000000, 2: 4000000)												
16	ПОКОЛЕНИЕ: 2-5 (1: 4000000, 2: 4000000)												
17	ПОКОЛЕНИЕ: 3-5 (1: 8000000, 2: 2000000)	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	-0,743	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297	0,297
18	ПОКОЛЕНИЕ: 4-5 (1: 2000000, 2: 2000000)												
19	ПОКОЛЕНИЕ: 5-5 (1: 8000000, 2: 8000000)	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029	-0,029
20	БОЕВАЯ МАССА: 1-1,5 (36 000000, 43 4000000)	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200	-0,200
21	БОЕВАЯ МАССА: 1-2,5 (43 4000000, 48 8000000)	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229	-0,229
22	БОЕВАЯ МАССА: 1-3,5 (48 8000000, 54 2000000)	-0,143	-0,143	-0,143	0,997	-0,143	-0,143	0,997	-0,143	-0,143	-0,143	-0,143	-0,143
23	БОЕВАЯ МАССА: 1-4,5 (54 2000000, 59 6000000)	-0,171	0,429	0,429	-0,171	-0,171	-0,171	0,429	-0,171	0,429	-0,171	-0,171	-0,171

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных названий танков рассматривается с одной единственной точки зрения: какое **количество информации** содержится в них о том, какими будут их технические характеристики [2]. Поэтому не играет никакой роли в каком виде представлены те или иные названия танков, а также в каких единицах измерения даются их технические характеристики [2]. Это и есть решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос», отличающее их от других интеллектуальных технологий.

Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергера, а также по критериям L1- L2-мерам проф.Е.В.Луценко, смягчающие и преодолевающие недостатки F-меры [3]. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 8).

3.4. Обобщенная форма по достов.моделям при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего логических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергера	Сумма модулей уровней схожести истинно-положительных решений (ST)	Сумма модулей уровней схожести истинно-отрицательных решений (ST)	Сумма модулей уровней схожести ложно-положительных решений (SFP)	Сумма модулей уровней схожести ложно-отрицательных решений (SFN)
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "1/клас...	Корреляция абс частот с обр...	35	35	218	972		0,035	1,000	0,067	35,000	32,336	330,392	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "1/клас...	Сумма абс частот по признак...	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	35,000		485,077	
2. FRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	35	35	218	972		0,035	1,000	0,067	35,000	32,336	330,392	
2. FRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по призна...	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	35,000		485,077	
3. FRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	35	35	218	972		0,035	1,000	0,067	35,000	32,336	330,392	
3. FRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по призна...	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	35,000		485,077	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	35	35	503	687		0,048	1,000	0,092	30,468	58,577	134,387	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма знаний	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	22,477		197,341	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	35	35	503	687		0,048	1,000	0,092	30,468	58,577	134,387	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма знаний	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	22,477		197,341	
6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между фактик...	Семантический резонанс зна...	35	35	649	541		0,061	1,000	0,115	34,382	174,813	155,285	
6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между фактик...	Сумма знаний	35	35	649	541		0,061	1,000	0,115	27,437	147,533	120,096	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Семантический резонанс зна...	35	35	810	380		0,084	1,000	0,156	25,428	88,128	62,050	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Сумма знаний	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	10,015		50,965	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Семантический резонанс зна...	35	35	810	380		0,084	1,000	0,156	25,428	88,128	62,050	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Сумма знаний	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	10,015		50,965	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	35	35	366	824		0,041	1,000	0,078	32,927	47,601	207,637	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	27,437		296,120	
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	35	35	366	824		0,041	1,000	0,078	32,927	47,601	207,637	
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	35	35	32	1158		0,029	1,000	0,057	27,437		296,120	

Помощь по меран достоверности | Помощь по частным распределениям | TP,TN,FP,FN | (TP-FP)/(TN-FN) | (T-FU)/(T+FU)100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 8. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко [3]

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергера наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Резонанс знаний» ($F=0,841$ при максимуме 1,000), что неплохо, а по критерию L1 проф.Е.В.Луценко [3] наиболее достоверной также является СК-модель INF3, но с интегральным критерием «Сумма знаний» ($L1=0,951$ при максимуме 1,000), что является очень хорошим результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели сильной причинно-следственной зависимости между

названиями танков и их различными техническими характеристиками.

На рисунке 9 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам прогнозирования результатов сравнения танков на основе их названий в СК-модели INF3 по данным обучающей выборки:

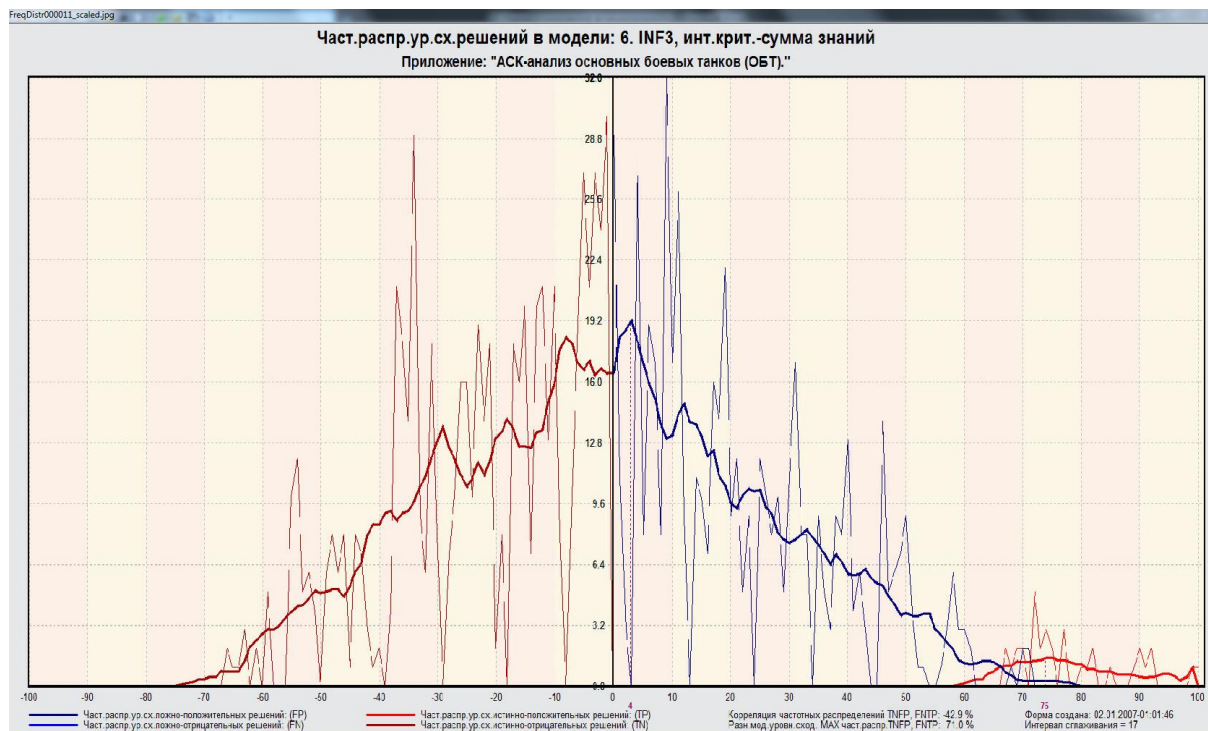


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

Рисунок 9 содержит изображения двух частотных распределений, похожих на нормальные, сдвинутых относительно друг друга по фазе.

Левое распределение, большее по амплитуде включает истинно-отрицательные и ложно-положительные решения, а правое, меньшее по амплитуде, включает ложные отрицательные и истинно-положительные решения.

Сдвиг этих распределений относительно друг друга и другие различия между ними и позволяют решать задачу прогнозирования и другие задачи.

Видно, что для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений, причем при уровнях различия больше примерно 12% ложные отрицательные решения вообще отсутствуют.

Видно также, что для положительных решений картина более сложная и включает 3 диапазона уровней сходства

- 1) при уровнях сходства от 0% до примерно 20% количество ложных решений больше числа истинных;
- 2) при уровнях сходства от 20% до примерно 42% есть и истинные и ложные положительные решения, но число истинных больше числа ложных и их доля возрастает при увеличении уровня сходства;
- 3) при уровнях сходства выше 42% встречаются только истинные положительные решения.

На рисунке 10 приведен Help по режиму 3.4, в котором описаны меры достоверности моделей, применяемые в системе «Эйдос»:

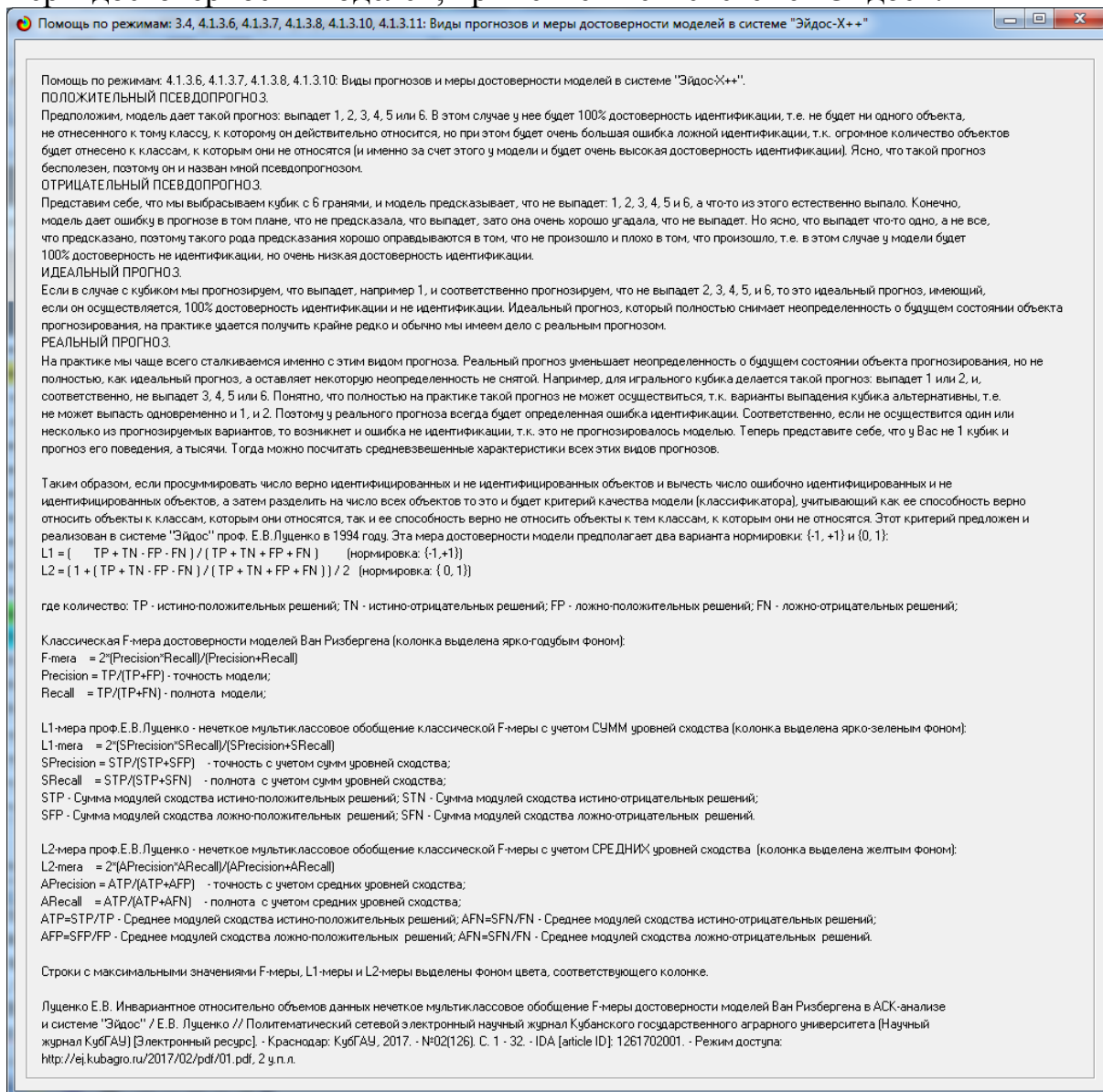


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко [3]

Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 1), присвоим СК-модели INF3 статус текущей модели. Для это запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 11):

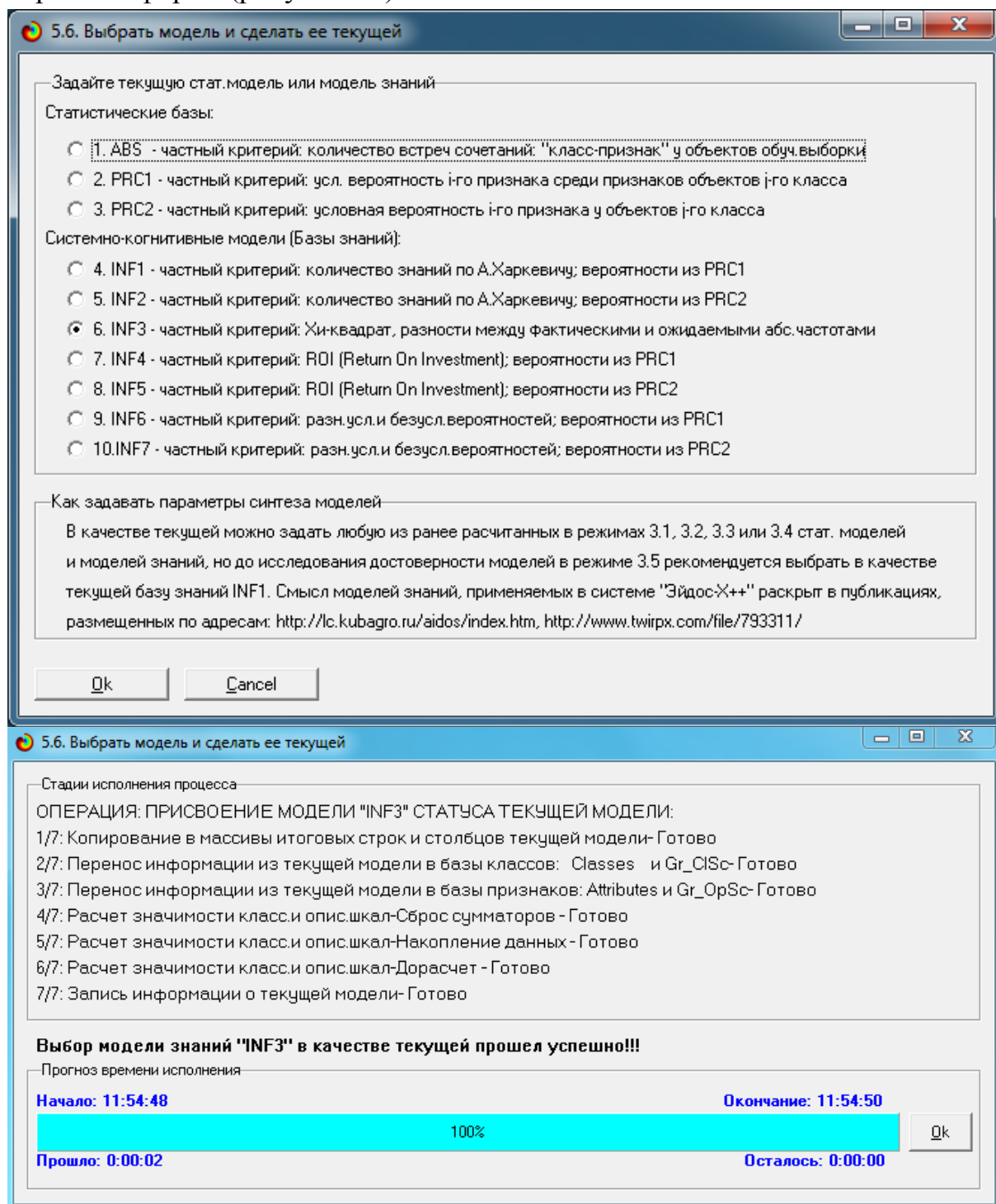


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной по L2-критерию СК-модели Inf3 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)

Решим задачу прогнозирования результатов сравнения танков на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU. Для этого запустим режим 4.1.2 (рисунок 12).

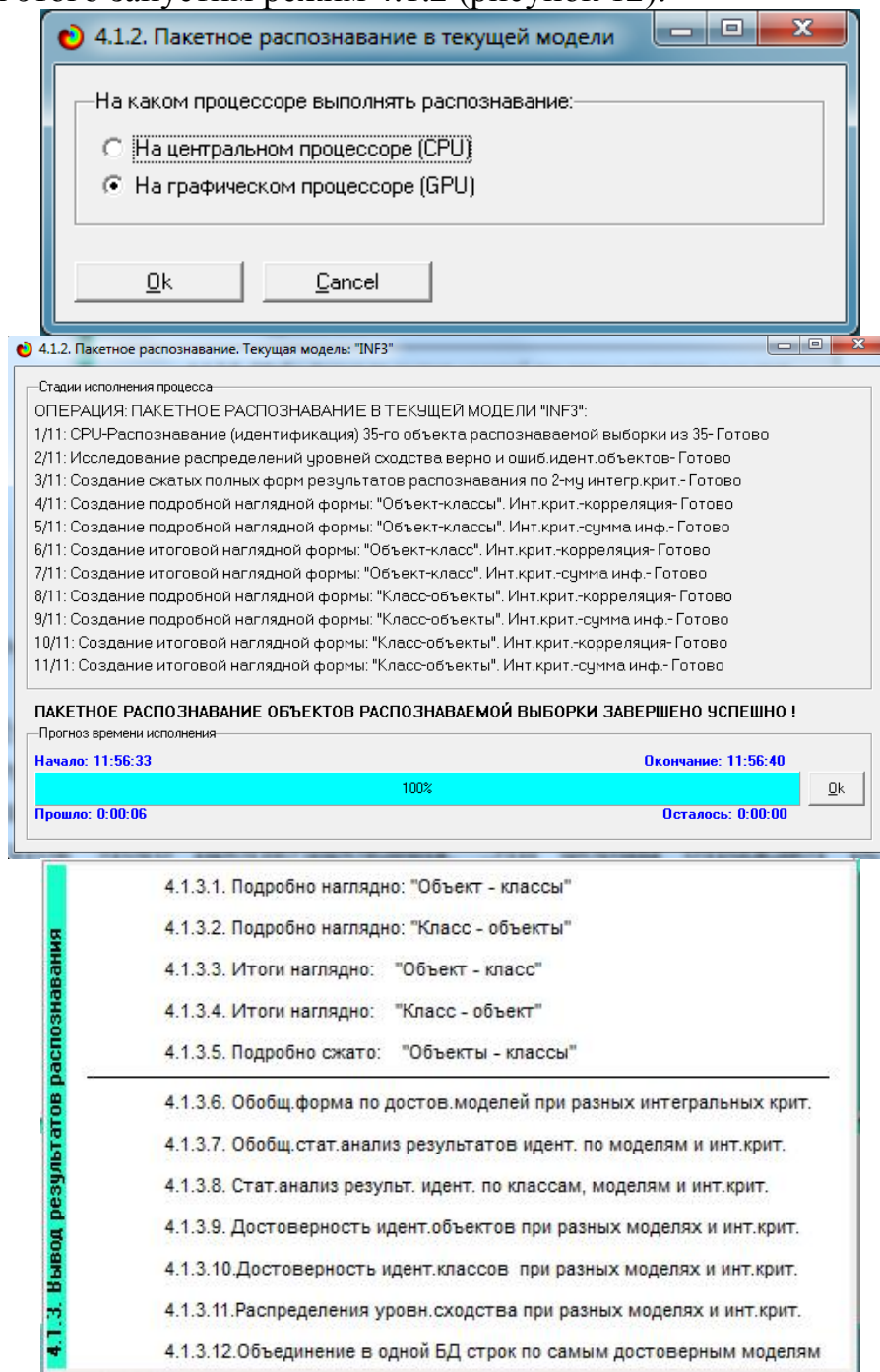


Рисунок 12. Экранные формы отображения процесса решения задачи прогнозирования в текущей модели

Из рисунка 11 видно, что прогнозирование заняло 6 секунд.

Отметим, что 99,999% этого времени заняло не само прогнозирование на GPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этого прогнозирования. Эти формы отражают результаты прогнозирования в различных разрезах и обобщениях:

Приведем две из этих 10 форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 13).

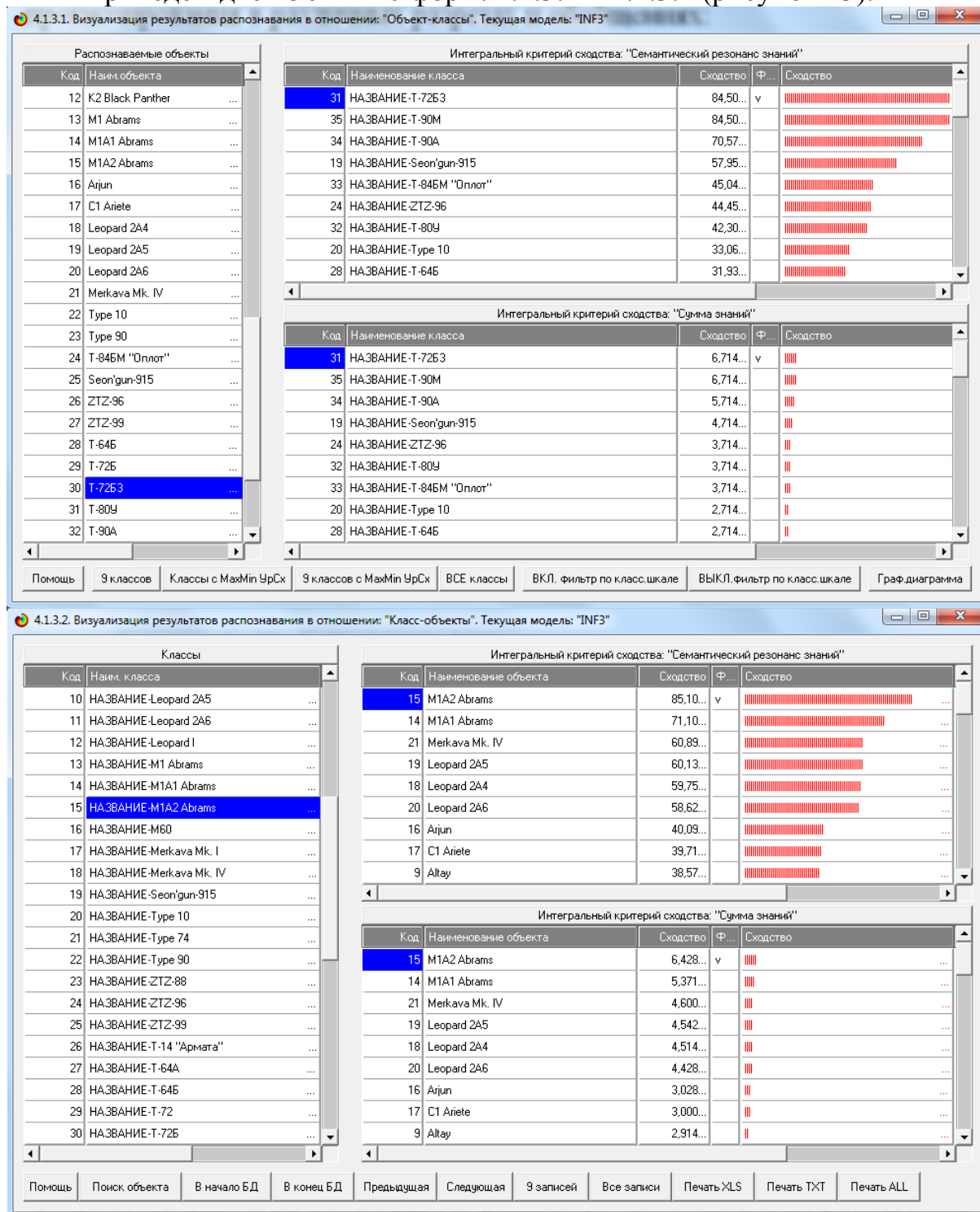


Рисунок 13. Выходные формы по результатам прогнозирования схожести технических характеристик основных боевых танков на основе их названий

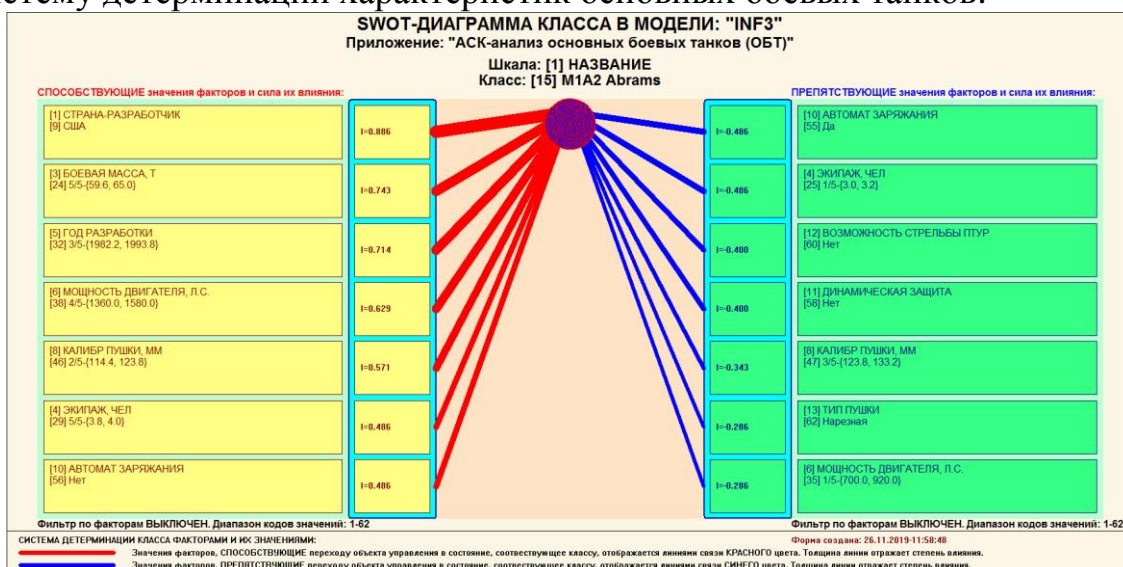
Символ «√» стоит против тех результатов прогнозирования, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты прогнозирования являются очень хорошими, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства выше 20%, т.е. по сути прогнозы с более низки уровнем сходства надо просто игнорировать.

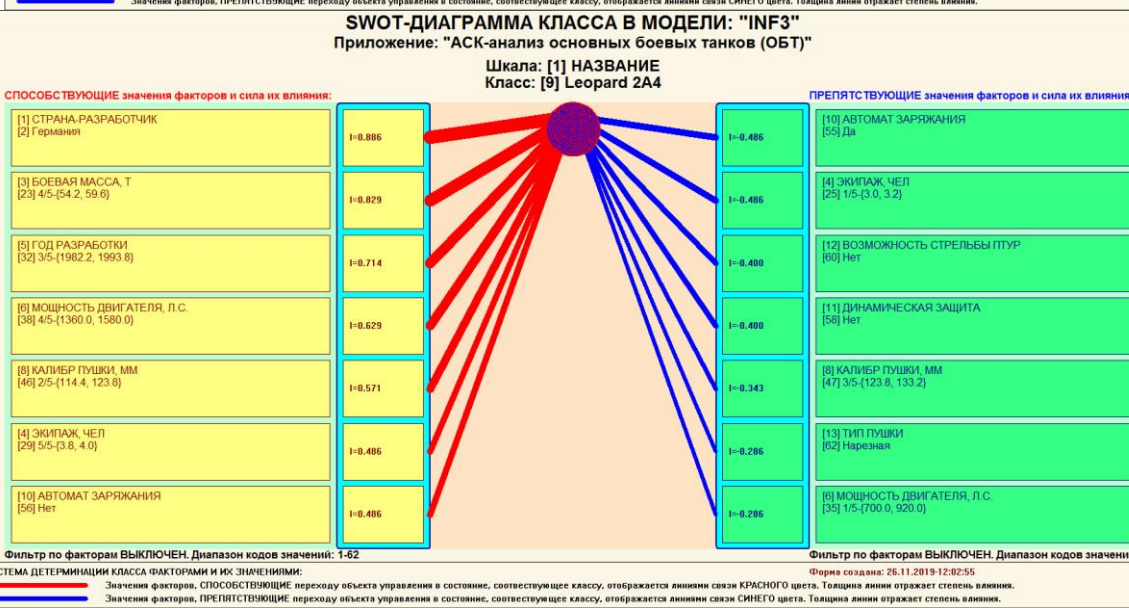
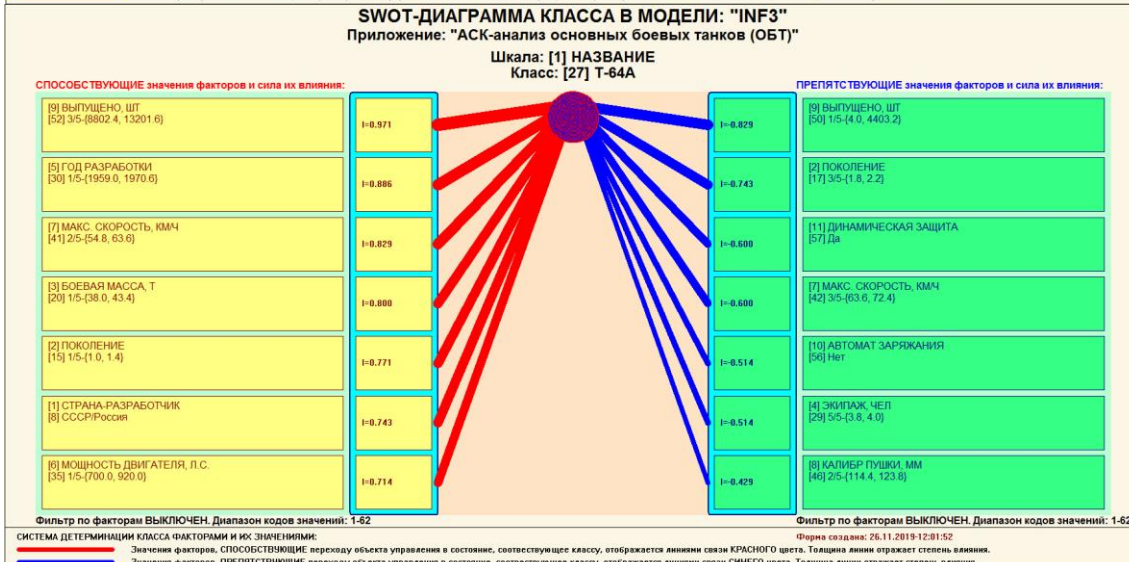
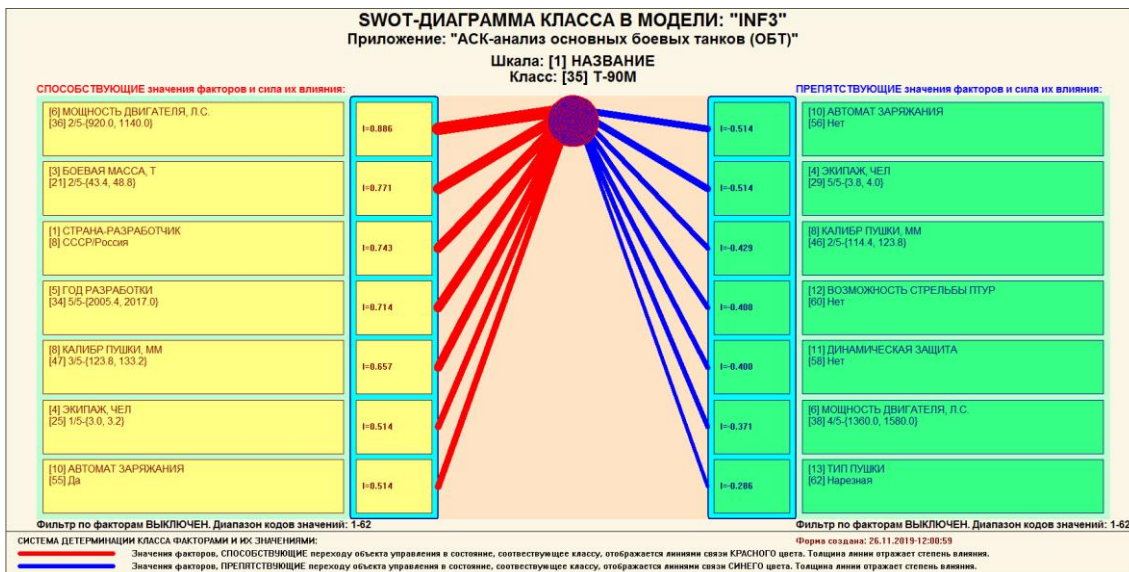
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

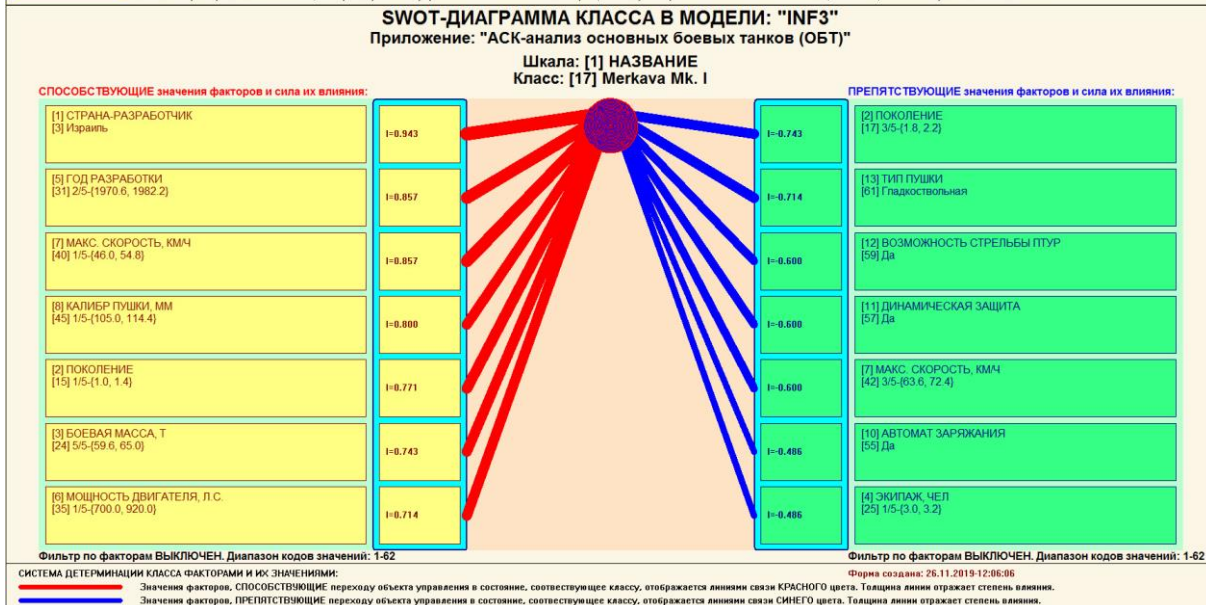
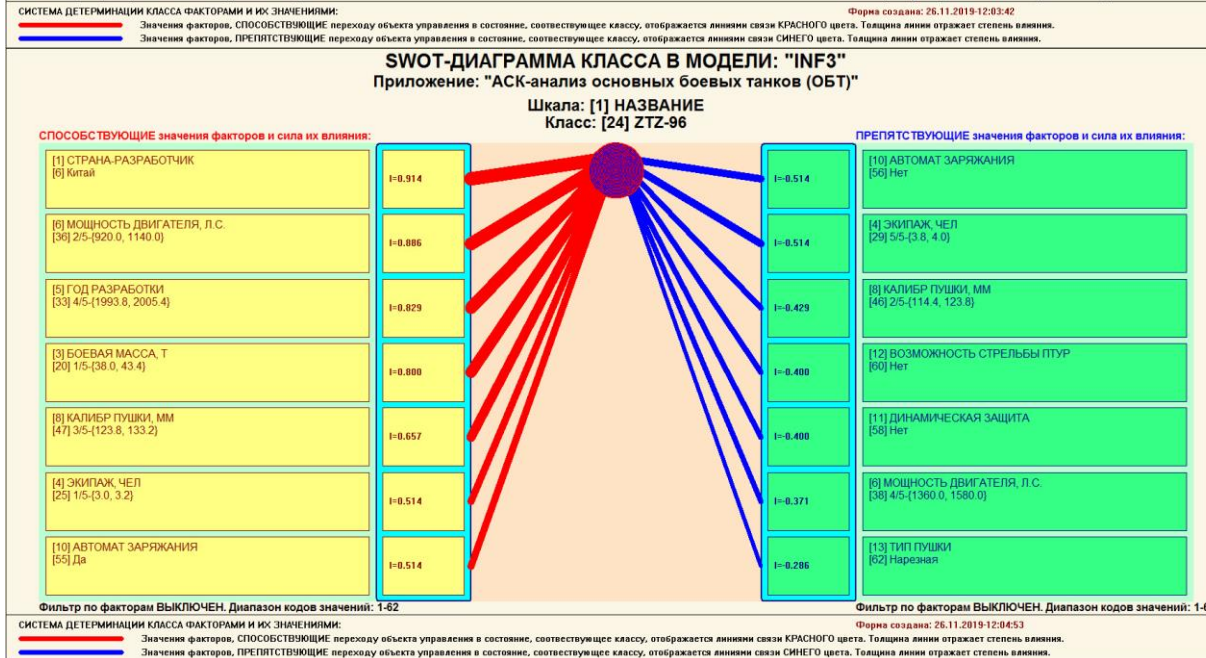
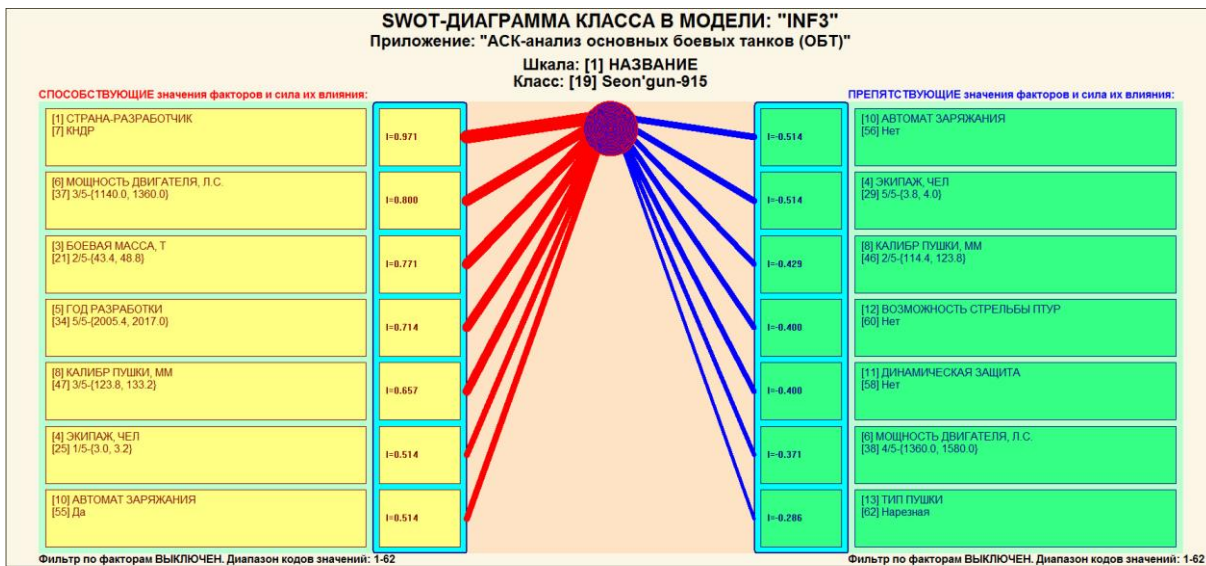
При принятии решений определяется сила и направление влияния факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути это решение задачи SWOT-анализа [4].

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния названий основных боевых танков на различные технические характеристики.

В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом *выявляется система детерминации заданного класса*, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу. На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы, отражающие систему детерминации характеристик основных боевых танков.







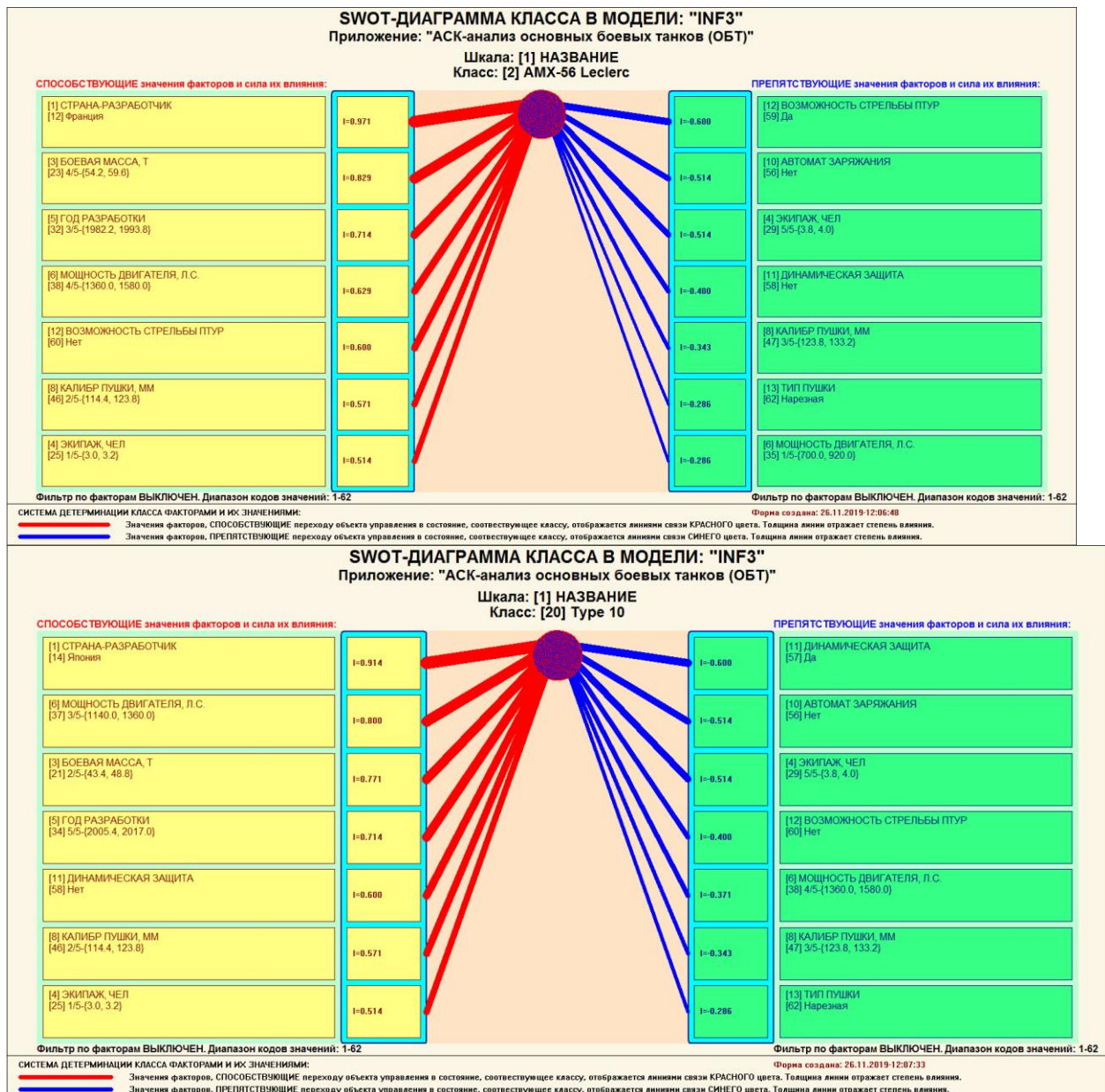




Рисунок 14. SWOT-диаграммы, отражающие силу и направление влияния названий основных боевых танков на их технические характеристики и прочие данные

Эти диаграммы наглядно показывают, каким основным боевым танкам с какой силой характерны те или иные технические характеристики и прочие особенности.

Информация о системе значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, может быть приведена не только в диаграммах, показанных на рисунках 14, но и во многих других табличных и графических формах, которые в данной работе не приводятся только из-за ограниченности ее объема. В частности в этих формах может быть выведена значительно более полная информация (в т.ч. вообще вся

имеющая в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000003\System\SWOTClS####Inf3.DBF, где: «####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

Отметим также, что система «Эйдос» обеспечивала решение этой *всегда*, т.е. даже в самых ранних DOS-версиях и в реализациях системы «Эйдос» на других языках и типах компьютеров. Например, первый акт внедрения системы «Эйдос», где об этом упоминается в явном виде, датируется 1987 годом, а первый подобный расчет относится к 1981 году.

<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н. А.А. Хагуров 1987г.</p> 	<p>УТВЕРЖДАЮ</p> <p>Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н. Э.М. Трахов 1987г.</p> 
А К Т	
<p>Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома"; - разработаны математическая модель и программное обеспечение подсистемы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М; - на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчеты по задаче в объеме: 	
<p>Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям. Выходная информация – 4 вида выходных форм объемом 90 листов формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:</p>	
<ul style="list-style-type: none"> - процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов; - распределение информативностей признаков (в битах) для распознавания социальных типов корреспондентов; - позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных типов на языке 212 признаков; - обобщенная характеристика информативности признаков для выбора такого минимального набора признаков, который содержит максимум информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет). 	
<p>Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.</p>	
<p>От ИСИ АН СССР:</p> <p>Мл.научный сотрудник <u>Кириченко М.М.</u> 19.05. 1987г.</p> <p>Мл.научный сотрудник <u>Ляшко Г.А.</u> 19.05. 1987г.</p>	<p>От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":</p> <p>Зав.отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4, к.э.н. <u>Самсонов Г.А.</u> 19.05. 1987г.</p> <p>Главный конструктор проекта <u>Коренец В.И.</u> 19.05. 87. 1987г.</p> <p>Главный конструктор проекта <u>Луценко Е.В.</u> 19.05. 87. 1987г.</p>

Но тогда SWOT-диаграммы назывались позитивным и негативным информационными портретами классов.

На рисунке 15 приведены примеры инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния названий основных боевых танков на их технические характеристики и прочие данные:

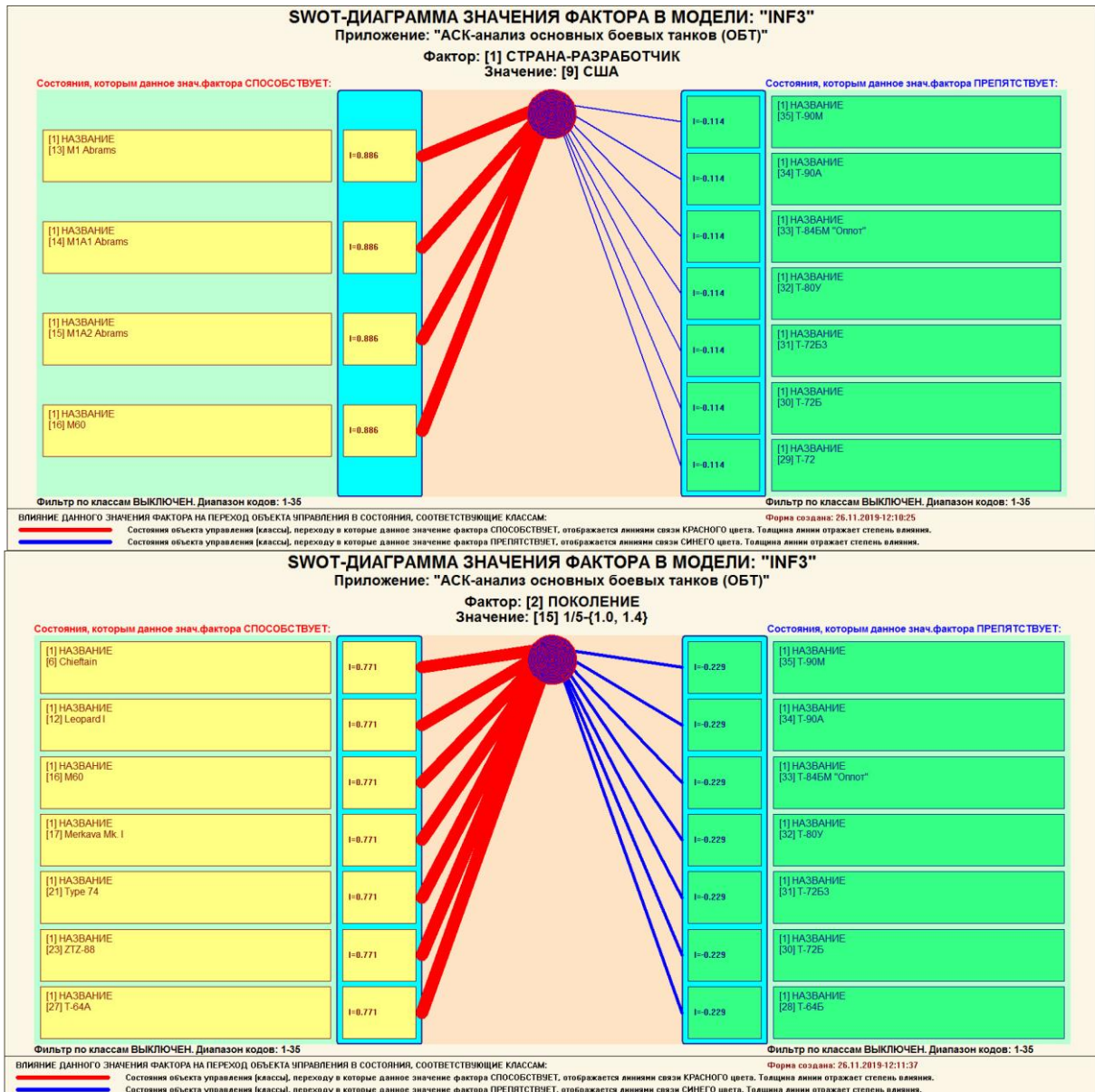


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния названий основных боевых танков на их технические характеристики и прочие данные

Из рисунка 15 видно, какие технические характеристики характерны тем или иным основным боевым танкам.

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне

справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых чаще всего является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже более 30 лет, но к сожалению она сравнительно малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос» [4, 9, 10].

Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

Если модель предметной области достоверна, то исследование модели можно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели корректно относить к самому объекту моделирования, «переносить на него».

В системе «Эйдос» есть довольно много возможностей для такого исследования, но в данной работе из-за ограничений на ее объем мы рассмотрим лишь результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты и когнитивные функции.

4.3.1. Когнитивные диаграммы классов

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2 (рисунок 16).

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны *количественные* оценки сходства/различия различных технических характеристик танков по обуславливающим их названиям танков, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 16. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 17.

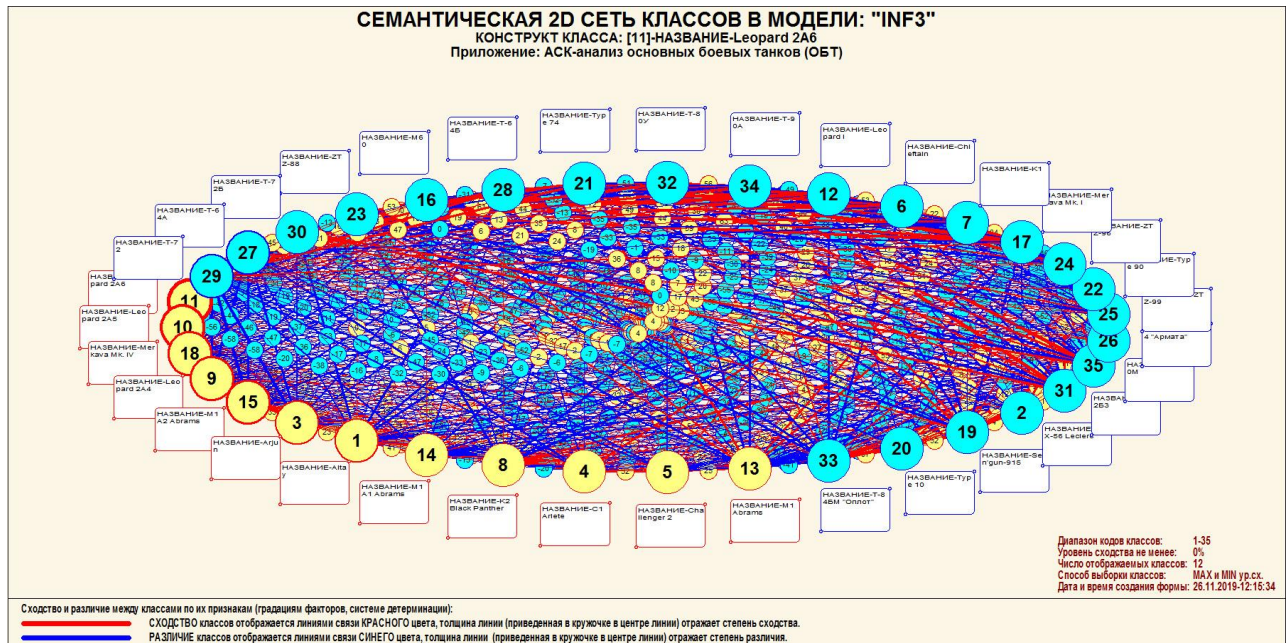


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходство/различие технических характеристик танков по системе детерминирующих (обуславливающих) их значений названий танков

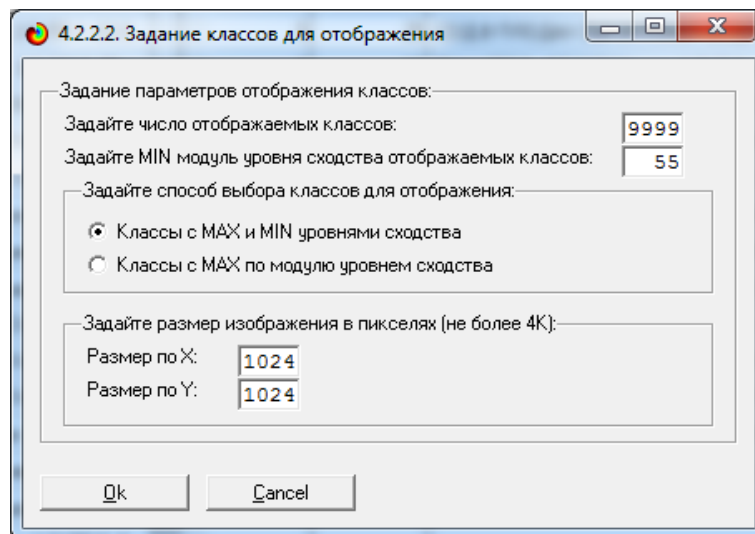


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, пример которой приведен на рисунке 16, но и в форме агломеративных дендрограмм, полученных в результате *когнитивной кластеризации* [5] (рисунок 18):

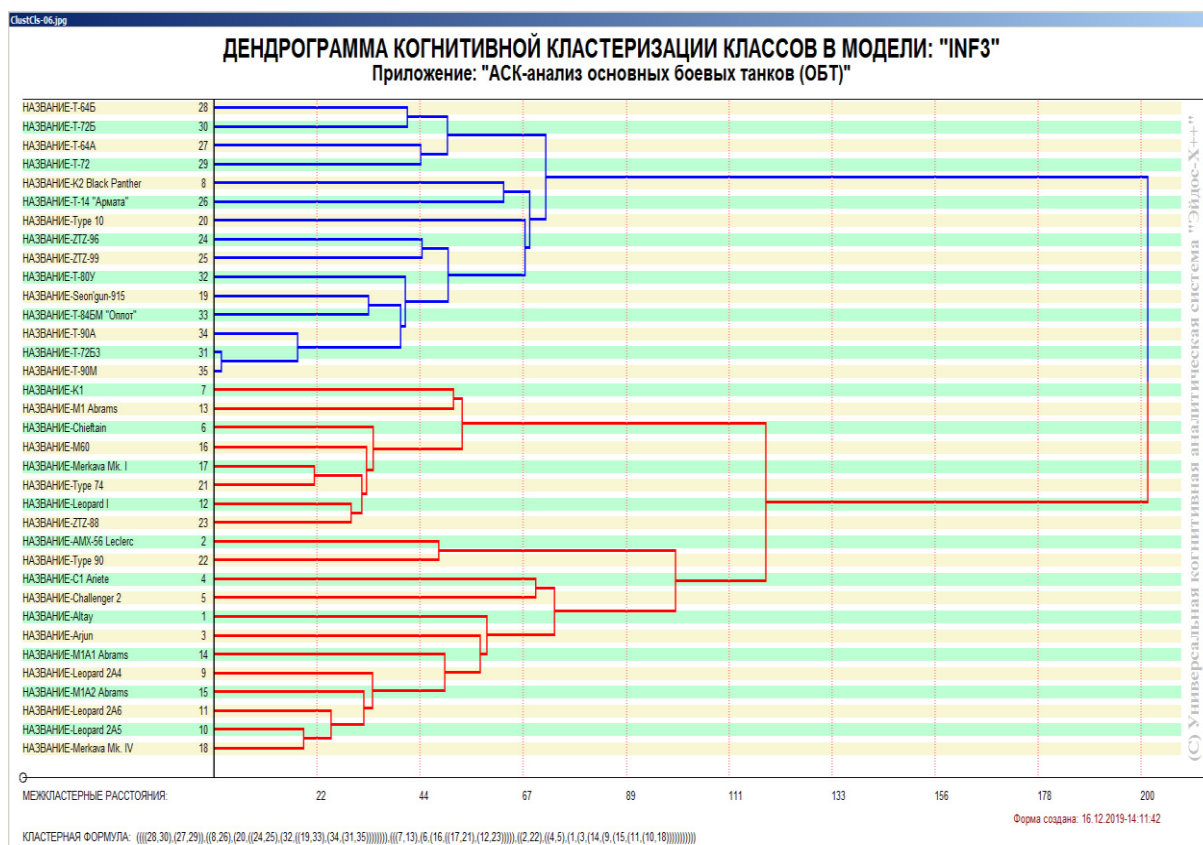


Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации классов, отражающая сходство/различие технических характеристик танков по системе детерминирующих (обуславливающих) их названий танков

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые технические характеристики основных боевых танков сходны по детерминирующей их системе названий, и, следовательно, корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по этой системе свойств сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. альтернативными и цель их одновременного достижения является некорректной и недостижимой, т.к. для достижения одного из альтернативных результатов необходимы одни характеристики, а для достижения другого – совершенно другие, которые не могут наблюдаться одновременно с первыми.

Из дендрограммы когнитивной агломеративной кластеризации классов, приведенной на рисунке 18, мы видим также, что все основные боевые танки образуют два противоположных кластера по системе значений обуславливающих их технических характеристик, являющихся полюсами конструкта. В верхнем кластере объединены результаты с низким сходством, а в нижнем – с высокими сходством. Отметим, что аналогичная картина наблюдается и в других областях.

На рисунке 19 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

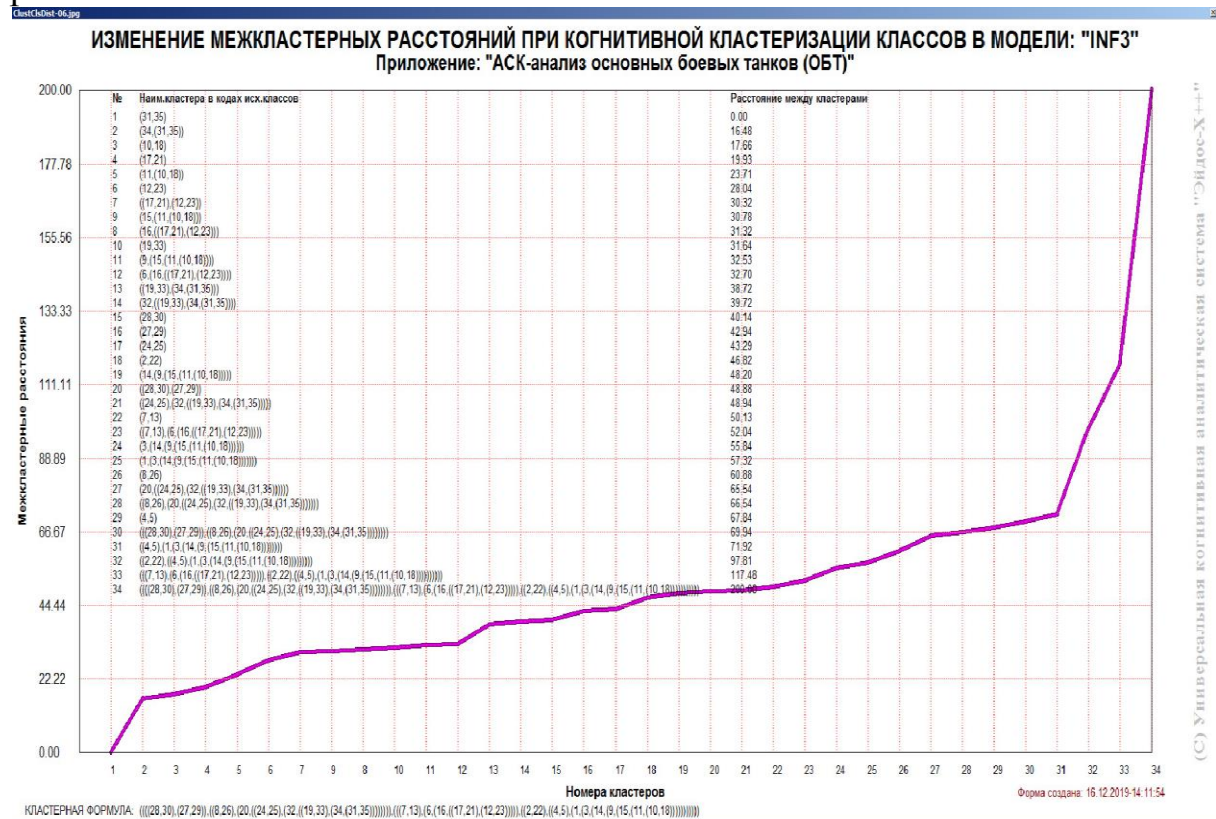


Рисунок 19. График изменения межкластерных расстояний

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений названий основных боевых танков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о технических характеристиках и прочих особенностях. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 20).

Из рисунка 20 видно, что все значения факторов образуют два крупных кластера, противоположных по их смыслу. Эти кластеры образуют полюса конструкта.

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 20, показаны *количественные* оценки сходства/различия значений факторов, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

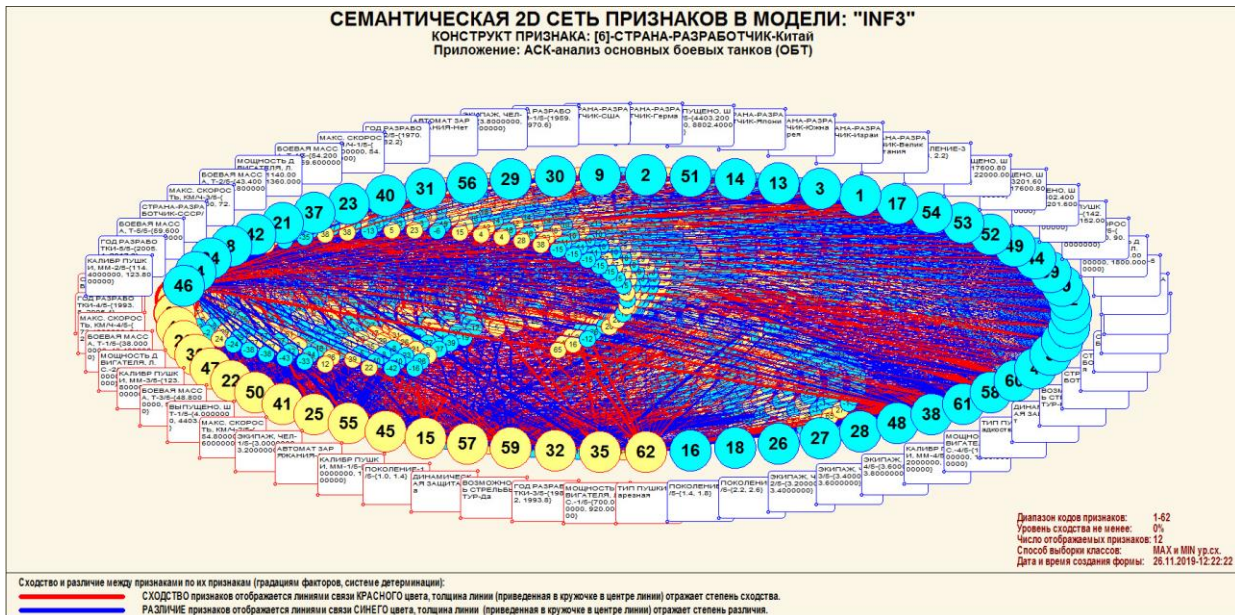


Рисунок 20. Когнитивная диаграмма и конструкт значений сходства/различия основных боевых танков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о технических характеристиках и прочих особенностях основных боевых танков

Диаграмма, приведенная на рисунке 20, получена при параметрах, приведенных на рисунке 21.

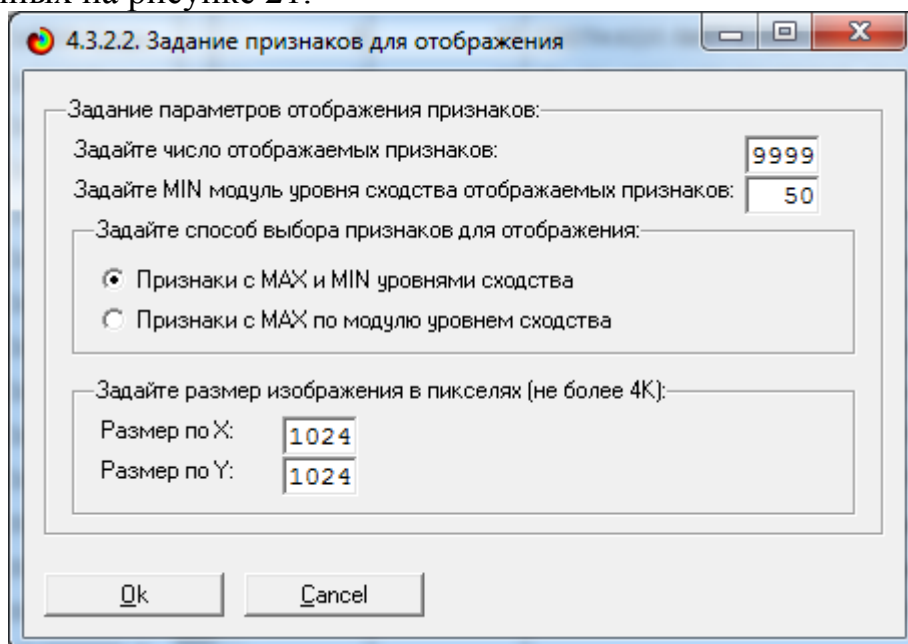


Рисунок 21. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 23

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 22 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по

их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 20.

**ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "АСК-анализ основных боевых танков (ОБТ)"**

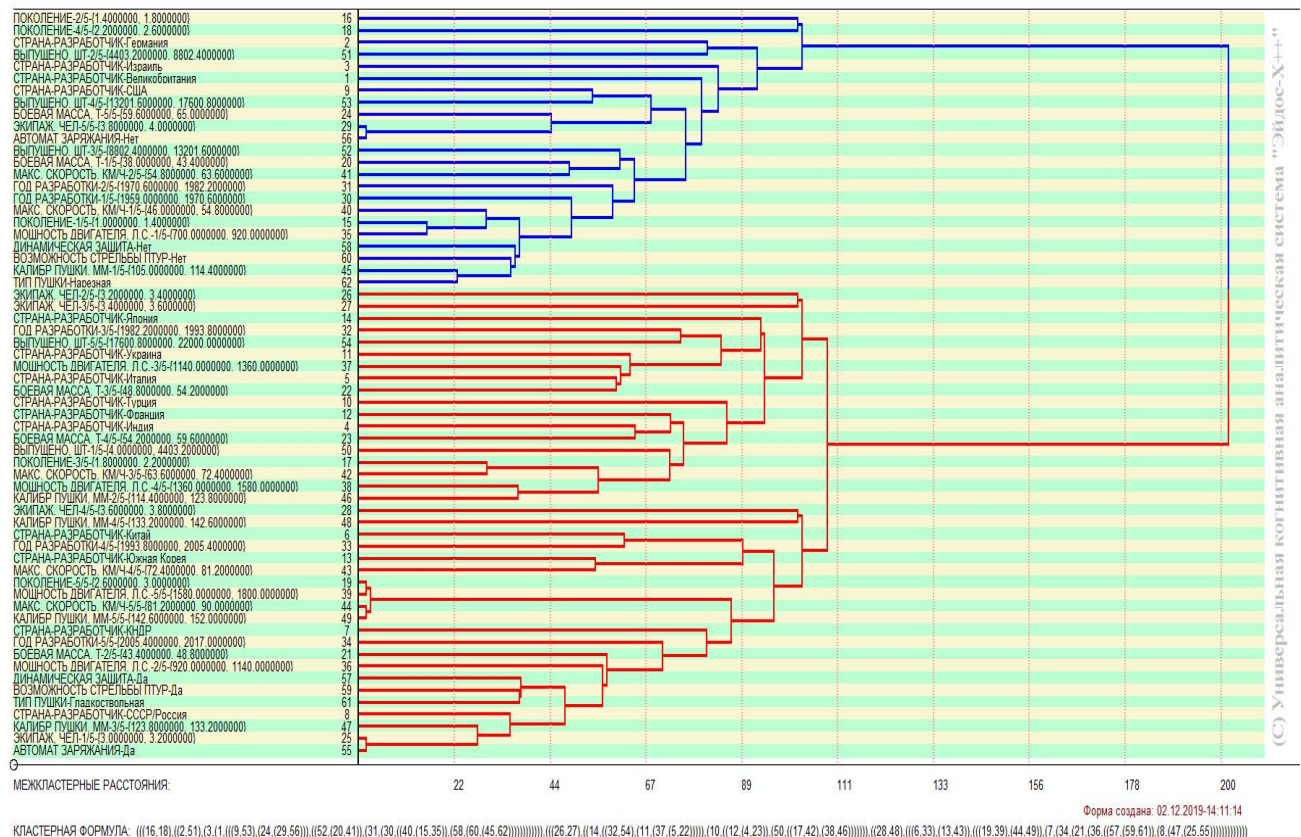


Рисунок 22. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации основных боевых танков по их смыслу, т.е. по сходству/различию содержащейся в них информации о технических характеристиках и прочих особенностях основных боевых танков

Из дендрограммы на рисунке 22 мы видим, что все значения факторов образуют 2 четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами).

Хорошо видна группировка основных боевых танков по детерминируемым ими техническим характеристикам и прочим особенностям. **Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 22) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 16 и 28).**

На рисунке 23 приведен график межкластерных расстояний значений основных боевых танков.

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "АСК-анализ основных боевых танков (ОБТ)"**

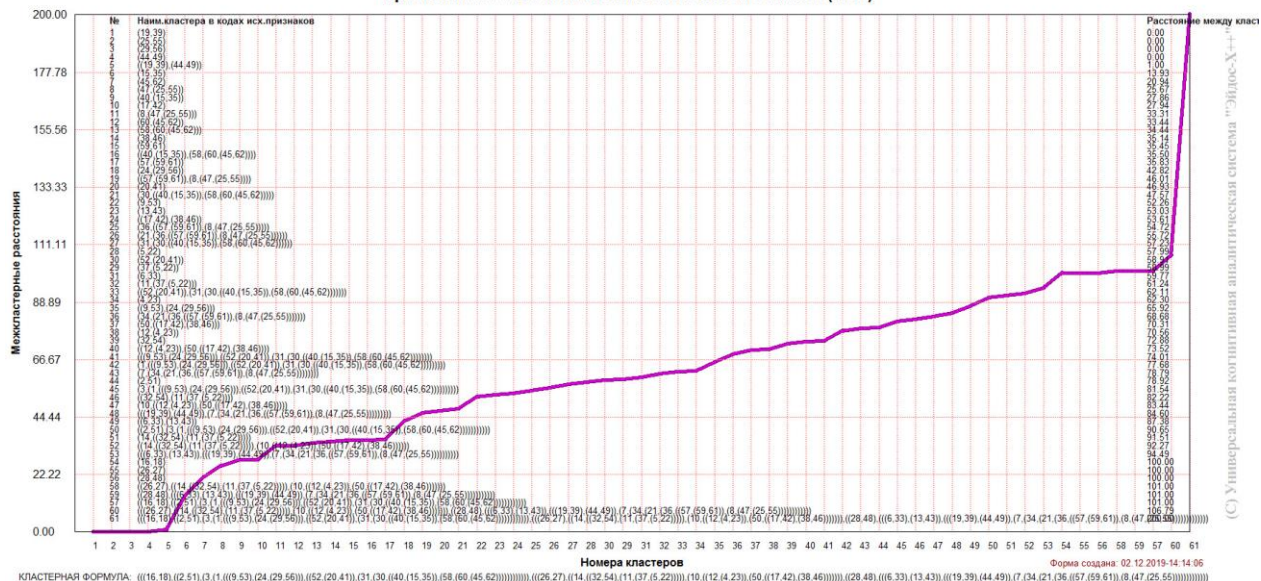


Рисунок 23. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 24 приведены пример нелокального нейрона, а на рисунке 25 и фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

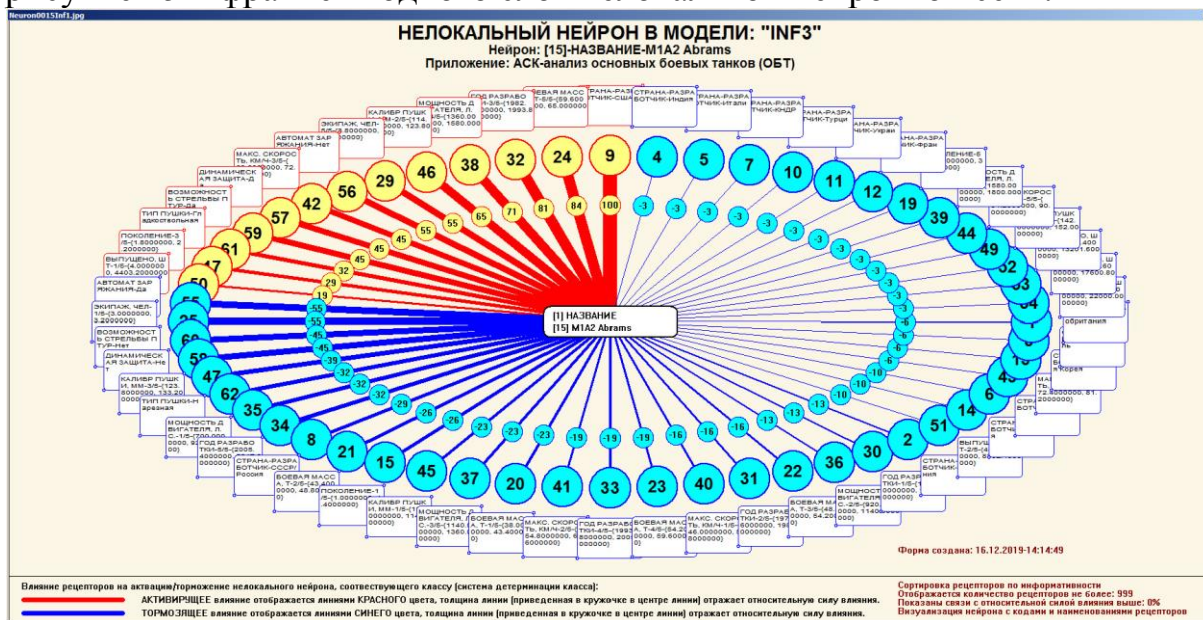


Рисунок 24. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния технических характеристик на основной боевой танк

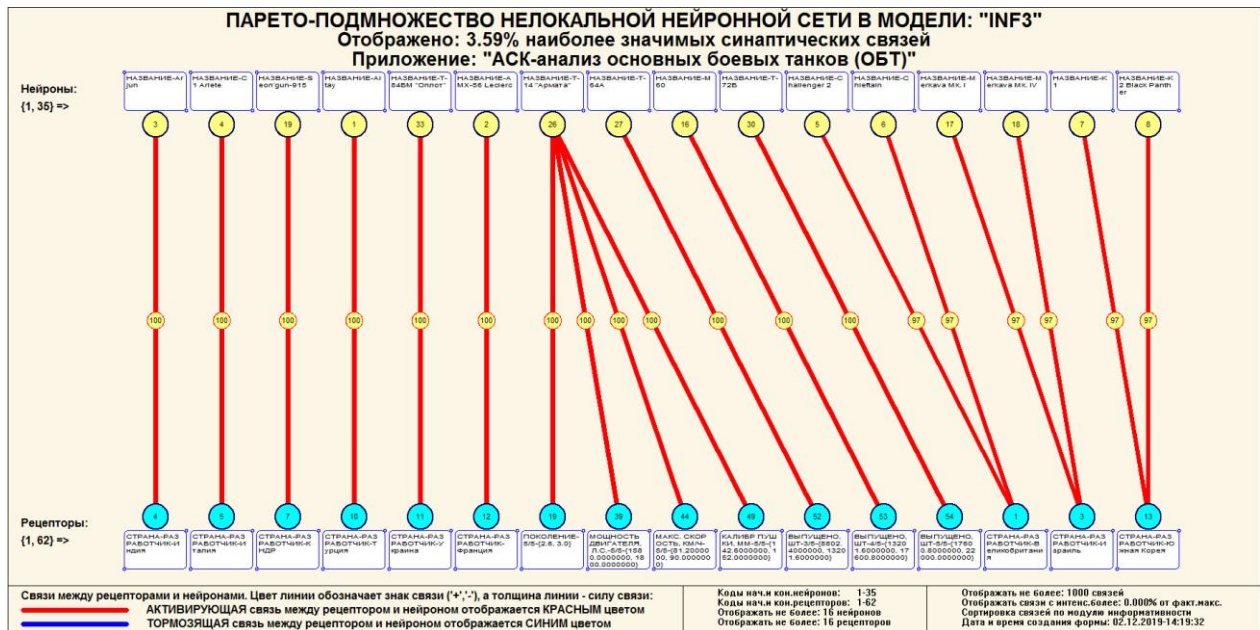


Рисунок 25. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния названия основного боевого танка на его технические характеристики и прочие особенности (фрагмент около 4%)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют названию основного боевого танка, а рецепторы – различным обуславливающим эти результаты техническим характеристикам. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их факторами, а справа – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к *нечетким декларативным* гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой [6] и фреймовой моделей представления знаний [11]. 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. От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что [6]: 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом 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».

4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 26 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающая СК-модель Inf3. 3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отображенных соответственно на рисунках 16 и 20, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 25.

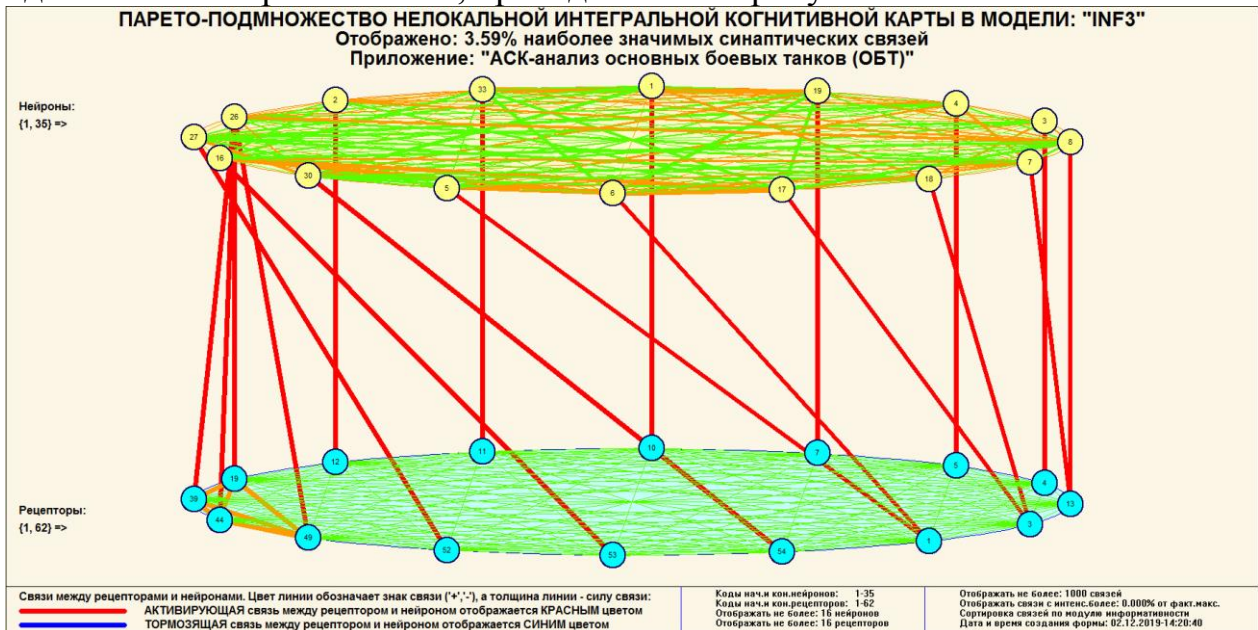


Рисунок 26. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.7. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 27) и сошлемся на работу, в которой это описано [7].

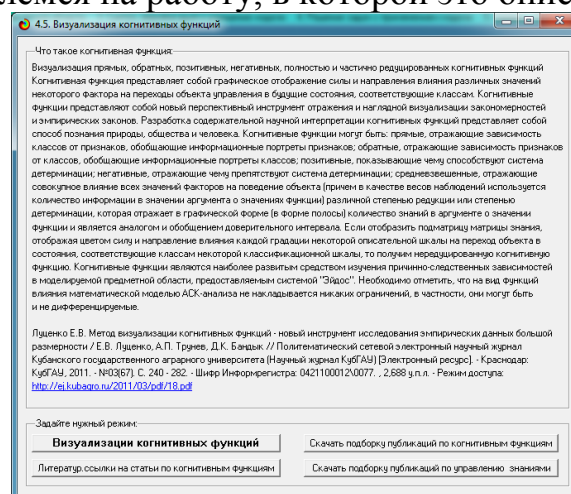
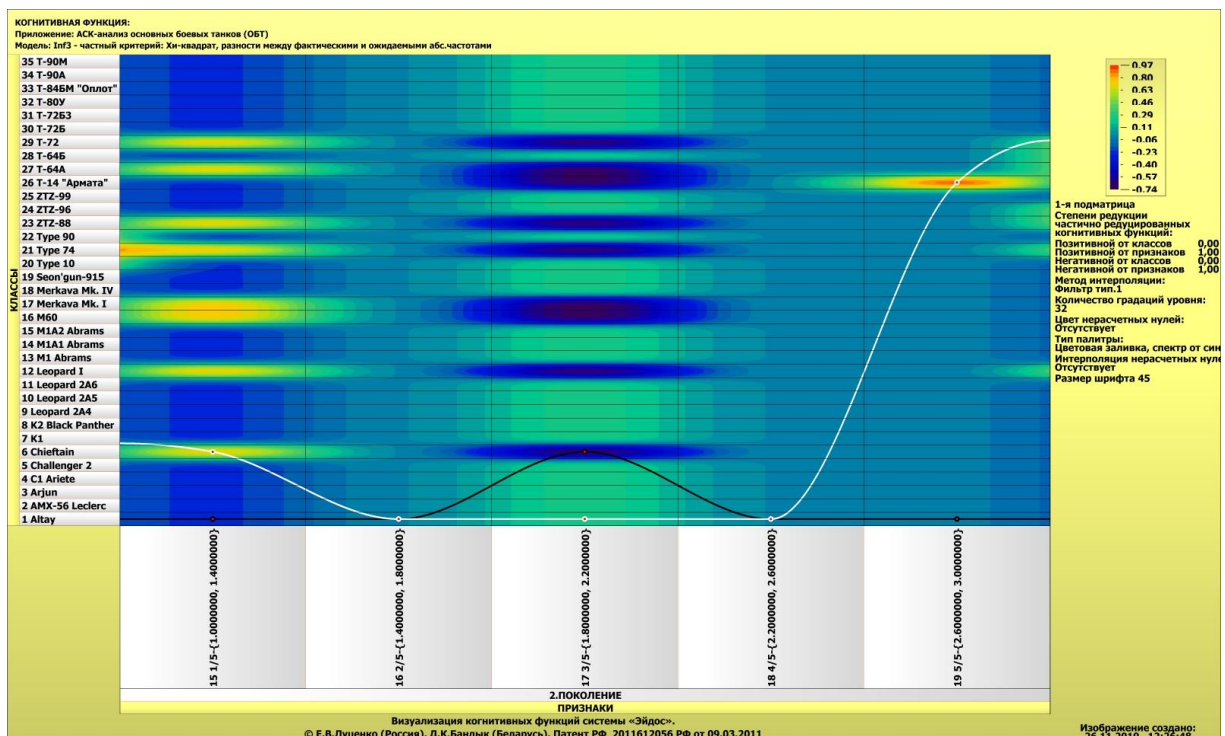
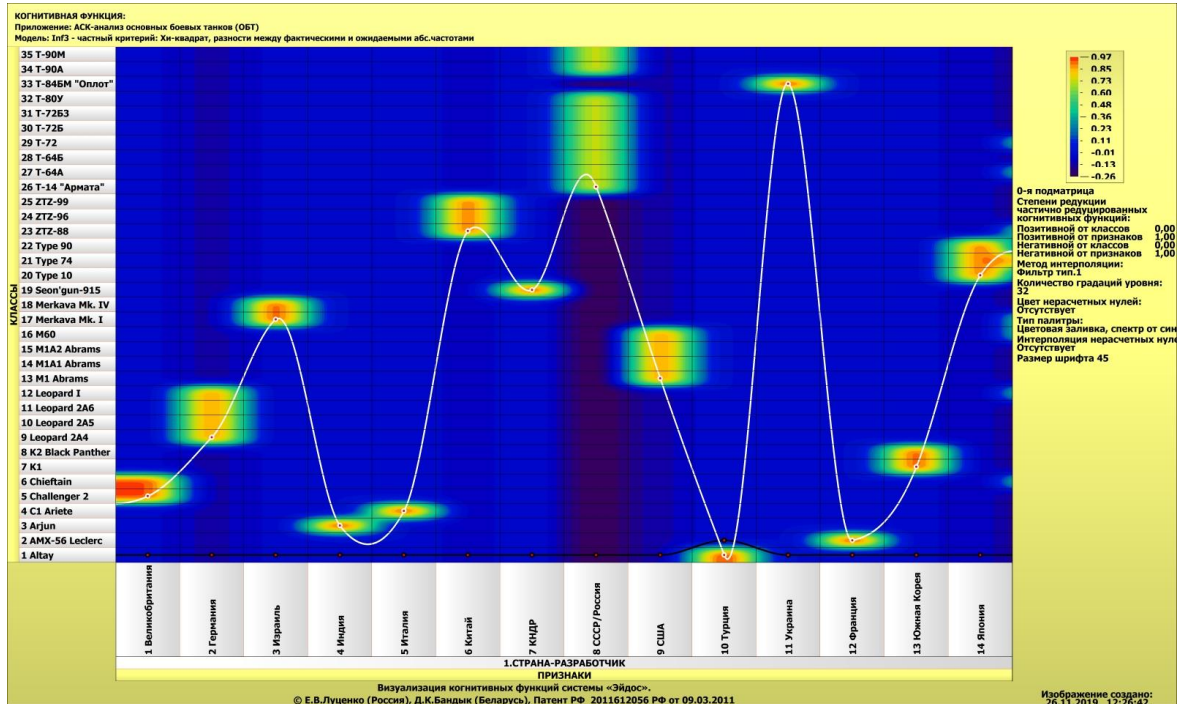


Рисунок 27. Help режима визуализации когнитивных функций

На рисунках 28³ приведены примеры некоторых когнитивных функций, наглядно отражающих силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных основных боевых танков на их технические характеристики и прочие особенности.



³ При увеличении масштаба просмотра когнитивные функции вполне читабельны

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.

4.3.8. Сила и направление влияния значений факторов и сила влияния самих факторов на результаты сравнения танков

На рисунках 5, 6, 7 приведены фрагменты некоторых статистических и системно-когнитивных моделей, отражающих моделируемую предметную область.

Строки матриц моделей соответствуют значениям факторов, т.е. степени выраженности различных основных боевых танков (градации описательных шкал).

Колонки матриц моделей соответствуют различным классам, отражающим различные технические характеристики танков и прочие особенности (градации классификационных шкал).

Числовые значения в ячейках матриц моделей, находящихся на пересечении строк и колонок, отражают направление (знак) и силу влияния конкретного значения основного боевого танка, соответствующего строке, на получение конкретного результата схожести, соответствующего колонке.

Если какое-то значение названия основного боевого танка слабо влияет на результаты их схожести, то в соответствующей строке матрицы модели будут малые по модулю значения разных знаков, если же влияние сильное – то и значения будут большие по модулю разных знаков.

Если значение названия основного боевого танка способствует получению некоторого определенного результата их схожести, то в соответствующей этому результату ячейке матрицы модели будут положительные значения, если же понижает – то и значения будут отрицательные.

Из этого понятно, что суммарную силу влияния того или иного значения названия основного боевого танка на результаты их схожести (т.е. ценность данного значения морфологического свойства для решении задачи прогнозирования и других задач) можно количественно оценивать **степенью вариабельности значений** в строке матрицы модели, соответствующей этому значению свойства.

Существует много мер вариабельности значений: это и среднее модулей отклонения от среднего, и дисперсия, и среднеквадратичное отклонение и другие. В АСК-анализе и системе «Эйдос» для этой цели принято использовать среднеквадратичное отклонение. Численно оно равно стандартному отклонению и вычисляется по той же формуле, но мы предпочитаем не использовать термин «стандартное отклонение», т.к. он предполагает нормальность распределения исследуемых последовательностей чисел, а значит и проверку соответствующих статистических гипотез.

Самая правая колонка в матрицах моделей на рисунках 5, 6, 7 содержит количественную оценку вариабельности значений строки модели (среднеквадратичное отклонение), которая и представляет собой ценность значения названия основного боевого танка, соответствующего строке, для решения задач прогнозирования влияния на технические характеристики и решения других задач, рассмотренных в работе.

Если рассортировать матрицу модели по этой самой правой колонке в порядке убывания, а потом просуммировать значения в ней нарастающим итогом, то получим логистическую Парето-кривую, отражающую зависимость ценности модели от числа наиболее ценных признаков в ней (рисунок 29, таблица 7).

Ценность же названия танка (всей описательной шкалы или фактора), для решения этих задач можно количественно оценивать как среднее от ценности значений этого свойства (таблица 8).

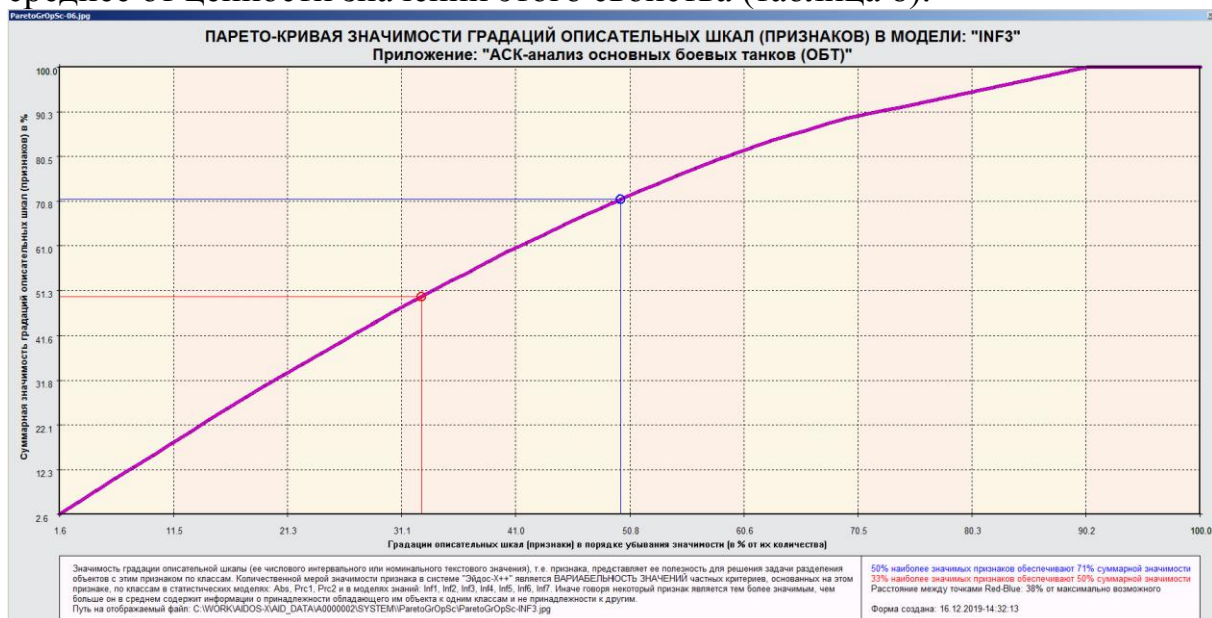


Рисунок 29. Парето-кривая значимости градаций описательных шкал

Таблица 7 – Парето-таблица значимости градаций описательных шкал,
т.е. сила влияния названия основных боевых танков
на их технические характеристики и прочие особенности в СК-модели
INF3

№	Код	Наименование значения морфологического свойства	Код морфологического свойства	Значимость значения морфологического свойства нарастающим итогом		
				Значимость значения морфологического свойства	Значимость значения морфологического свойства нарастающим итогом	Значимость значения морфологического свойства нарастающим итогом (%)
1	10	НАЗВАНИЕ-M60	6	1,03	1,03	3,80
2	11	НАЗВАНИЕ-Leopard I	7	1,03	2,05	3,79
3	12	НАЗВАНИЕ-Type 74	4	1,01	3,06	3,73
4	13	НАЗВАНИЕ-Merkava Mk. I	2	0,93	3,99	3,43
5	3	НАЗВАНИЕ-T-64A	11	0,92	4,91	3,39
6	5	НАЗВАНИЕ-Chieftain	1	0,92	5,83	3,39
7	6	НАЗВАНИЕ-ZTZ-88	3	0,92	6,74	3,39
8	7	НАЗВАНИЕ-T-14 "Армата"	8	0,92	7,66	3,39
9	8	НАЗВАНИЕ-T-72	6	0,89	8,55	3,30
10	1	НАЗВАНИЕ-Challenger 2	5	0,86	9,41	3,18
11	9	НАЗВАНИЕ-K1	3	0,84	10,25	3,10
12	2	НАЗВАНИЕ-T-72Б	4	0,82	11,07	3,02
13	4	НАЗВАНИЕ-M1 Abrams	8	0,82	11,89	3,02

Таблица 8 – Парето-таблица значимости описательных шкал,
т.е. сила влияния характеристик основных боевых танков
в СК-модели INF3

№	Код	Наименование морфологического свойства	Значимость морфологического свойства нарастающим итогом		
			Значимость морфологического свойства	Значимость морфологического свойства нарастающим итогом	Значимость морфологического свойства нарастающим итогом (%)
1	10	АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ	0,85	0,85	9,03
2	11	ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА	0,83	1,68	8,81
3	12	ВОЗМОЖНОСТЬ СТРЕЛБЫ ПТУР	0,80	2,48	8,49
4	13	ТИП ПУШКИ	0,78	3,26	8,32
5	3	БОЕВАЯ МАССА, Т	0,76	4,03	8,11
6	5	ГОД РАЗРАБОТКИ	0,74	4,77	7,89
7	6	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.	0,73	5,50	7,75
8	7	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч	0,71	6,21	7,53
9	8	КАЛИБР ПУШКИ, ММ	0,70	6,91	7,39
10	1	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК	0,65	7,56	6,93
11	9	ВЫПУЩЕНО, ШТ	0,65	8,21	6,93
12	2	ПОКОЛЕНИЕ	0,60	8,82	6,41
13	4	ЭКИПАЖ, ЧЕЛ	0,60	9,42	6,41

Из таблицы 8 видно, что наиболее сильное влияние на результаты сравнения танков, оказывает такие значения, как:

ЭКИПАЖ, ЧЕЛ-1/5-{\3.0000000, 3.2000000}
 АВТОМАТ ЗАРЯЖАНИЯ-Да
 КАЛИБР ПУШКИ, ММ-2/5-{\114.4000000, 123.8000000}
 МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-3/5-{\63.6000000, 72.4000000}
 ДИНАМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА-Да

а наименьшее:

17	62	ТИП ПУШКИ-Нарезная	9	0,75	14,43	3,10	59,61
18	8	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-СССР/Россия	1	0,70	15,13	2,90	62,51
19	17	ПОКОЛЕНИЕ-3/5-{1.8000000, 2.2000000}	2	0,70	15,84	2,90	65,41
20	24	БОЕВАЯ МАССА, Т-5/5-{59.6000000, 65.0000000}	7	0,70	16,54	2,90	68,31
21	15	ПОКОЛЕНИЕ-1/5-{1.0000000, 1.4000000}	10	0,70	17,24	2,89	71,20
22	21	БОЕВАЯ МАССА, Т-2/5-{43.4000000, 48.8000000}	8	0,68	17,91	2,79	73,99
23	20	БОЕВАЯ МАССА, Т-1/5-{38.0000000, 43.4000000}	11	0,68	18,59	2,79	76,78
24	37	МОЩНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ, Л.С.-3/5-{1140.0000000, 1360.0000000}	11	0,63	19,22	2,62	79,40
25	45	КАЛИБР ПУШКИ, ММ-1/5-{105.0000000, 114.4000000}	7	0,59	19,81	2,43	81,83
26	23	БОЕВАЯ МАССА, Т-4/5-{54.2000000, 59.6000000}	9	0,58	20,39	2,40	84,22
27	33	ГОД РАЗРАБОТКИ-4/5-{1993.8000000, 2005.4000000}	8	0,57	20,96	2,36	86,59
28	41	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-2/5-{54.8000000, 63.6000000}	9	0,57	21,54	2,36	88,95
29	50	ВЫПУЩЕНО, ШТ-1/5-{4.0000000, 4403.2000000}	11	0,57	22,11	2,36	91,31
30	22	БОЕВАЯ МАССА, Т-3/5-{48.8000000, 54.2000000}	5	0,56	22,67	2,33	93,64
31	31	ГОД РАЗРАБОТКИ-2/5-{1970.6000000, 1982.2000000}	6	0,56	23,24	2,33	95,97
32	40	МАКС. СКОРОСТЬ, КМ/Ч-1/5-{46.0000000, 54.8000000}	8	0,54	23,78	2,22	98,20
33	25	СТРАНА-РАЗРАБОТЧИК-Германия	10	0,44	24,21	1,80	100,00

Из таблицы 10 мы видим, что названия основных боевых танков наиболее сильно (жестко) детерминируют (обуславливают) среднюю общую урожайность и высокие прибыль и рентабельность, а наиболее слабо – большую раннюю урожайность и высокое содержание сахара в плодах. При этом степень детерминированности наиболее и наименее детерминированных классов отличается примерно в два раза, что довольно существенно.

Степень детерминированности (обусловленности) всей классификационной шкалы является средним от степени детерминированности ее градаций, т.е. классов (таблица 10).

Таблица 10 – Классификационные шкалы, ранжированные по убыванию средней степени детерминированности их градаций в СК-модели INF3

№	Код	Наименование классификационной шкалы	Степень детерминированности	Сумма степени детерминированности	Степень детерминированности (%)	Сумма степени детерминированности (%)
1	1	НАЗВАНИЕ	0,91	0,91	11,33	11,33

Из таблицы 10 видно, что наиболее высокую степень детерминированности обуславливающими их факторами имеет название основного боевого танка, поскольку оно одно.

4.3.10. Устойчивость технических характеристик танков от значений обуславливающих их названия

Устойчивость зависимостей технических характеристик танков от обуславливающих их факторов предполагает и подразумевает *непрерывность* и *монотонность* этих зависимостей.

Непрерывность зависимостей технических характеристик от обуславливающих их факторов означает, что малые изменения значений фактора детерминируют малые изменения результатов сравнения, а более значительные изменения значения факторов обуславливают и более существенные изменения результатов, т.е. степень изменения результатов сравнения соответствует степени изменения обуславливающих их значений факторов.

Если непрерывность нарушается, то незначительное изменения значения действующего фактора может привести как к малым, так и к значительным изменениям результатов, а большие изменения значений действующих факторов могут оказать как сильное, так и незначительное влияние на изменение результатов.

Если в системе управления **нарушается непрерывность управления**, то это воспринимается как ее поломка, неисправность и непригодность для выполнения своей функции.

Например, если нарушается непрерывность зависимости тяги двигателя машины от степени нажатия педали газа, то при плавном увеличении газа машина будет не плавно разгоняться, а начнет дергаться и может вообще заглохнуть, как это бывает у новичков, которые еще не научились правильно трогаться с места.

Монотонность зависимостей результатов сравнения танков от обуславливающих их факторов означает, что:

- если фактор **способствует** получению результатов: увеличение значения фактора приводит к увеличению результатов сравнения;
- если фактор **препятствует** получению результатов: увеличение значения фактора приводит к уменьшению результатов сравнения.

Монотонность управления характерна для **линейных** систем управления и нарушается в **нелинейных** системах управления [12]. Система управления является линейной, если для нее выполняется **принцип суперпозиции**, т.е. результат совместного действия на нее совокупности факторов является **суммой** действий каждого из них по отдельности [12].

Если в системе управления **нарушается монотонность управления**, то это может приводить к тому, что при увеличении значения фактора результат может сначала увеличиваться практически пропорционально степени увеличения этого значения, затем **скорость** увеличения результата начинает уменьшаться и затем стабилизируется, а при дальнейшем увеличении значения фактора результат начинает уменьшаться вплоть до нуля или даже отрицательных значений (например, вместо прибыли получены убытки). По сути, **при нарушении монотонности управления меняется знак первой производной результата управления по значению фактора, нарушается**

знакоопределенность этой первой производной⁴. Понятно, что немонотонные функции не являются непрерывными.

Принципиальный вид кривой влияния интенсивности фактора на результат в нелинейной системе при этом получается очень похожий у всех факторов (для примера на рисунке 31 показаны 3 из них):

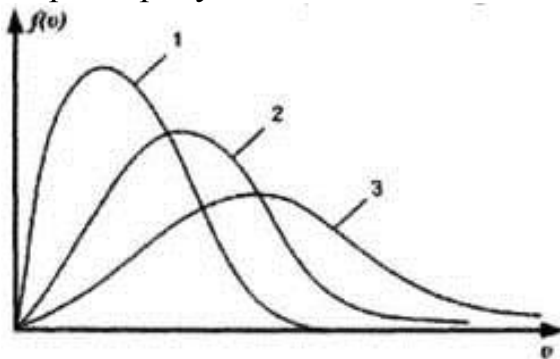


Рисунок 31. Принципиальный вид кривой влияния интенсивности фактора на нелинейный объект управления⁵.

Нарушение монотонности управления может приводить к **различным видам зависимостей** результатов от значений управляющих факторов: это могут быть зависимости, типа показанных на рисунке 31; *периодические* зависимости (ярким примером является таблица Д.И.Менделеева, в которой свойства химических элементов изменяются периодически при линейном увеличении заряда ядра), а также сложные зависимости, в которых трудно найти какую-либо закономерность (напоминающие *случайные*).

Таким образом у нас есть все основания все разделить все факторы, действующие на результаты сравнения танков, относящиеся к одной классификационной шкале, на **три основные группы**:

1. **Способствующие** получению более высоких результатов (рисунок 32).
2. **Препятствующие** получению более высоких результатов (рисунок 33).
3. **Действующие сложным и неоднозначным образом** (случайным нелинейным или периодическим) (рисунок 34).

⁴ Это вызывает ассоциации с классическим понятием устойчивости управления по Ляпунову.

⁵ Источник рисунка: http://san-of-war2.narod.ru/fiziks/fiziks_image481.jpg На самом деле на рисунке показано распределение Максвелла молекул газа по скоростям при разных температурах. Удивительно, но подобный вид имеет влияние интенсивности различных факторов на различные нелинейные объекты управления

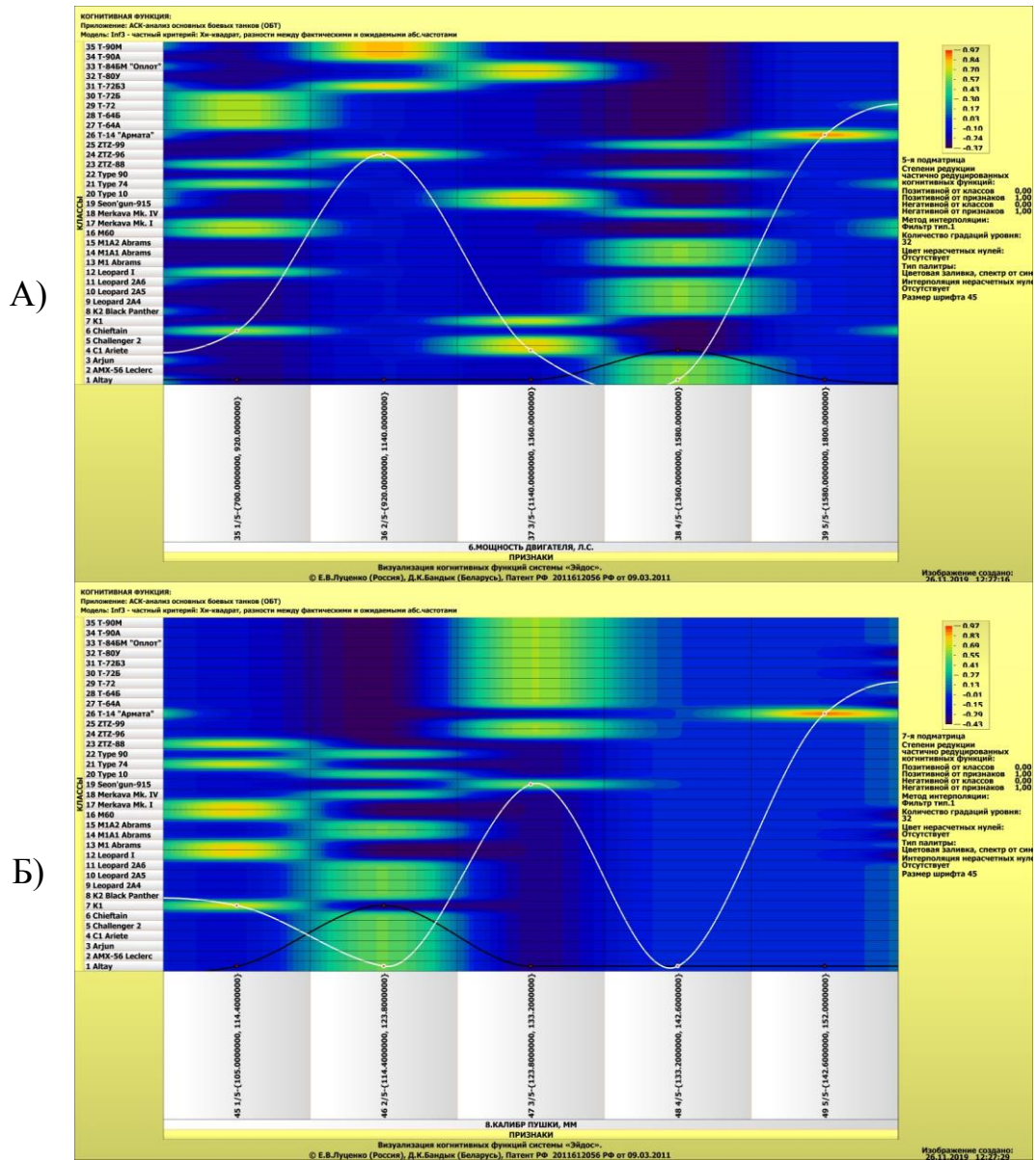


Рисунок 32. Примеры непрерывных монотонных когнитивных функций с факторами, *способствующими* получению более высоких результатов

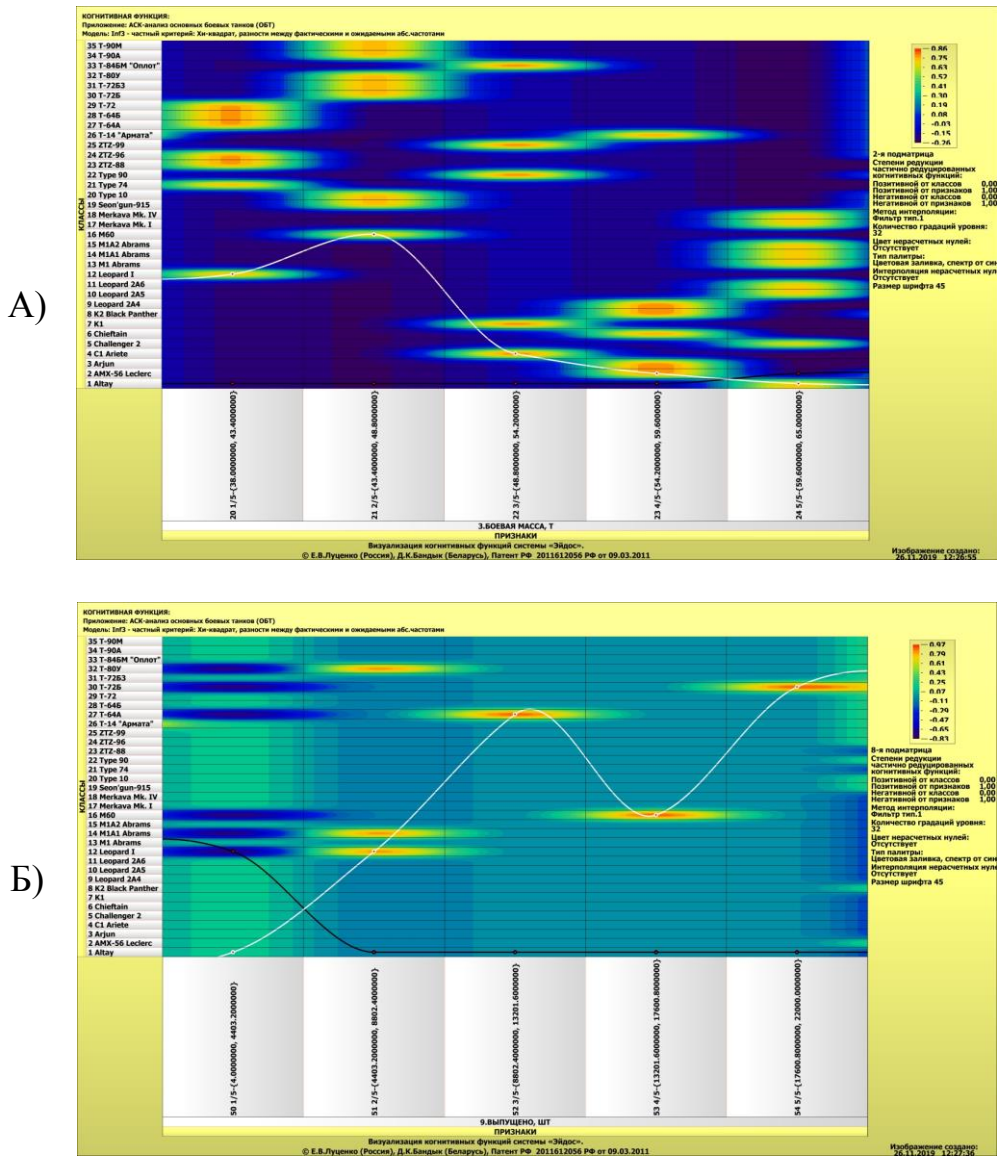


Рисунок 33. Примеры непрерывных монотонных когнитивных функций с факторами, *препятствующими* получению более высоких результатов

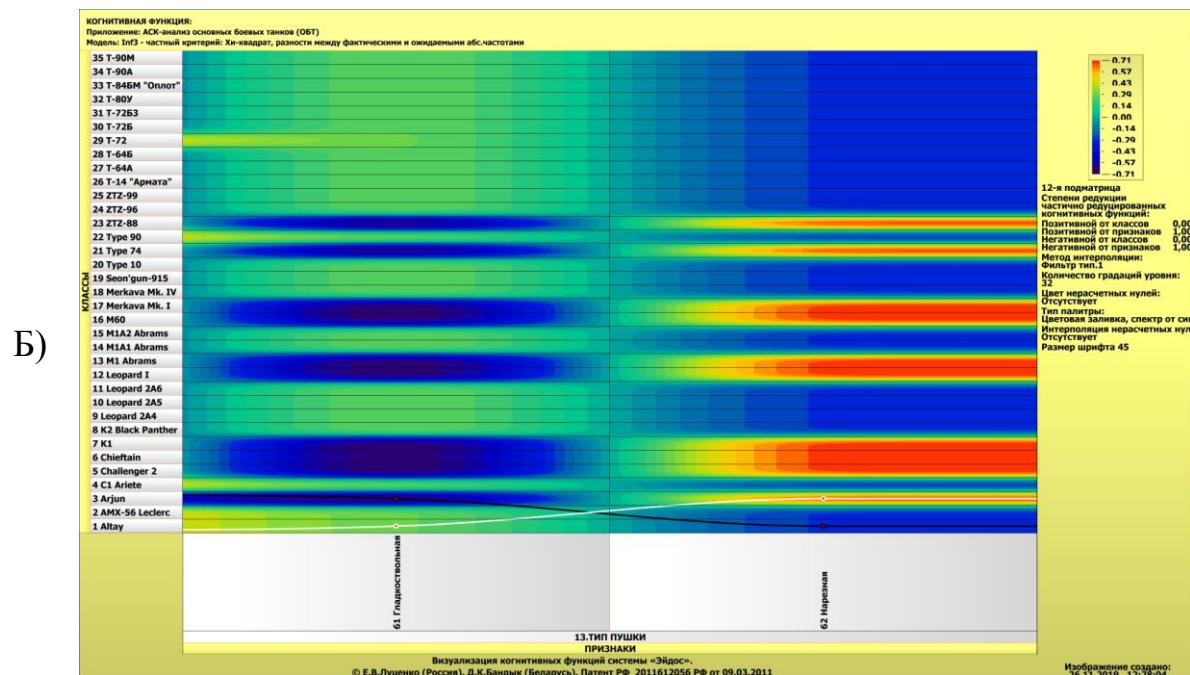
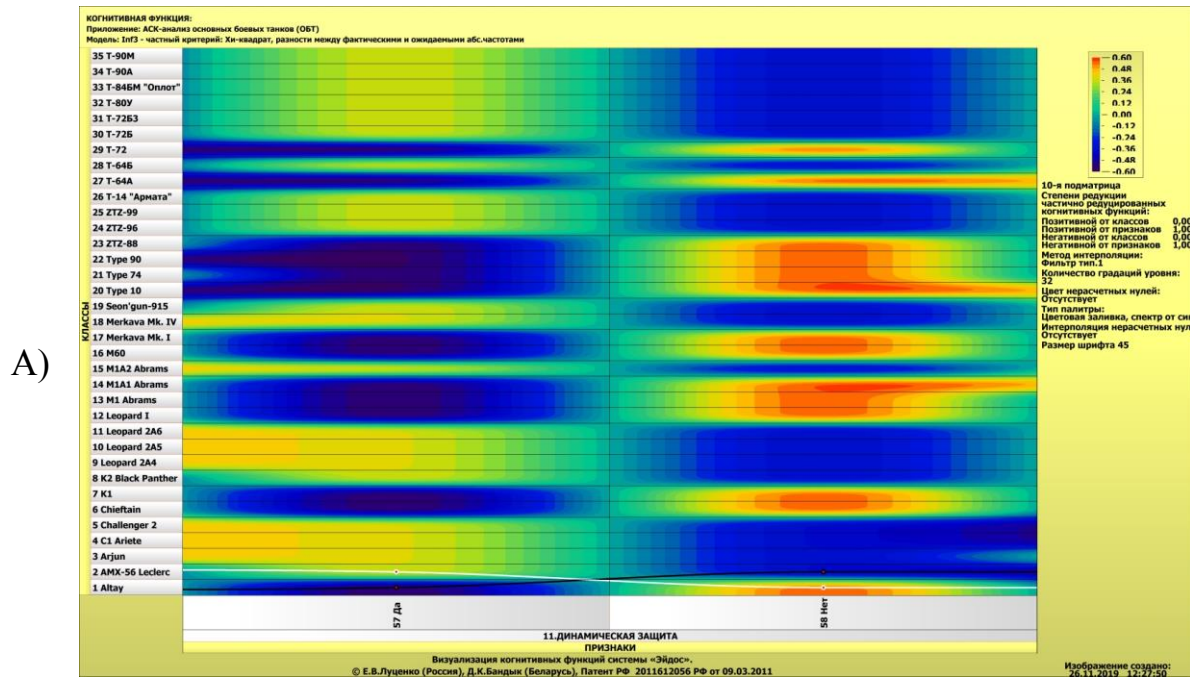


Рисунок 34. Примеры немонотонных когнитивных функций с факторами, действующие сложным и неоднозначным образом (нелинейным и периодическим)

7. Выводы

Как показывает анализ результатов численного эксперимента предложенное и реализованное в системе «Эйдос» решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута, 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 техническим характеристикам, изучено влияние значений названий основных боевых танков на эти результаты, и, на основе этого, решены задачи идентификации, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №188 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Список литературы

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): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

2. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.

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

4. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-X++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.

5. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.

6. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар:

КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.

7. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

8. Луценко Е.В. Системно-когнитивное моделирование влияния агротехнологий на урожайность и качество пшеницы и решение задач прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования предметной области / Е.В. Луценко, Е.К. Печурина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – №03(147). С. 62 – 128. – IDA [article ID]: 1471903015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2019/03/pdf/15.pdf>, 4,188 у.п.л.

9. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 у.п.л.

10. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). С. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 у.п.л. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

11. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Системы представления и приобретения знаний : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>

12. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-X++» / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 у.п.л.

13. Лойко В.И. Подходы к автоматизации процессов управления производством продукции растениеводства / В.И. Лойко, С.А. Курносков, В.В. Ткаченко, Н.А. Ткаченко // Экономико-правовые аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного социохозяйственного развития: сб. стат. междунар. науч.-практ. конф., Сочи, 5-9 октября 2016 г. – М.: НИИ ЭИП2016. С. 128-132.