

УДК 4.08

**Автоматизированный системно-когнитивный
анализ сравнение атрибутов героев DOTA 2**

Лузинов Алексей Сергеевич
студент факультета ПИ, группы ИТ2002
luzinovaleksey@mail.ru

Белоусов Илья Александрович
студент факультета ПИ, группы ИТ2002
gsgg.afafaf@mail.ru

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

Целью данной работы является изучение сравнение атрибутов героев DOTA 2. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++», а также получить зачет. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (ACK-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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

Automated system-cognitive analysis of the DOTA 2 Hero Attributes Comparison

Luzinov Aleksey Sergeevich
student of the faculty of PI, group IT2002
luzinovaleksey@mail.ru

Belousov Il'ya Aleksandrovich
student of the faculty of PI, group IT2002
gsgg.afafaf@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 DOTA 2 Hero Attributes Comparison. The achievement of this goal is of great personal interest. For us, 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

Введение	2
Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.....	6
Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.....	7
Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной из них для решения задач	12
Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели	18
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.....	23
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов	23
4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов.....	24
4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов	25
4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов	27
4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети	28
4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты.....	30
4.3.7. Когнитивные функции	30
4.3.8. Сила и направление влияния значений характеристик атрибутов и сила влияния этих характеристик атрибутов	33
4.3.9. Степень детерминированности атрибутов	37
Выводы	38
Литература	38

Введение

Целью данной работы является сравнение атрибутов героев DOTA 2.

Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-Х++», а также получить зачет.

ACK-анализ предполагает, что для достижения поставленной 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 (ACK-анализ), который поэтому и предлагается применить для их решения.

ACK-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. ACK-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-Х++» (система «Эйдос»).

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>), в которых не требуется автоматического, т.е. без непосредственного участия человека в реальном времени решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области;

- 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. 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>);

- 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 Эйдос-приложений (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- поддерживает on-line среду накопления знаний и 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;

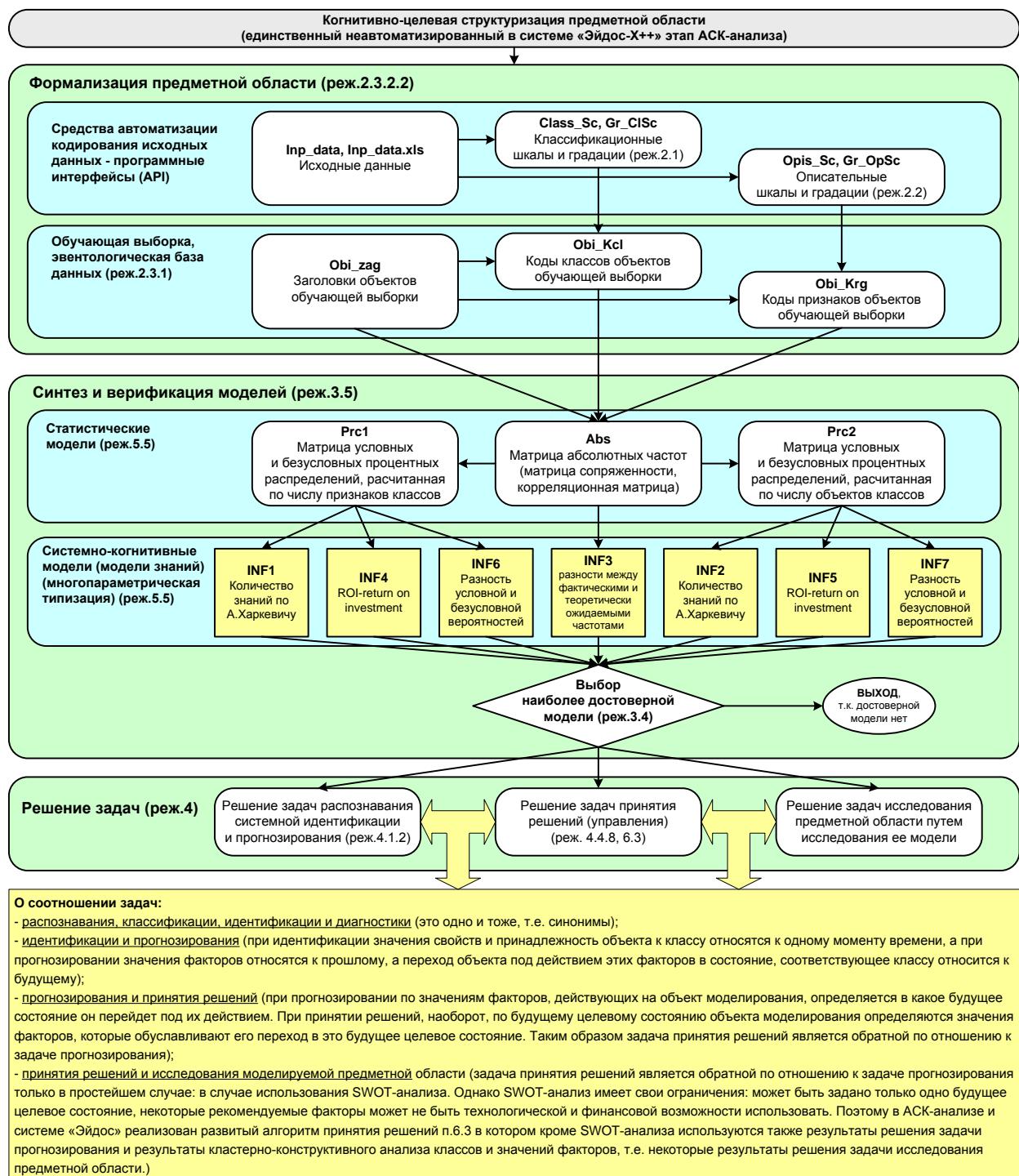
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)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

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

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

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

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



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

Рассмотрим решение поставленных задач в подробном 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:

- во-первых, 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 являются 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;

- во-вторых, даже если содержательной интерпретации не разработано, то в принципе это не исключает возможности пользоваться ими на практике для достижения заданных результатов и поставленных целей, т.е. для управления.

В данной работе в качестве классификационных шкал выберем основной атрибут как она обозначается в самой игре (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – начальную силу, ловкость, интеллект, общее количество атрибутов, базовая скорость передвижения, начальная броня, максимальный урон, минимальный урон, скорость атаки, базовое время атаки, время атаки, задержка перед атакой, базовая регенерация здоровья (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная шкала

Код	Наименование
1	A

Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	СИЛ
2	ЛОВ
3	ИНТ
4	О
5	ПЕР
6	БР
7	УР (МИН)
8	УР (МАКС)
9	СА
10	БВА
11	ЗПА
12	ЗД/С

Задача 2: подготовка исходных данных

и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены из самой игры, а также из других подробных таблиц атрибутов героев, найденных в интернете.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	ГЕРОЙ	A	СИЛ	ЛОВ	ИНТ	О	ПЕР	БР	УР(МИН)	УР(МАКС)	СА	БВА	ВА	ЗПА	ЗД/С
2	Abaddon	Сила	23	23	18	64	325	2,83	51	61	120	1,7	0,560	0,410	2,80
3	Alchemist	Сила	25	22	25	72	305	2,67	49	58	100	1,7	0,350	0,650	2,50
4	Ancient Apparition	Интеллект	20	20	23	63	285	2,33	44	54	100	1,7	0,450	0,300	2,00
5	Anti-Mage	Ловкость	23	24	12	59	310	3,00	53	57	100	1,4	0,300	0,600	2,55
6	Arc Warden	Интеллект	25	16	24	65	285	1,67	47	57	100	1,7	0,300	0,700	2,75
7	Axe	Сила	25	20	18	63	310	2,33	52	56	100	1,7	0,500	0,500	5,25
8	Bane	Интеллект	22	22	22	66	305	4,67	57	63	100	1,7	0,300	0,700	2,20
9	Batrider	Интеллект	28	15	22	65	290	2,50	38	42	100	1,7	0,300	0,540	4,55
10	Beastmaster	Сила	23	18	16	57	305	2,00	60	64	110	1,7	0,300	0,700	2,30
11	Bloodseeker	Ловкость	24	22	21	67	300	5,67	55	61	100	1,7	0,430	0,740	2,40
12	Bounty Hunter	Ловкость	20	21	19	60	315	7,50	51	59	100	1,7	0,590	0,590	3,25
13	Brewmaster	Сила	23	22	15	60	305	1,67	52	59	100	1,7	0,350	0,650	2,80
14	Bristleback	Сила	22	17	14	53	290	3,83	52	58	100	1,8	0,300	0,300	2,20
15	Broodmother	Ловкость	18	15	18	51	275	2,50	44	50	125	1,7	0,400	0,500	1,80
16	Centaur Warrunner	Сила	27	15	15	57	300	2,50	63	65	100	1,7	0,300	0,300	2,70
17	Chaos Knight	Сила	22	18	18	58	320	5,00	51	81	100	1,7	0,500	0,500	2,20
18	Chen	Интеллект	25	15	19	59	300	1,50	44	54	100	1,7	0,500	0,500	2,50
19	Clinkz	Ловкость	14	22	18	54	290	3,67	59	65	100	1,7	0,400	0,300	1,65
20	Clockwerk	Сила	26	13	18	57	310	2,17	50	52	100	1,7	0,330	0,640	2,60
21	Crystal Maiden	Интеллект	18	16	16	50	280	1,67	44	50	115	1,7	0,550	0,000	1,80
22	Dark Seer	Интеллект	20	12	21	53	295	5,00	54	60	100	1,7	0,590	0,580	2,00
23	Dark Willow	Интеллект	20	18	18	56	290	2,00	45	53	115	1,5	0,300	0,000	2,00
24	Dazzle	Интеллект	18	21	25	64	305	2,50	47	53	100	1,7	0,300	0,300	1,80
25	Death Prophet	Интеллект	19	14	24	57	305	2,33	53	65	100	1,7	0,560	0,510	3,90
26	Disruptor	Интеллект	21	15	20	56	295	2,50	49	53	100	1,7	0,400	0,500	2,10
27	Doom	Сила	24	11	15	50	285	1,83	54	70	100	2,0	0,500	0,700	2,40
28	Dragon Knight	Сила	21	19	18	58	310	3,17	52	58	100	1,7	0,500	0,500	2,10
29	Drow Ranger	Ловкость	18	20	15	53	290	3,33	51	58	100	1,7	0,550	0,300	2,05
30	Earth Spirit	Сила	22	17	20	59	290	2,83	47	57	100	1,7	0,350	0,650	2,20
31	Earthshaker	Сила	22	12	16	50	310	4,00	49	59	100	1,7	0,467	0,863	3,20
32	Elder Titan	Интеллект	26	14	23	63	310	2,33	49	59	100	1,7	0,350	0,970	2,60
33	Ember Spirit	Ловкость	21	22	20	63	305	2,67	55	59	100	1,7	0,400	0,300	2,60
34	Enchantress	Интеллект	17	19	19	55	315	4,17	45	55	100	1,7	0,300	0,700	3,20
35	Enigma	Интеллект	21	14	19	54	290	4,33	43	49	100	1,7	0,400	0,770	2,10
36	Faceless Void	Ловкость	22	23	15	60	300	3,83	56	62	100	1,7	0,500	0,560	2,70
37	Grimstroke	Интеллект	21	18	23	62	290	3,00	44	48	100	1,7	0,633	0,000	2,10
38	Gyrocopter	Ловкость	22	19	19	60	315	5,17	40	50	125	1,7	0,200	0,970	2,20
39	Huskar	Сила	21	15	18	54	290	1,50	42	47	100	1,6	0,300	0,500	2,10

Рисунок 2 – Исходные данные для ввода в систему «Эйдос»

Затем с параметрами, показанными на рисунке 3, запустим режим 2.3.2.2 системы «Эйдос», представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) с внешними данными табличного типа.

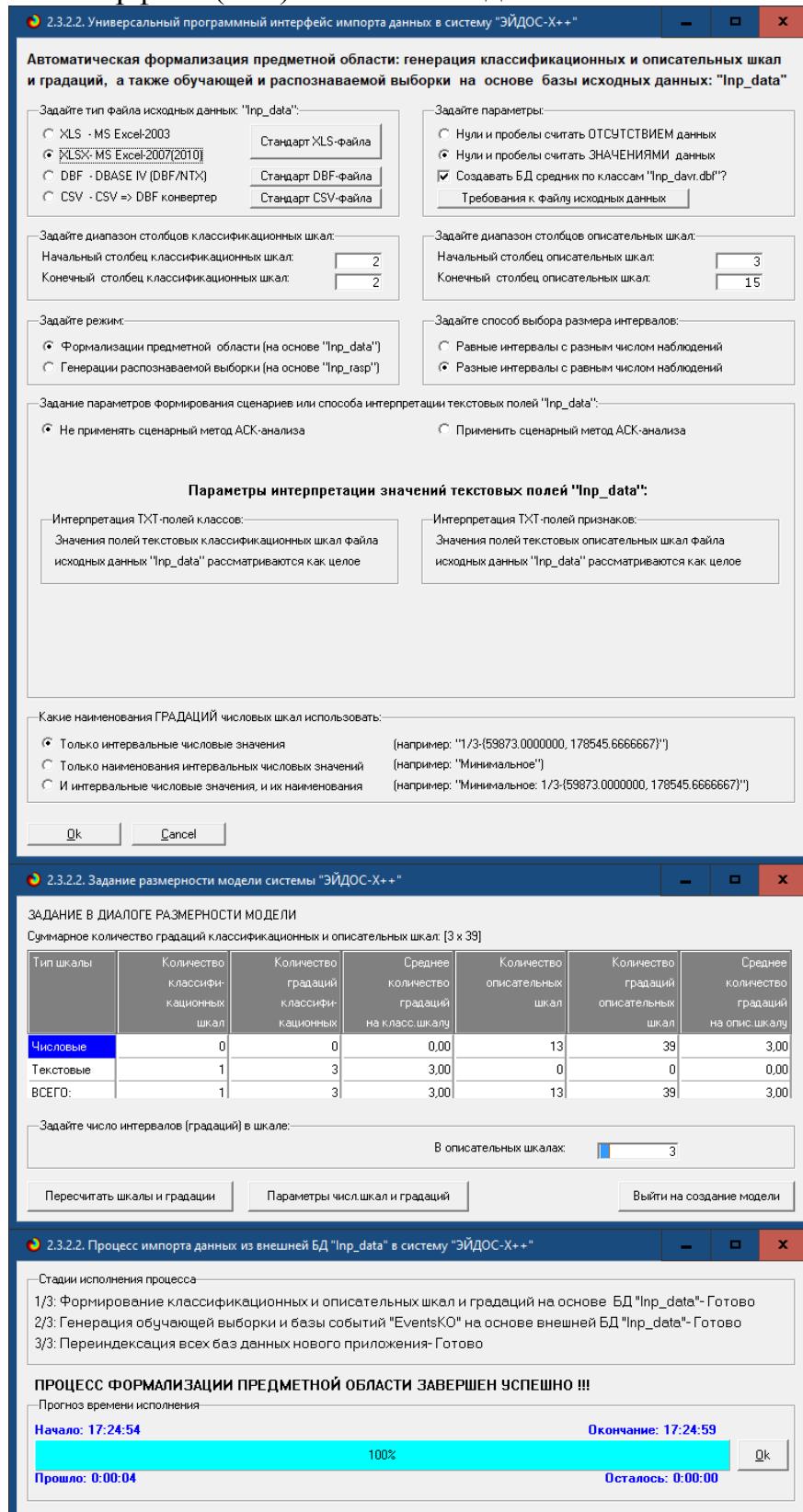


Рисунок 3. Экранные формы программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

Обратим внимание на то, что заданы адаптивные интервалы, учитывающее неравномерность распределения данных по диапазону значений, что важно при относительно небольшом числе наблюдений. Если бы интервалы были заданы равными по величине, то в них бы учитывалось сильно отличающееся число наблюдений, а в некоторых интервалах их бы могло не оказаться вовсе. В описательных шкалах задано 3 числовых интервальных значения.

На рисунке 4 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 значения параметров могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.



Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 3 (таблица 3) и 13 описательных шкал с суммарным числом градаций 39 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 5):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации атрибутов

KOD_CLS	NAME_CLS
1	A-1/3-Интеллект
2	A-2/3-Ловкость
3	A-3/3-Сила

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации атрибутов

Код	Название
1	1/3-{14.0000000, 20.0000000}
2	2/3-{20.0000000, 22.0000000}
3	3/3-{22.0000000, 28.0000000}
4	1/3-{10.0000000, 15.0000000}
5	2/3-{15.0000000, 20.0000000}
6	3/3-{20.0000000, 34.0000000}
7	1/3-{12.0000000, 18.0000000}
8	2/3-{18.0000000, 21.0000000}
9	3/3-{21.0000000, 30.0000000}
10	1/3-{47.0000000, 56.0000000}
11	2/3-{56.0000000, 62.0000000}
12	3/3-{62.0000000, 75.0000000}
13	1/3-{275.0000000, 290.0000000}
14	2/3-{290.0000000, 305.0000000}
15	3/3-{305.0000000, 330.0000000}
16	1/3-{0.3300000, 2.5000000}
17	2/3-{2.5000000, 3.6700000}
18	3/3-{3.6700000, 8.3300000}
19	1/3-{33.0000000, 46.0000000}
20	2/3-{46.0000000, 51.0000000}
21	3/3-{51.0000000, 65.0000000}
22	1/3-{42.0000000, 53.0000000}
23	2/3-{53.0000000, 59.0000000}
24	3/3-{59.0000000, 81.0000000}
25	1/3-{100.0000000, 100.0000000}
26	2/3-{100.0000000, 100.0000000}
27	3/3-{100.0000000, 130.0000000}
28	1/3-{1.4000000, 1.7000000}
29	2/3-{1.7000000, 1.7000000}
30	3/3-{1.7000000, 2.0000000}
31	1/3-{0.1500000, 0.3500000}
32	2/3-{0.3500000, 0.4600000}
33	3/3-{0.4600000, 0.6500000}
34	1/3-{0.0000000, 0.5000000}
35	2/3-{0.5000000, 0.6330000}
36	3/3-{0.6330000, 1.1700000}
37	1/3-{1.6000000, 2.1000000}
38	2/3-{2.1000000, 2.6000000}
39	3/3-{2.6000000, 5.5500000}

Таблица 5 – Обучающая выборка

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15
Abaddon	3	3	6	7	12	15	17	20	24	27	28	33	34	39
Alchemist	3	3	6	9	12	14	17	20	23	25	28	31	36	38
Ancient Apparition	1	1	5	9	12	13	16	19	23	25	28	32	34	37
Anti-Mage	2	3	6	7	11	15	17	21	23	25	28	31	35	38
Arc Warden	1	3	5	9	12	13	16	20	23	25	28	31	36	39
Axe	3	3	5	7	12	15	16	21	23	25	28	33	34	39
Bane	1	2	6	9	12	14	18	21	24	25	28	31	36	38
Batrider	1	3	4	9	12	13	16	19	22	25	28	31	35	39
Beastmaster	3	3	5	7	11	14	16	21	24	27	28	31	36	38
Bloodseeker	2	3	6	8	12	14	18	21	24	25	28	32	36	38

Bounty Hunter	2	1	6	8	11	15	18	20	23	25	28	33	35	39
Brewmaster	3	3	6	7	11	14	16	21	23	25	28	31	36	39
Bristleback	3	2	5	7	10	13	18	21	23	25	30	31	34	38
Broodmother	2	1	4	7	10	13	16	19	22	27	28	32	34	37
Centaur Warrunner	3	3	4	7	11	14	16	21	24	25	28	31	34	39
Chaos Knight	3	2	5	7	11	15	18	20	24	25	28	33	34	38
Chen	1	3	4	8	11	14	16	19	23	25	28	33	34	38
Clinkz	2	1	6	7	10	13	17	21	24	25	28	32	34	37
Clockwerk	3	3	4	7	11	15	16	20	22	25	28	31	36	38
Crystal Maiden	1	1	5	7	10	13	16	19	22	27	28	33	34	37
Dark Seer	1	1	4	8	10	14	18	21	24	25	28	33	35	37
Dark Willow	1	1	5	7	10	13	16	19	22	27	28	31	34	37
Dazzle	1	1	6	9	12	14	16	20	22	25	28	31	34	37
Death Prophet	1	1	4	9	11	14	16	21	24	25	28	33	35	39
Disruptor	1	2	4	8	10	14	16	20	22	25	28	32	34	37
Doom	3	3	4	7	10	13	16	21	24	25	30	33	36	38
Dragon Knight	3	2	5	7	11	15	17	21	23	25	28	33	34	37
Drow Ranger	2	1	5	7	10	13	17	20	23	25	28	33	34	37
Earth Spirit	3	2	5	8	11	13	17	20	23	25	28	31	36	38
Earthshaker	3	2	4	7	10	15	18	20	23	25	28	33	36	39
Elder Titan	1	3	4	9	12	15	16	20	23	25	28	31	36	38
Ember Spirit	2	2	6	8	12	14	17	21	23	25	28	32	34	38
Enchantress	1	1	5	8	10	15	18	19	23	25	28	31	36	39
Enigma	1	2	4	8	10	13	18	19	22	25	28	32	36	37
Faceless Void	2	2	6	7	11	14	18	21	24	25	28	33	35	39
Grimstroke	1	2	5	9	11	13	17	19	22	25	28	33	34	37
Gyrocopter	2	2	5	8	11	15	18	19	22	27	28	31	36	38
Huskar	3	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37
Invoker	1	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28	32	36	37
Io	1	1	4	9	10	15	16	19	22	25	28	31	34	37
Jakiro	1	3	4	9	12	13	17	21	24	25	28	32	34	39
Juggernaut	2	1	6	7	12	14	18	19	22	27	28	31	36	38
Keeper of the Light	1	1	4	9	10	15	16	19	22	25	28	31	36	37
Kunkka	3	3	4	7	10	14	17	20	24	25	28	32	34	38
Legion Commander	2	3	5	8	12	15	17	21	24	25	28	32	36	38
Leshrac	1	1	6	9	12	15	18	19	22	25	28	32	36	37
Lich	1	1	4	9	11	14	16	20	23	25	28	32	35	37
Lifestealer	2	3	5	7	11	15	18	19	22	27	28	32	34	38
Lina	1	1	6	9	12	13	18	20	24	25	28	33	35	37
Lion	1	1	4	7	10	13	16	20	22	27	28	32	36	37
Lone Druid	2	1	5	7	10	15	16	19	22	25	28	31	35	37
Luna	2	2	5	9	11	15	17	20	23	25	28	31	35	38
Lycan	3	3	5	9	12	14	16	20	23	25	28	33	35	38

Magnus	3	3	4	8	11	14	17	21	24	25	30	33	36	39
Mars	3	3	5	8	12	15	16	21	24	25	30	32	34	38
Medusa	2	1	6	9	11	13	17	20	23	25	28	33	35	37
Meepo	2	3	5	8	11	15	18	19	22	25	28	32	35	39
Mirana	2	1	5	9	11	13	16	19	22	27	28	31	36	37
Monkey King	2	1	6	8	11	14	16	20	23	25	28	32	34	39
Morphling	2	2	6	7	11	13	16	19	22	25	28	33	34	38
Naga Siren	2	2	6	8	12	15	18	19	22	25	28	33	34	39
Nature's Prophet	1	2	6	9	12	13	18	20	24	25	28	32	35	37
Necrophos	1	1	4	8	10	13	17	20	22	25	28	32	34	37
Night Stalker	3	3	5	7	10	14	18	21	24	25	28	33	35	39
Nyx Assassin	2	1	5	7	10	15	18	19	22	25	28	32	35	39
Ogre Magi	1	3	4	7	10	13	18	21	24	25	28	31	34	39
Omniknight	3	2	4	7	10	15	17	21	24	25	28	32	35	38
Oracle	1	1	4	9	11	14	16	19	22	25	28	31	36	37
Outworld Devourer	1	2	6	9	12	15	18	19	24	25	30	32	35	37
Pangolier	2	1	5	7	10	14	18	20	23	25	28	31	34	37
Phantom Assassin	2	2	6	7	11	14	18	21	23	25	28	31	36	38
Phantom Lancer	2	1	6	8	12	13	18	21	24	25	28	33	34	39
Phoenix	3	3	4	7	10	13	16	20	23	25	28	31	35	39
Puck	1	1	6	9	11	13	17	19	23	25	28	33	36	38
Pudge	3	3	4	7	10	13	16	21	24	25	28	33	36	39
Pugna	1	1	6	9	12	15	18	19	22	25	28	33	34	37
Queen of Pain	1	1	6	9	12	13	17	19	22	25	28	33	34	37
Razor	2	2	6	8	12	13	17	19	22	25	28	31	34	38

Обучающая выборка (таблица 5), по сути, представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (рисунок 2), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 3 и 4). 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) моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 5).

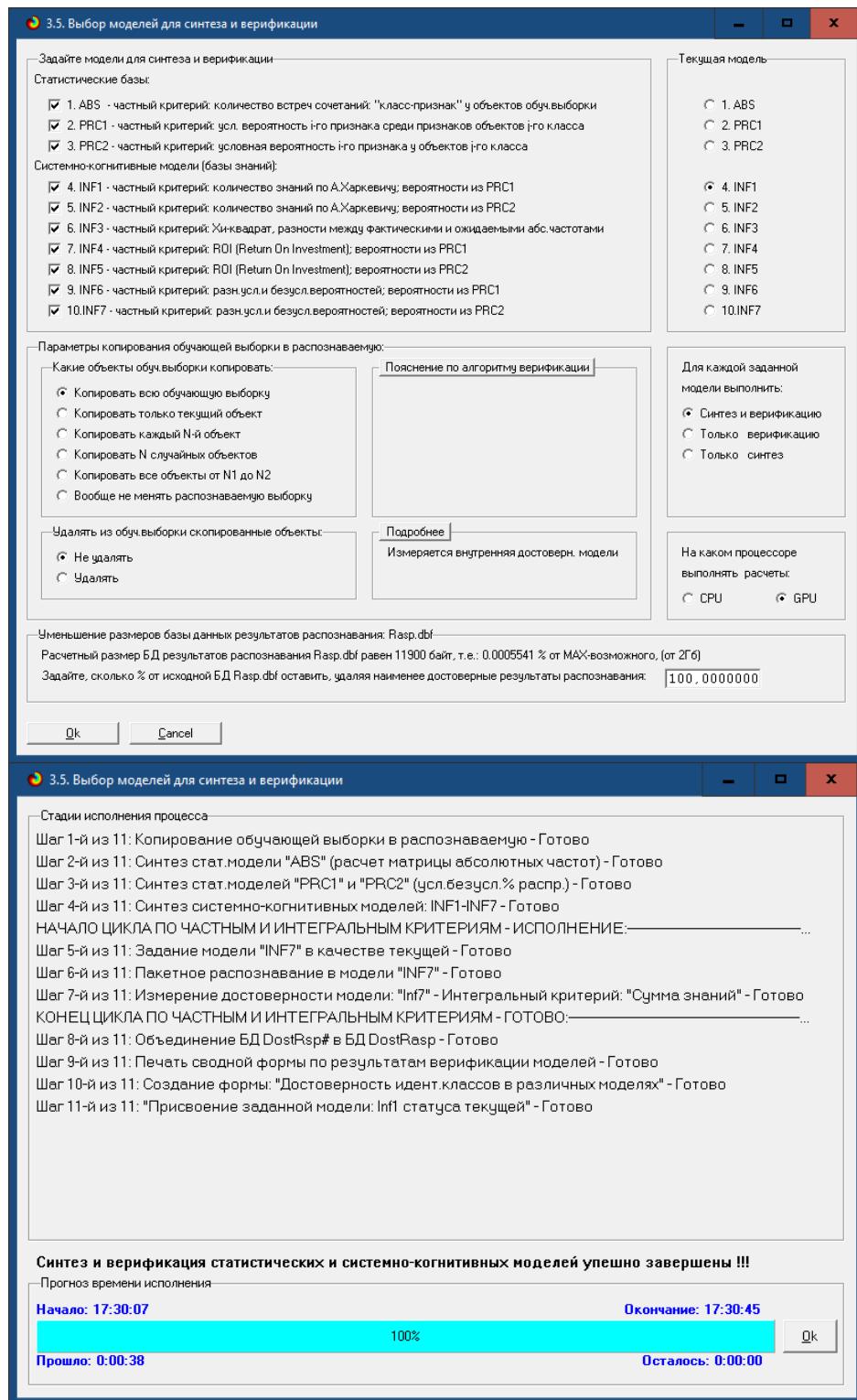


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Обратим внимание на то, что на рисунке 5 в правом нижнем углу окна задана опция: «Расчеты проводить на графическом процессоре (GPU)».

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 38 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 6, 7:

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"							
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. А 1/3 ИНТЕЛЛЕКТ	2. А 2/3 ПОВОСТЬ	3. 3/3 СИЛА	Сумма	Среднее	Средн. квадр.
1	СИЛ-1/3-(14.000000, 20.000000)	19	12		31	10.33	9.61
2	СИЛ-2/3-(20.000000, 22.000000)	6	8	7	21	7.00	1.00
3	СИЛ-3/3-(22.000000, 28.000000)	6	5	15	26	8.67	5.51
4	ЛОВ-1/3-(10.000000, 15.000000)	16	1	10	27	9.00	7.55
5	ЛОВ-2/3-(15.000000, 20.000000)	6	10	9	25	8.33	2.08
6	ЛОВ-3/3-(20.000000, 34.000000)	9	14	3	26	8.67	5.51
7	ИНТ-1/3-(12.000000, 18.000000)	5	12	17	34	11.33	6.03
8	ИНТ-2/3-(18.000000, 21.000000)	6	10	3	19	6.33	3.51
9	ИНТ-3/3-(21.000000, 30.000000)	20	3	2	25	8.33	10.12
10	0-1/3-47.000000, 56.000000	12	6	9	27	9.00	3.00
11	0-2/3-56.000000, 62.000000	6	12	8	26	8.67	3.06
12	0-3/3-62.000000, 75.000000	13	7	5	25	8.33	4.16
13	ПЕР-1/3-(275.000000, 290.000000)	16	8	6	30	10.00	5.29
14	ПЕР-2/3-(290.000000, 305.000000)	8	7	8	23	7.67	0.58
15	ПЕР-3/3-(305.000000, 330.000000)	7	10	8	25	8.33	1.53
16	БР-1/3-(0.330000, 2.500000)	16	5	11	32	10.67	5.51
17	БР-2/3-(2.500000, 3.670000)	5	8	7	20	6.67	1.53
18	БР-3/3-(3.670000, 8.330000)	10	12	4	26	8.67	4.16
19	УР(МИН)-1/3-(33.000000, 46.000000)	17	11	1	29	9.67	8.08
20	УР(МИН)-2/3-(46.000000, 51.000000)	9	6	9	24	8.00	1.73
21	УР(МИН)-3/3-(51.000000, 65.000000)	5	8	12	25	8.33	3.51
22	УР(МАКС)-1/3-(42.000000, 53.000000)	16	11	2	29	9.67	7.09
23	УР(МАКС)-2/3-(53.000000, 59.000000)	7	9	9	25	8.33	1.15
24	УР(МАКС)-3/3-(59.000000, 81.000000)	8	5	11	24	8.00	3.00
25	СЛ-1/3-(100.000000, 100.000000)	28	28	28	84	28.00	4.62

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми abs.частотами"							
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. А 1/3 ИНТЕЛЛЕКТ	2. А 2/3 ПОВОСТЬ	3. 3/3 СИЛА	Сумма	Среднее	Средн. квадр.
1	СИЛ-1/3-(14.000000, 20.000000)	6.679	2.064	-8.744	0.000	0.000	7.916
2	СИЛ-2/3-(20.000000, 22.000000)	-2.346	1.269	1.077	0.000		2.034
3	СИЛ-3/3-(22.000000, 28.000000)	-4.333	-3.333	7.667	0.000		6.658
4	ЛОВ-1/3-(10.000000, 15.000000)	5.269	-7.654	2.385			6.784
5	ЛОВ-2/3-(15.000000, 20.000000)	-3.936	1.987	1.949	0.000		3.409
6	ЛОВ-3/3-(20.000000, 34.000000)	-1.333	5.667	-4.333	0.000		5.132
7	ИНТ-1/3-(12.000000, 18.000000)	-8.513	1.103	7.410	0.000	0.000	8.019
8	ИНТ-2/3-(18.000000, 21.000000)	-1.551	3.910	-2.359			3.410
9	ИНТ-3/3-(21.000000, 30.000000)	10.064	-5.013	-5.051	0.000	0.000	8.716
10	0-1/3-47.000000, 56.000000	1.269	-2.654	1.385			2.299
11	0-2/3-56.000000, 62.000000	-4.333	3.667	0.667			4.041
12	0-3/3-62.000000, 75.000000	3.064	-1.013	-2.051			2.704
13	ПЕР-1/3-(275.000000, 290.000000)	4.077	-1.615	-2.462	0.000		3.556
14	ПЕР-2/3-(290.000000, 305.000000)	-1.141	-0.372	1.513			1.365
15	ПЕР-3/3-(305.000000, 330.000000)	-2.936	1.987	0.949	0.000		2.595
16	БР-1/3-(0.330000, 2.500000)	3.292	-5.256	1.974	0.000		4.599
17	БР-2/3-(2.500000, 3.670000)	-2.949	1.590	1.359	0.000		2.556
18	БР-3/3-(3.670000, 8.330000)	-0.333	3.667	-3.333	0.000		3.512
19	УР(МИН)-1/3-(33.000000, 46.000000)	5.474	1.705	-7.179			6.497
20	УР(МИН)-2/3-(46.000000, 51.000000)	-0.538	-1.692	2.231			2.016
21	УР(МИН)-3/3-(51.000000, 65.000000)	-4.936	-0.013	4.949	0.000	0.000	4.942
22	УР(МАКС)-1/3-(42.000000, 53.000000)	4.474	1.705	-6.179			5.528
23	УР(МАКС)-2/3-(53.000000, 59.000000)	-2.936	0.987	1.949	0.000		2.588
24	УР(МАКС)-3/3-(59.000000, 81.000000)	-1.538	-2.692	4.231			3.709
25	СЛ-1/3-(100.000000, 100.000000)	0.974	-1.795	0.921			1.155

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных свойств объектов наблюдения рассматривается с единственной точки зрения: с точки зрения того, какое **количество информации** содержится в них о том, к каким обобщающим категориям (классам) будут принадлежать или не принадлежать эти объекты. Поэтому не играет никакой роли, в каких единицах измерения измеряются те или иные свойства объектов наблюдения, а также в каких единицах измеряются результаты

влияния этих свойств, натуральных, в процентах или стоимостных. 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 образом классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также 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. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 8).

3.4. Обобщ форма по достоверности моделей при разн. инт. крит. Текущая модель: "INF1"												
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Фигера Ван Ризбергена	Сумма модул. уровней сход... истинно-полож. решений (STP)	Сумма модул. уровней сход... истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модул. уровней сход... ложно-полож. решений (SFP)	Сумма модул. уровней сход... ложно-отриц. решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сход... истинно-полож. решений	Средний модуль уровней сход... истинно-отриц. решений	Средний модуль уровней сход... ложных решений
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс... и атрибут" в выборке	Корреляция общ. частот с общ. ...	0.540	47.965	2.698	41.423	0.537	1.000	0.698	0.615	0.117	0	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс... и атрибут" в выборке	Сумма общ. частот по признаку	0.500	55.850	89.407	0.384	1.000	0.555	0.716	0	0		
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред. ...	Корреляция усл.отн.частот с о...	0.540	47.965	2.698	41.423	0.537	1.000	0.698	0.615	0.117	0	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред. ...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.500	65.176	107.610	0.377	1.000	0.548	0.836	0	0		
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака	Корреляция усл.отн.частот с о...	0.540	47.965	2.698	41.423	0.537	1.000	0.698	0.615	0.117	0	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.500	65.176	107.610	0.377	1.000	0.548	0.836	0	0		
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.709	32.555	41.393	9.478	0.974	0.775	0.971	0.862	0.452	0.402	0
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	0.741	12.428	44.055	2.188	1.915	0.850	0.866	0.858	0.207	0.334	0
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.709	32.555	41.393	9.478	0.974	0.775	0.971	0.862	0.452	0.402	0
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	0.741	12.428	44.055	2.188	1.915	0.850	0.866	0.858	0.207	0.334	0
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, различия между фактами...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.751	33.200	41.810	8.679	0.965	0.793	0.972	0.873	0.468	0.360	0
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, различия между фактами...	Сумма знаний	0.751	31.912	39.256	8.234	0.890	0.795	0.973	0.875	0.449	0.338	0
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.761	32.392	43.282	7.447	1.079	0.813	0.968	0.884	0.463	0.361	0
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.732	25.294	26.555	7.461	0.694	0.772	0.973	0.861	0.356	0.239	0
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.761	32.392	43.282	7.447	1.079	0.813	0.968	0.884	0.463	0.361	0
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.732	25.294	26.555	7.461	0.694	0.772	0.973	0.861	0.356	0.239	0
9. INF6 - частный критерий: различия и безуслов.вероятностей; вер...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.751	34.155	43.127	8.853	1.162	0.794	0.967	0.872	0.481	0.372	0
9. INF6 - частный критерий: различия и безуслов.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.736	31.528	34.270	9.082	0.869	0.776	0.973	0.864	0.444	0.306	0
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов.вероятностей; ве...	Сумма усл.отн.частот по приз...	0.751	34.155	43.127	8.853	1.162	0.794	0.967	0.872	0.481	0.372	0
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	0.736	31.528	34.270	9.082	0.869	0.776	0.973	0.864	0.444	0.306	0

Рисунок 8. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1-критерию проф. Е.В.Луценко

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Сумма знаний» ($F=0,761$ при максимуме 0,968), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ($L1=0,884$ при максимуме 0,968), что является отличным результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости между атрибутами и их характеристиками.

На рисунке 9 приведено частотное распределение числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации характеристик атрибутов в СК-модели INF3 по данным обучающей выборки:

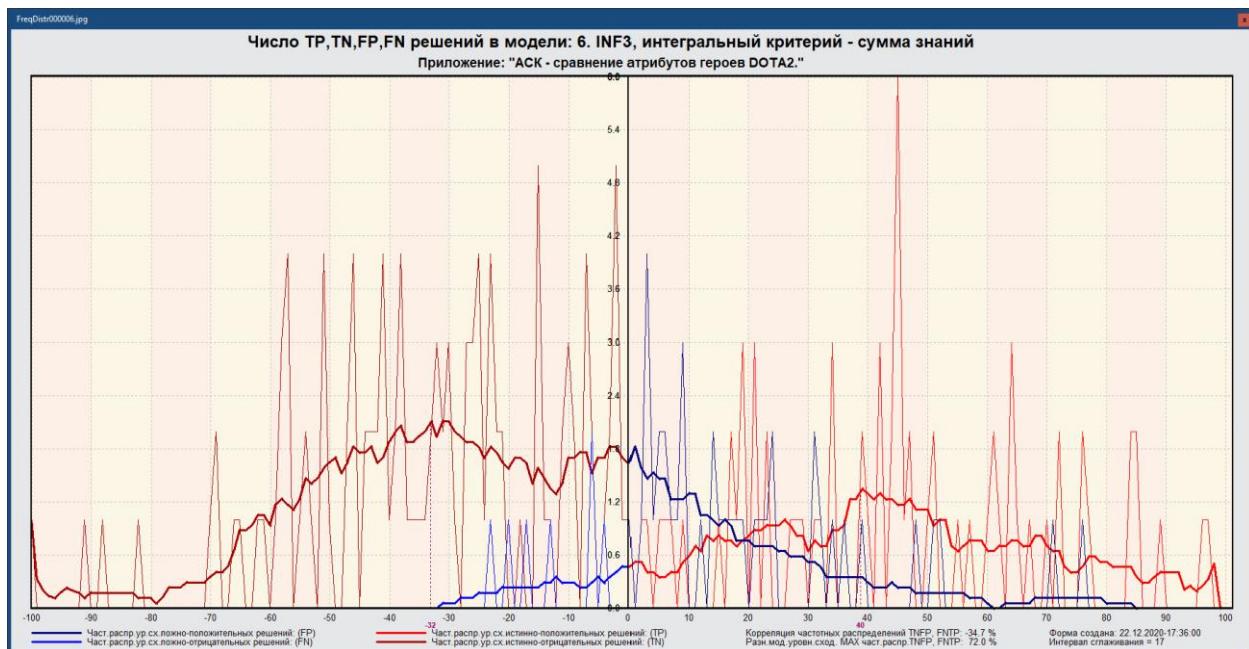


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

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

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

Сдвиг этих распределений относительно друг друга и другие различия между ними и позволяют решать задачу идентификации атрибутов по его характеристикам и другие задачи.

Видно, что для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений, причем при уровнях различия больше примерно 6% ложные отрицательные решения вообще практически отсутствуют.

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

1) при уровнях сходства от 0% до 20% количество ложных решений больше числа истинных;

2) при уровнях сходства от 20% до примерно 85% есть и истинные и ложные положительные решения, но число истинных решений больше числа ложных и доля истинных решений возрастает при увеличении уровня сходства;

3) при уровнях сходства выше 85% ложные положительные решения не встречаются.

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

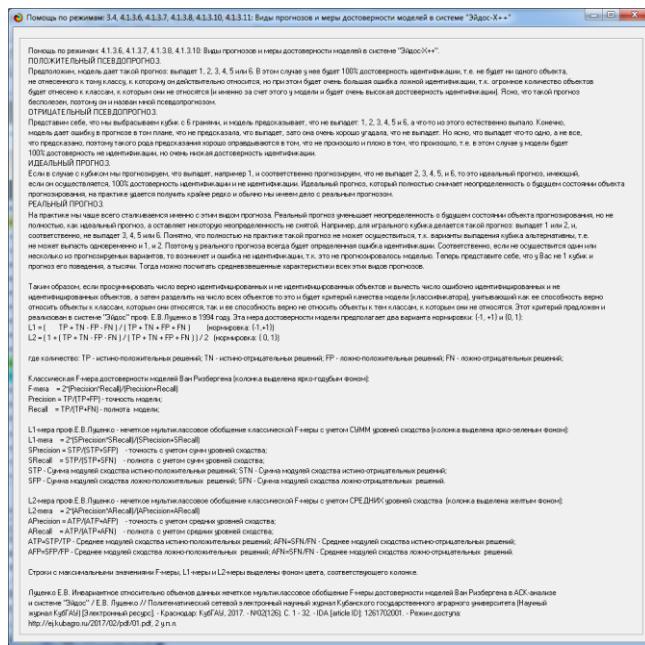
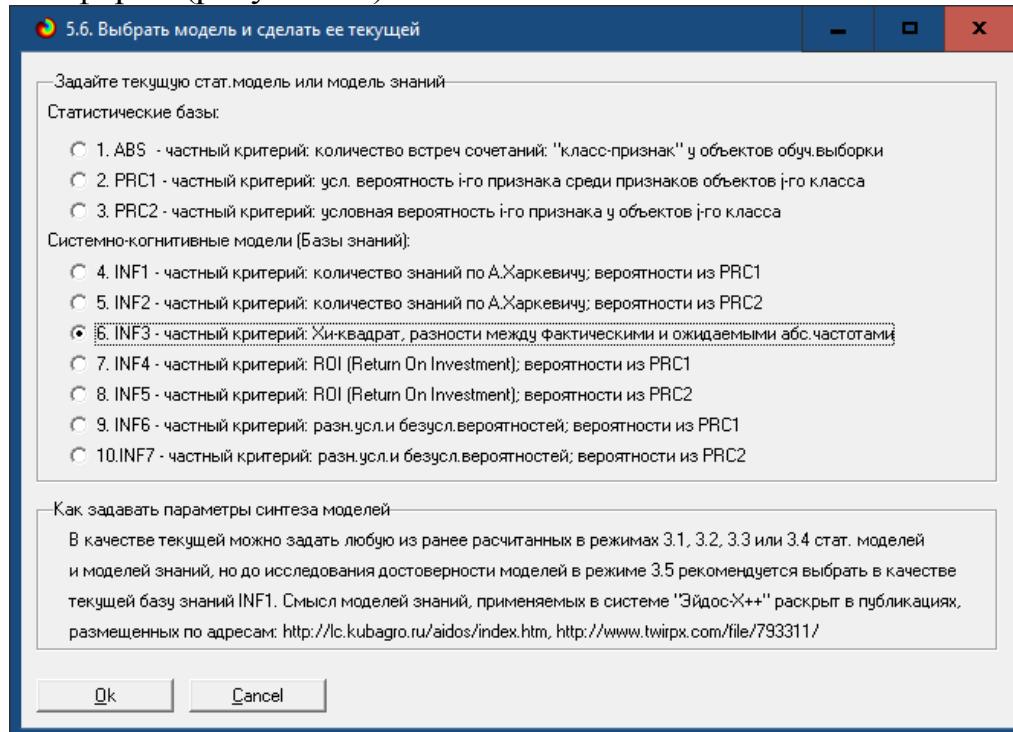


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

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 этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 11):



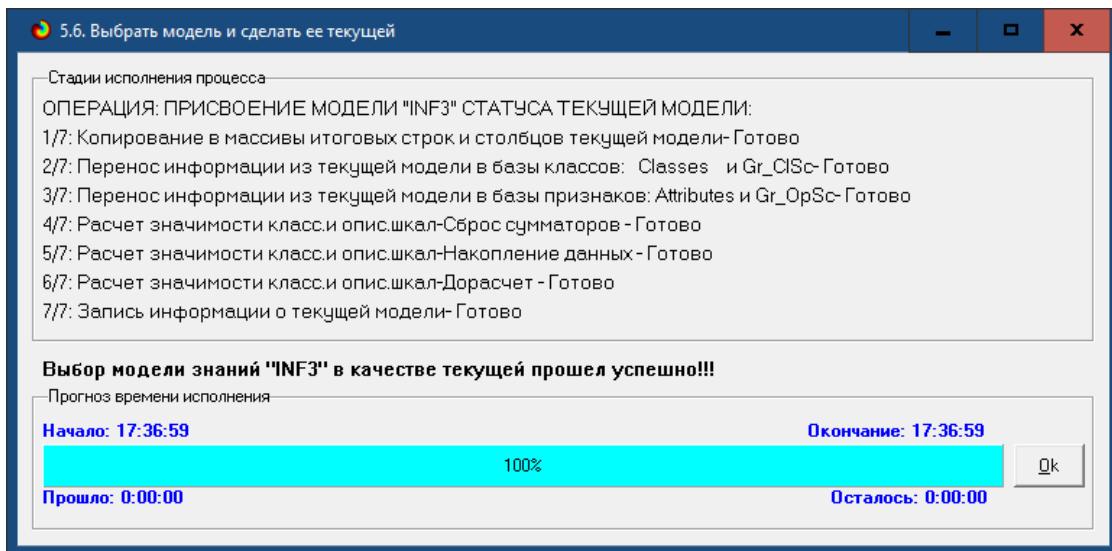


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf3 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу системной идентификации, т.е. сравнение атрибутов на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU (рисунок 12).

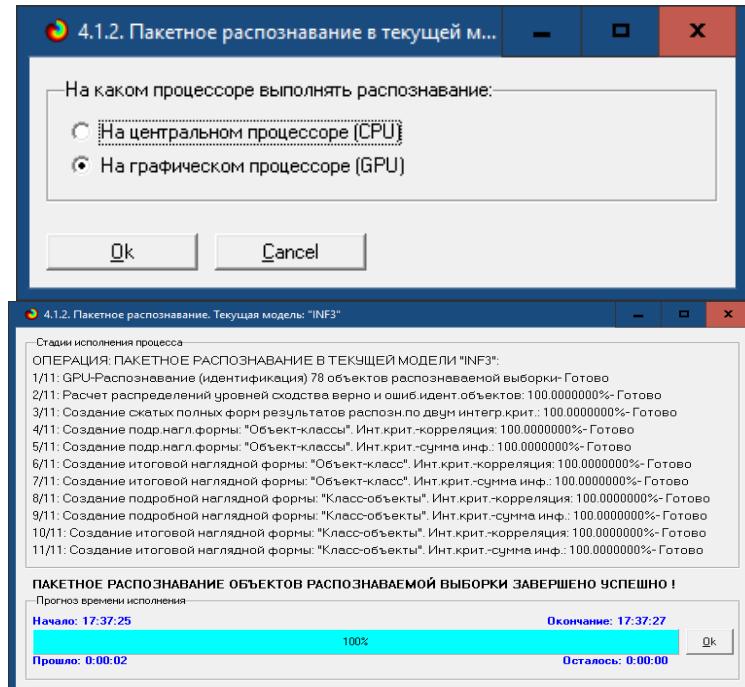


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 2 секунды.

Отметим, что 99% этого времени заняла не сама идентификация 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).

The image displays two software windows side-by-side, both titled "4.1.3.1. Визуализация результатов распознавания в отношении: 'Объект-классы'. Текущая модель: 'INF3'".

Left Window (4.1.3.1.1):

- Table Headers:** Код, Наим.объекта
- Data:** A list of 21 Dota 2 heroes, each with a unique ID (1-21) and name (e.g., Abaddon, Alchemist, Ancient Apparition, etc.).

Right Window (4.1.3.1.2):

- Table Headers:** Код, Наименование класса, Сходство, Ф...
- Section Header:** Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"
- Data:** Three rows of similarity scores for three semantic classes: Сила (Strength), Ловкость (Agility), and Интеллект (Intelligence). The scores range from -47.72... to 41.77... and are accompanied by colored progress bars.
- Section Header:** Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"
- Data:** Three rows of similarity scores for the same semantic classes using the sum of knowledge criterion, with scores ranging from -50.58... to 8.812... and corresponding progress bars.

Bottom Navigation Bar (Left Window): Помощь, 9 классов, Классы с MaxMin УрСх, 9 классов с MaxMin УрСх, ВСЕ классы, ВКЛ. фильтр по класс.шкале, ВыКЛ.фильтр по класс.шкале, Граф диаграммы.

Bottom Navigation Bar (Right Window): Помощь, Поиск объекта, В начало БД, В конец БД, Предыдущая, Следующая, 9 записей, Все записи, Печать XLS, Печать TXT, Печать ALL.

The second window, titled "4.1.3.2. Визуализация результатов распознавания в отношении: 'Класс-объекты'. Текущая модель: 'INF3'", has a similar structure but lists Dota 2 classes instead of heroes.

Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации сравнения атрибутов героев

Символ «✓» стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты идентификации являются отличными, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства выше 85%, т.е., по сути, результаты с более низким уровнем сходства надо просто игнорировать.

Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

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

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния различных значений характеристик атрибутов на его вид.

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, а также препятствующих этому переходу.

На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы наглядно отражающие силу и направление влияния различных значений атрибутов героев.

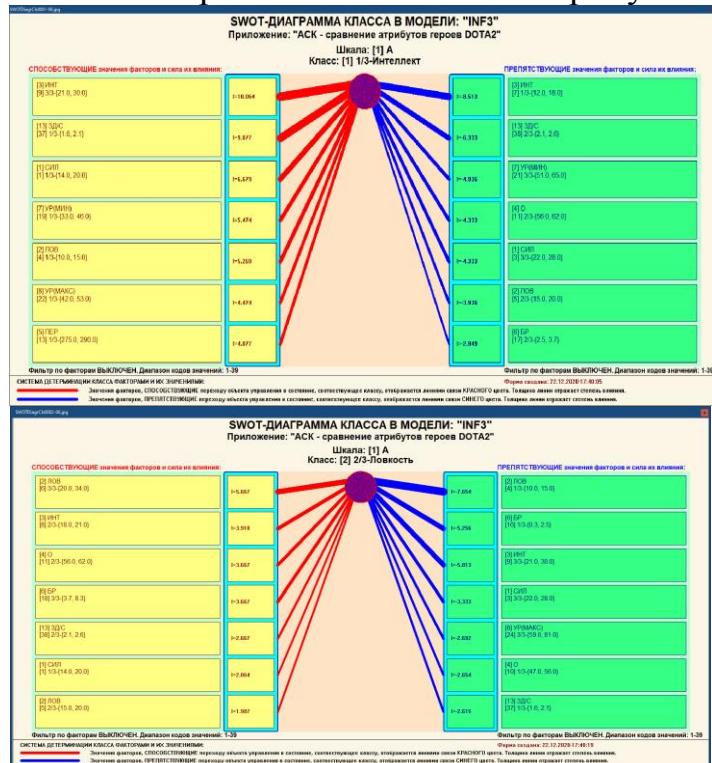


Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации сравнения атрибутов героев

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений атрибутов героев.

Отметим также, что система «Эйдос» обеспечивала решение этой задачи *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.

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

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 имеющаяся в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: \Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\SWOTCls#####Inf3.DBF, где: «#####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

На рисунке 15 приведены примеры нескольких инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных видов атрибутов на его характеристики.

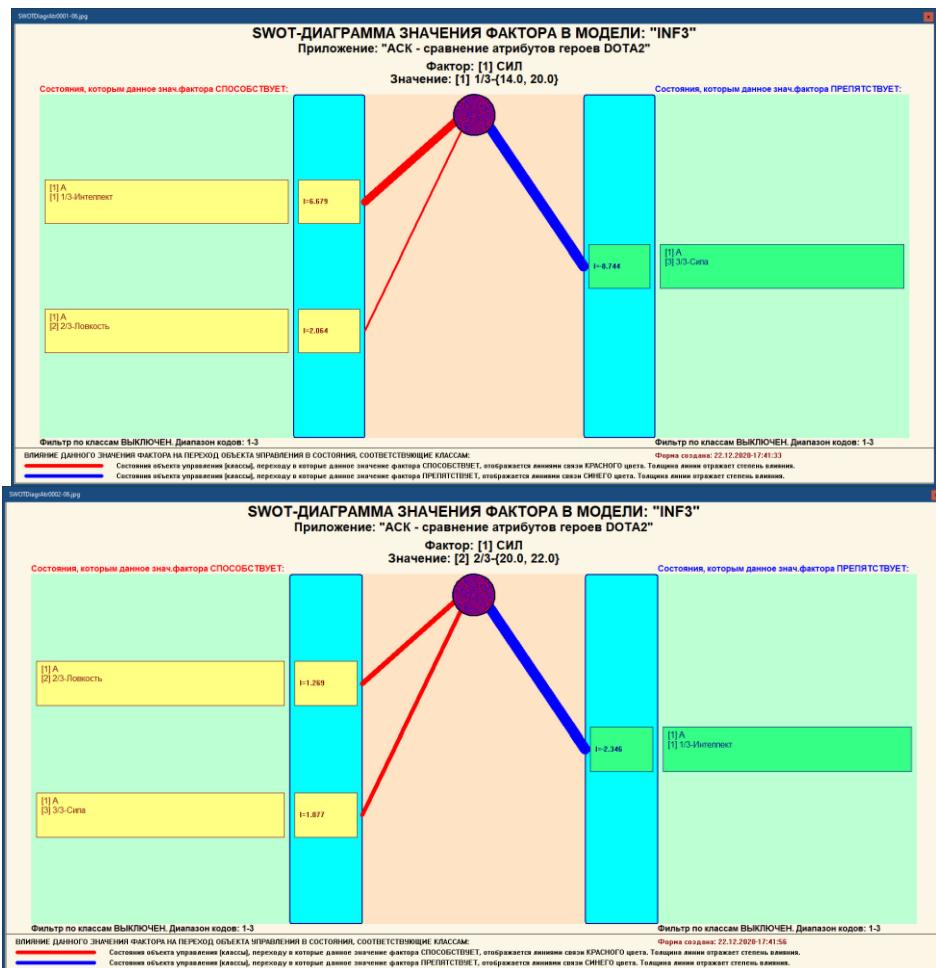


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных атрибутов героев на их характеристики

Из первого примера видно, что наибольшее совпадение у атрибутов интеллект и ловкость.

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным метод 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».

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 атрибутов героев DOTA 2 по связанным с ними значениям их характеристик. Важно, что эти результаты сравнения получены 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.

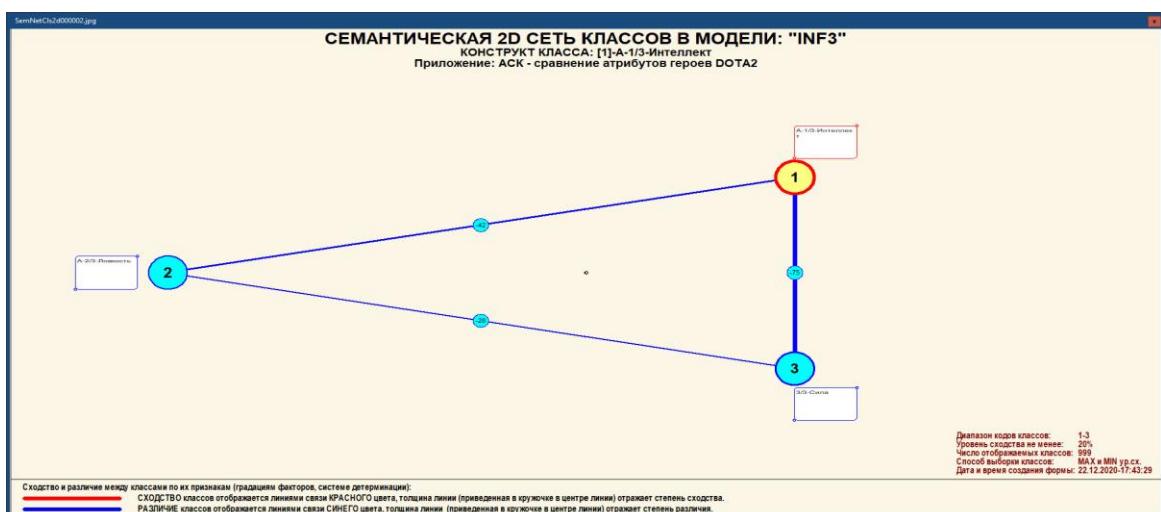


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия атрибутов по связанным с ними значениям их характеристик.

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

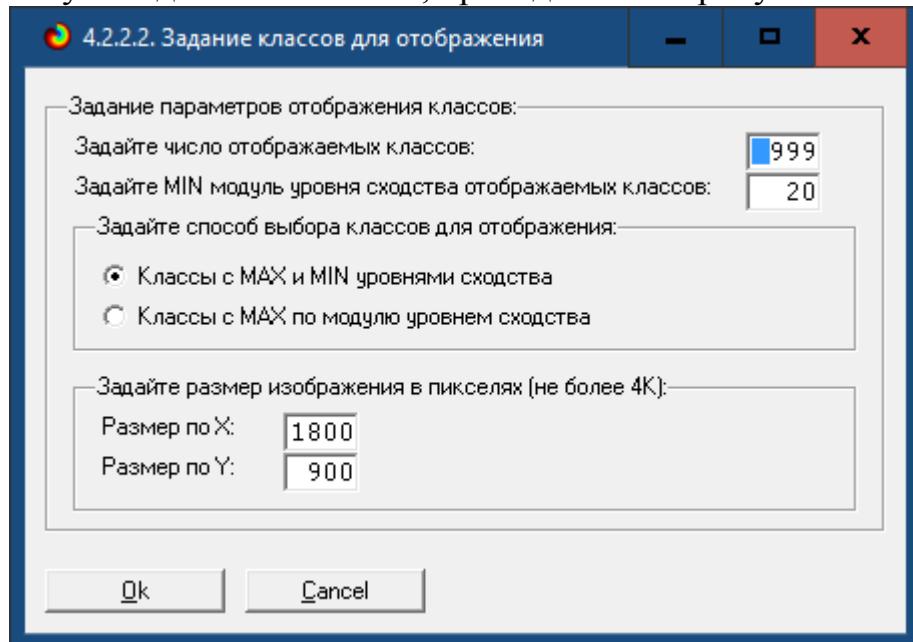


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

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 (рисунок 18):

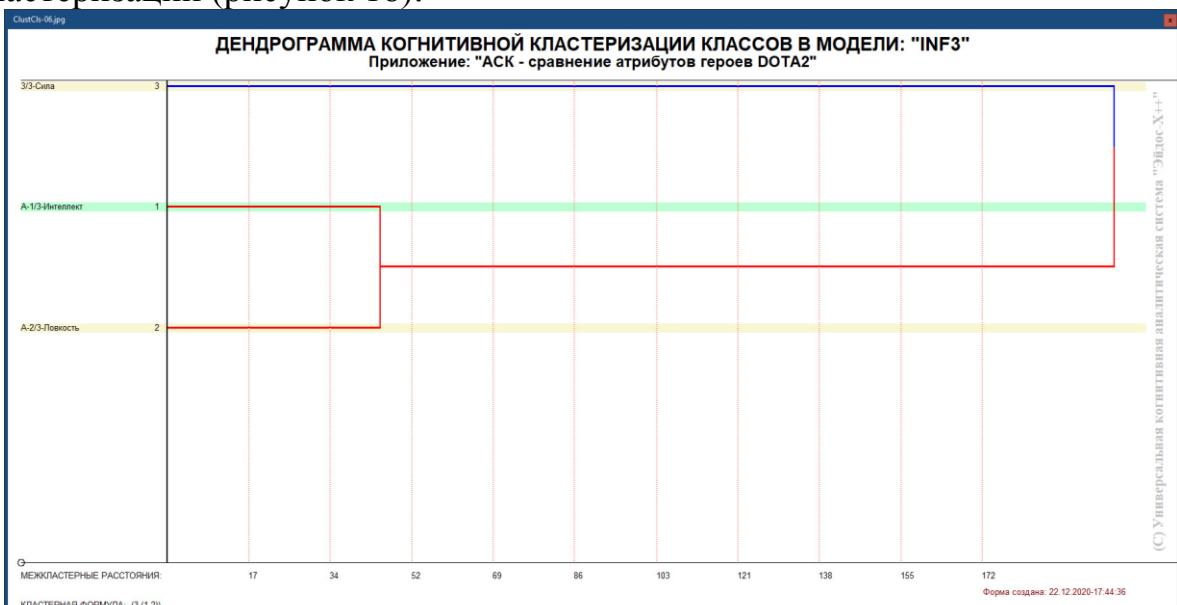


Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие атрибутов

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые атрибуты сходны по детерминирующей их системе значений характеристик, и, следовательно, корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по системе значений этих параметров 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 значения характеристик, 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 классы образуют два противоположных кластера, являющихся полюсами конструкта, по системе значений обуславливающих значениям параметров их характеристик.

На рисунке 19 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

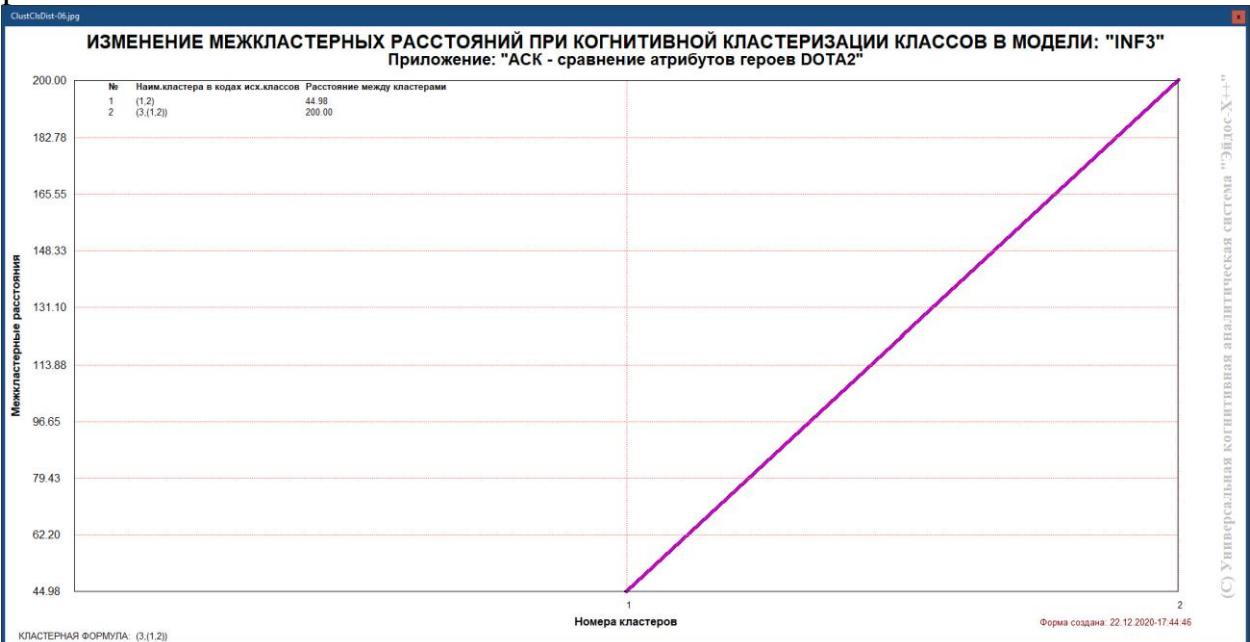


Рисунок 19. График изменения межкластерных расстояний

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений параметров характеристик по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о виде атрибутов. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 20).

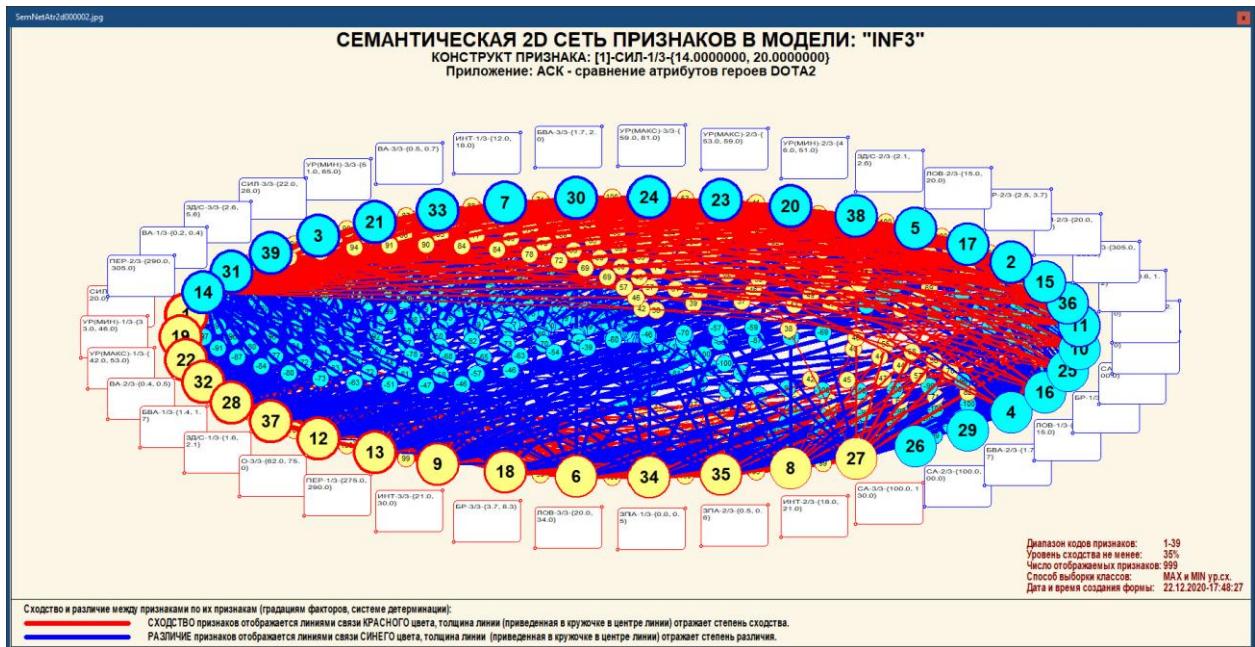


Рисунок 20. сходство/различие признаков атрибутов в соответствии с их характеристиками

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.

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

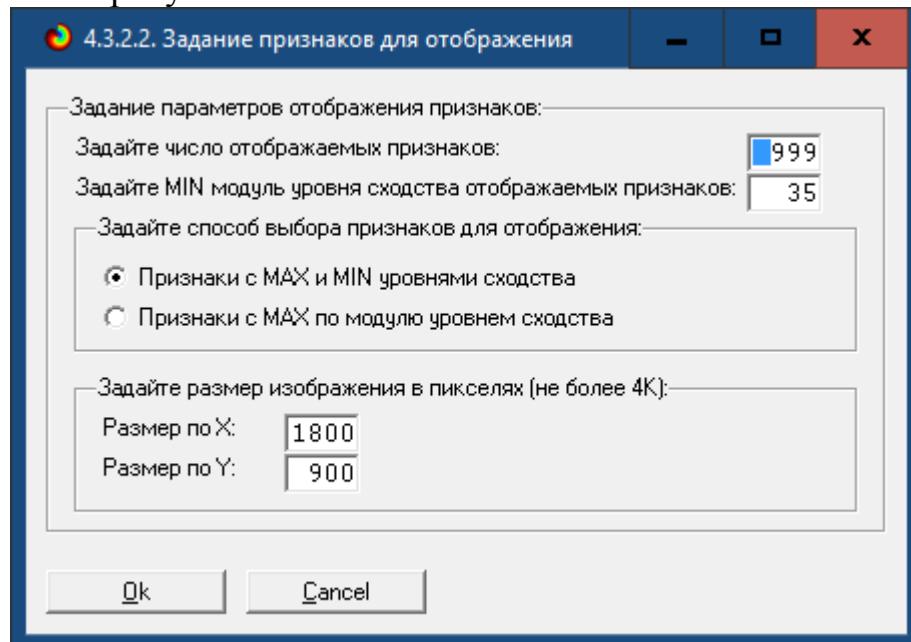


Рисунок 21. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 20

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.

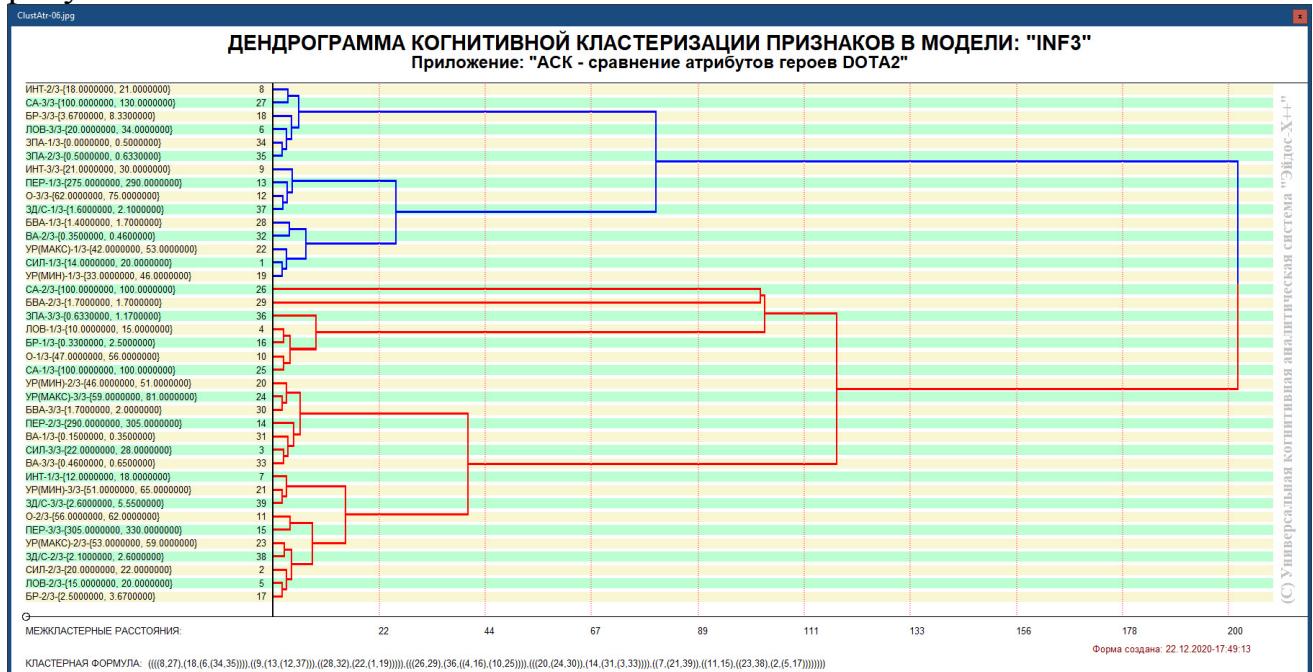


Рисунок 22. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков

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 признаков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации об атрибуатах. **Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 22) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 18 и 20).**

На рисунке 23 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

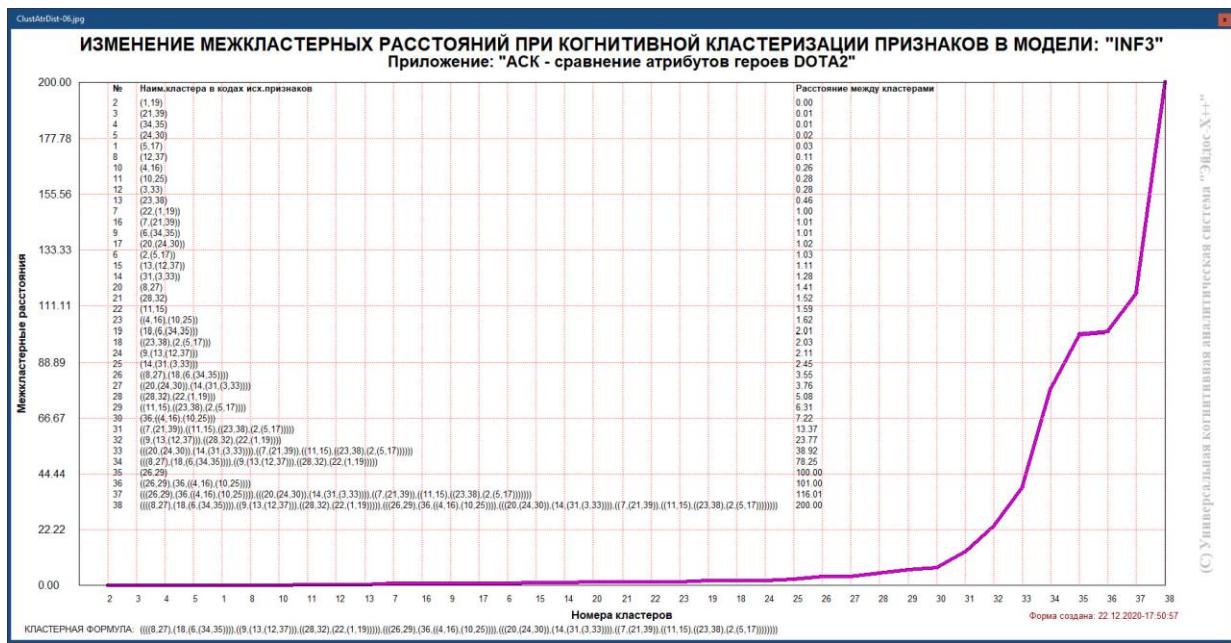


Рисунок 23. График изменения межклusterных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

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

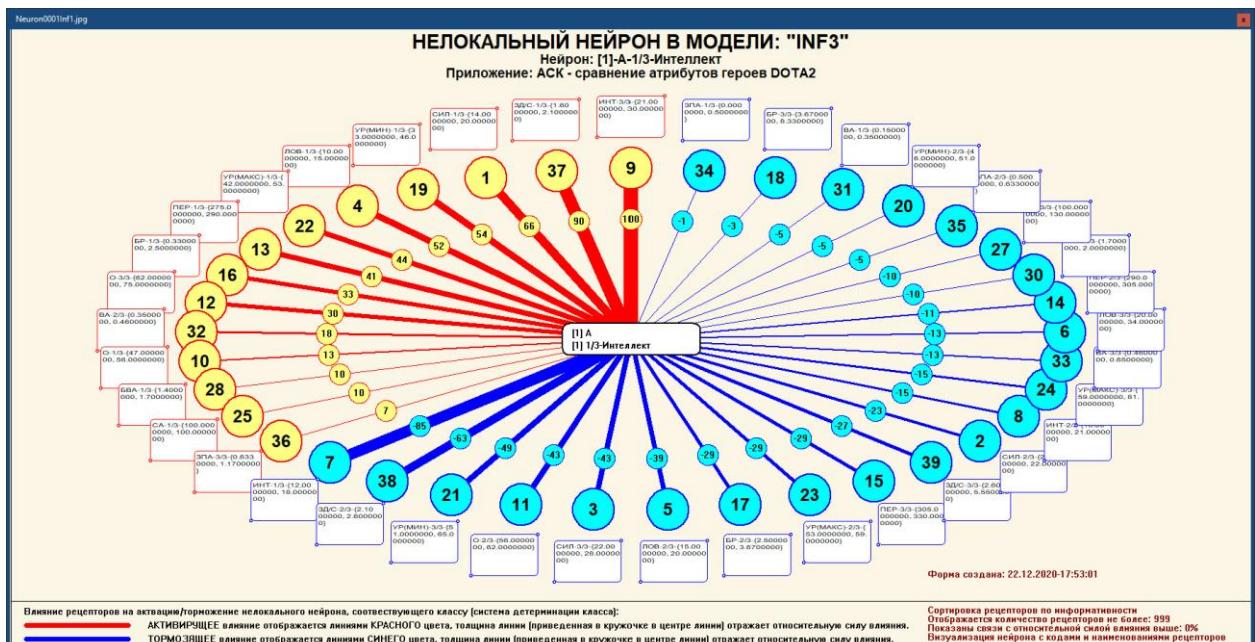


Рисунок 24. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений характеристик атрибутов героев

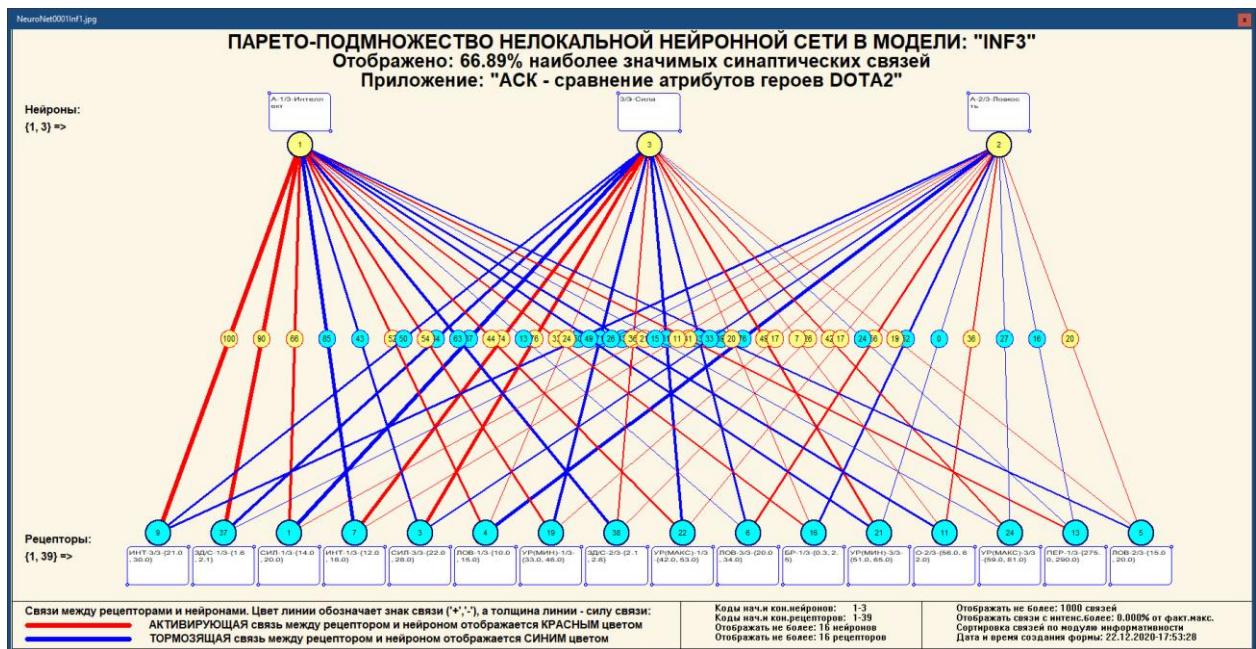


Рисунок 25. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений атрибутов героев (фрагмент 67% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют классу (виду) атрибутов, а рецепторы – их характеристикам. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их значениями факторами, а справа – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к **нечетким декларативным** гибридным моделям и объединяет в себе некоторые 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.

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

- 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, отражающий фрагмент около 67% СК-модели 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.

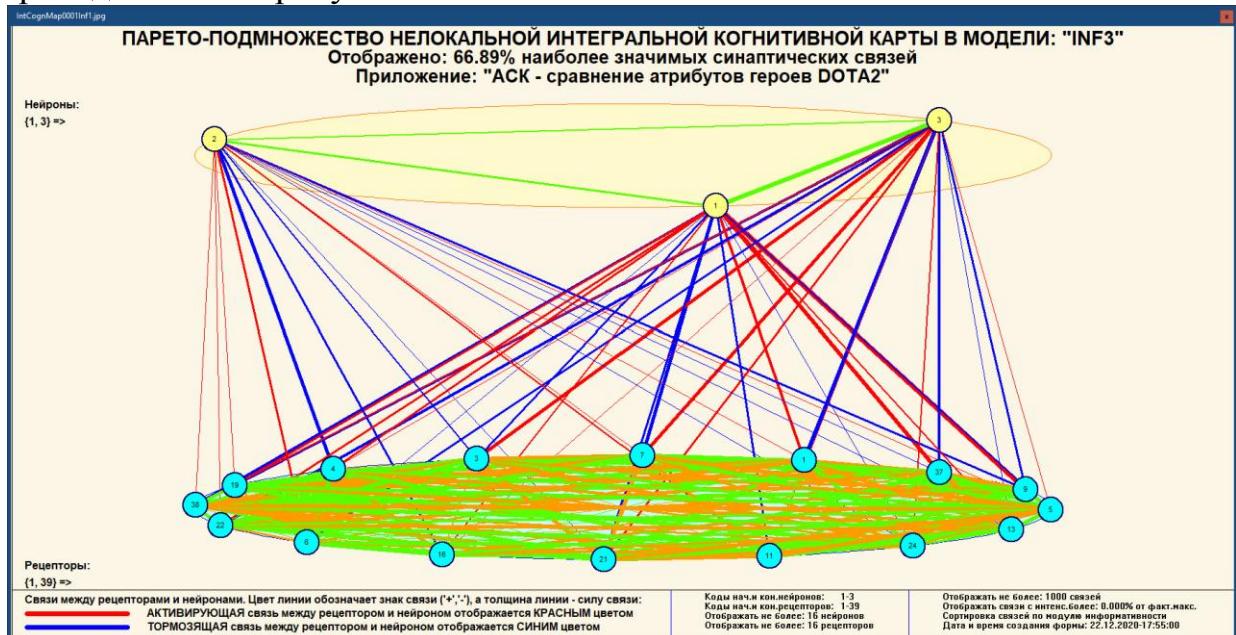


Рисунок 26. Интегральная когнитивная карта (фрагмент)

4.3.7. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 27).

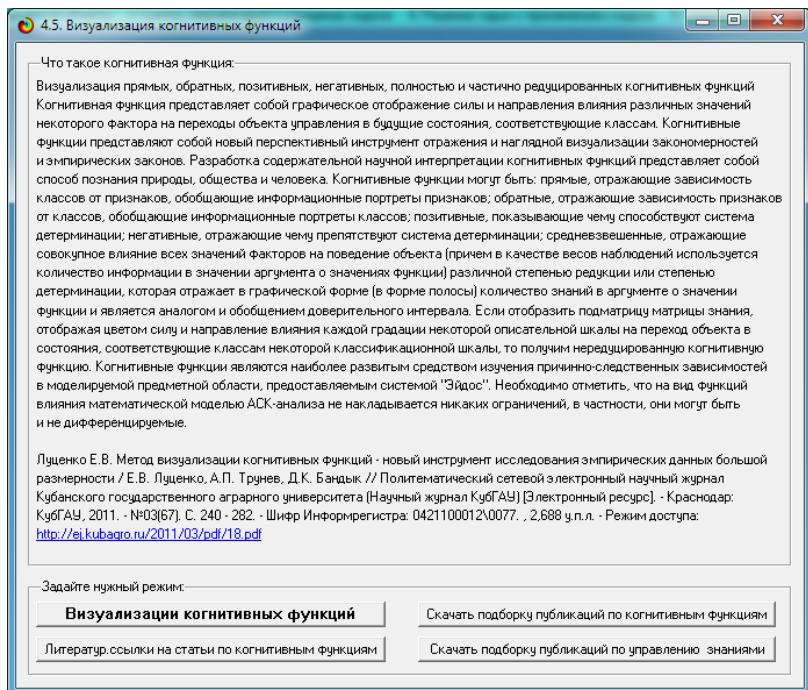


Рисунок 27. Help режима визуализации когнитивных функций

Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора (признаков) на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Классы являются градациями классификационных шкал.

Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации эмпирических 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 (обозначены белой линией); негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации (обозначены черной линией); 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.

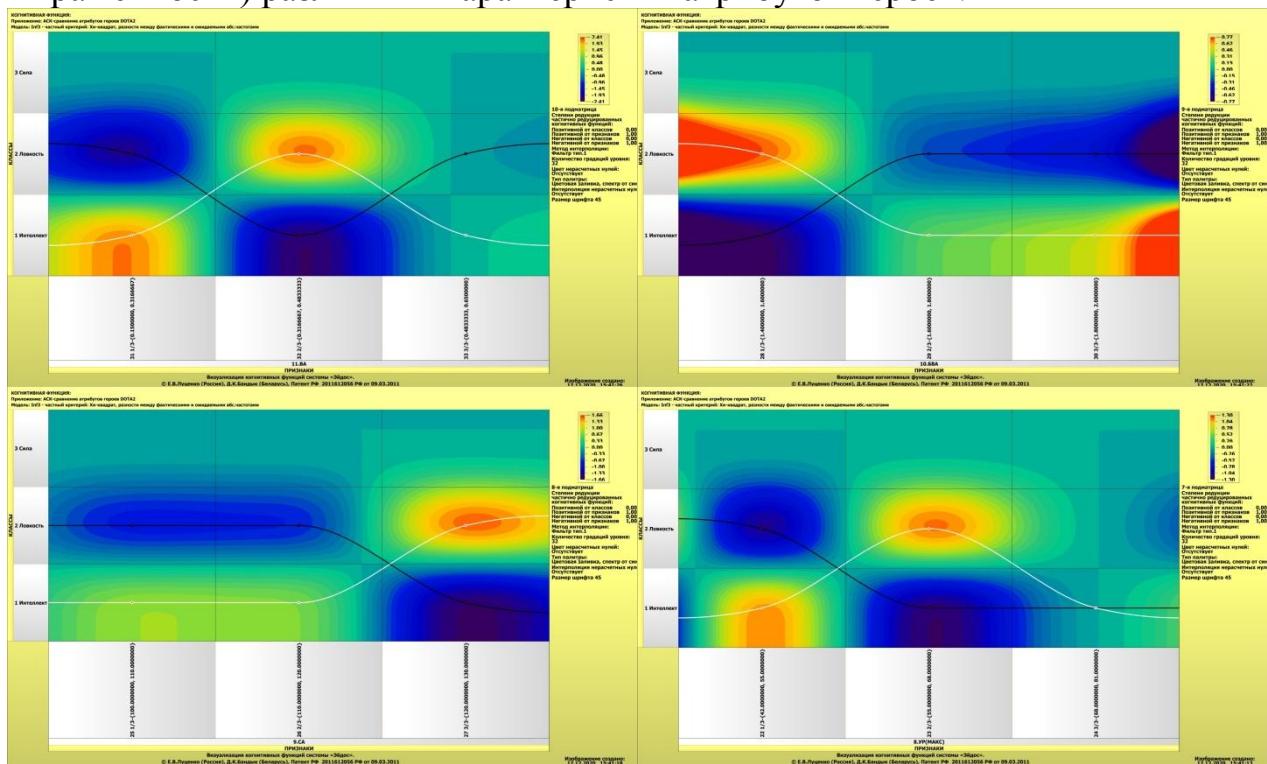
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой

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.

На рисунках 28 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных характеристик атрибутов героев.



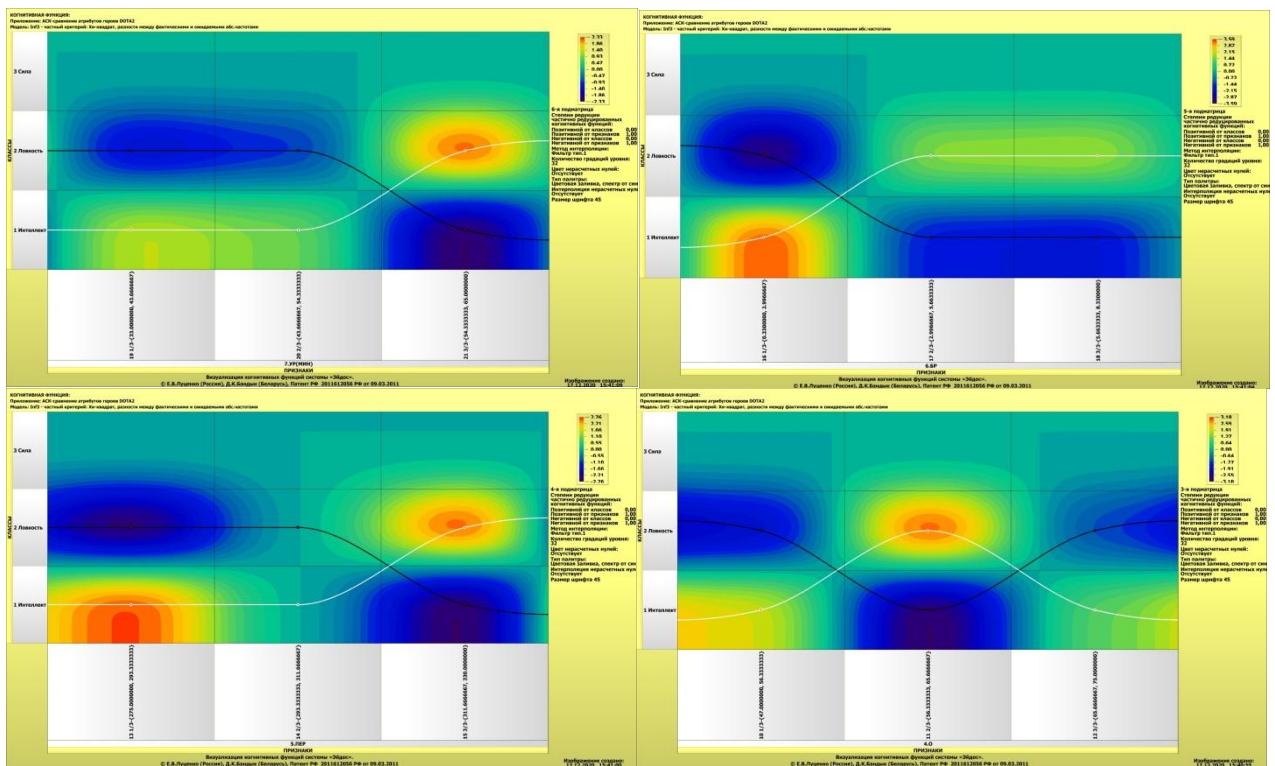


Рисунок 28. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих силу и направление влияния значений характеристик атрибутов героев.

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 28, хорошо видно, что **зависимости между значениями характеристик атрибутов героев и их классом в основном имеют довольно предсказуемый характер**.

4.3.8. Сила и направление влияния значений сравнение атрибутов героев и сила влияния сравнение атрибутов на героев

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

Строки матриц моделей соответствуют значениям факторов, т.е. значениям характеристик атрибутов (градации описательных шкал).

Колонки матриц моделей соответствуют различным классам, отражающим вид атрибутов (градации классификационных шкал).

Числовые значения в ячейках матриц моделей, находящихся на пересечении строк и колонок, отражают направление (знак) и силу влияния конкретного значения характеристики атрибутов, соответствующего сроке, на конкретное значение его класса.

Если какое-то значение характеристики слабо влияет на характеристику атрибутов, 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 какой-либо характеристики способствует получению некоторого определенного атрибута, то в соответствующей этому результату ячейке матрицы модели будут положительные значения, если же понижает – то и значения будут отрицательные.

Из этого следует, что суммарную силу влияния того или иного значения характеристики атрибутов на его класс (т.е. ценность данного значения характеристики для решения задачи квалиметрии и других задач) можно количественно оценивать *степенью вариабельности значений* в строке матрицы модели, соответствующей этому значению характеристики атрибутов.

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 6, 7 содержит количественную оценку вариабельности значений строки модели (среднеквадратичное отклонение), которая и представляет собой ценность значения характеристики атрибутов, соответствующего строке, для решения задачи квалиметрии и 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 6).

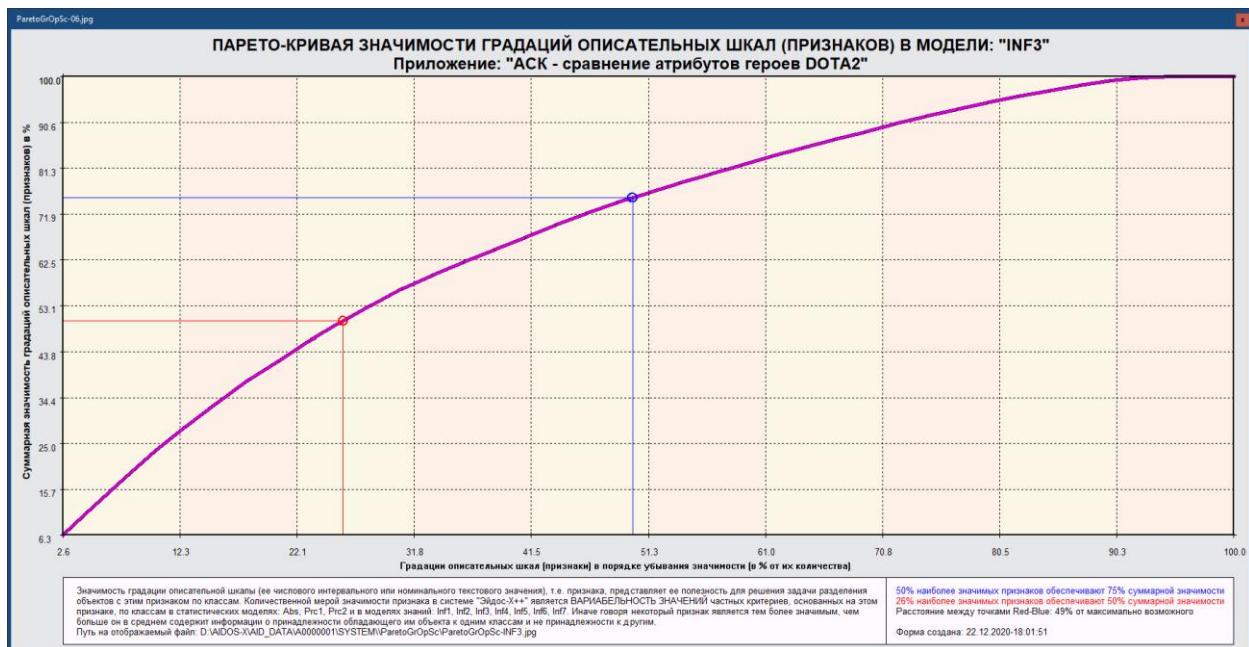


Рисунок 29. Парето-кривая значимости градаций описательных шкал

Таблица 6 – Парето-таблица значимости градаций описательных шкал,
т.е. сила влияния значений характеристик атрибутов
в СК-модели INF3

№	Код	Название признака	Код описательных шкал	Значимость, %	Значимость нарастающим итогом
1	9	ИНТ-3/3-{21.0000000, 30.0000000}	3	6,2789462	6,2789462
2	37	ЗД/С-1/3-{1.6000000, 2.1000000}	13	5,8300363	12,1089824
3	7	ИНТ-1/3-{12.0000000, 18.0000000}	3	5,7766782	17,8856606
4	1	СИЛ-1/3-{14.0000000, 20.0000000}	1	5,7027765	23,5884372
5	4	ЛОВ-1/3-{10.0000000, 15.0000000}	2	4,8869259	28,4753630
6	3	СИЛ-3/3-{22.0000000, 28.0000000}	1	4,7967294	33,2720924
7	19	УР(МИН)-1/3-{33.0000000, 46.0000000}	7	4,6804816	37,9525741
8	22	УР(МАКС)-1/3-{42.0000000, 53.0000000}	8	3,9822938	41,9348679
9	38	ЗД/С-2/3-{2.1000000, 2.6000000}	13	3,9677117	45,9025796
10	6	ЛОВ-3/3-{20.0000000, 34.0000000}	2	3,6968595	49,5994391
11	21	УР(МИН)-3/3-{51.0000000, 65.0000000}	7	3,5604993	53,1599384
12	16	БР-1/3-{0.3300000, 2.5000000}	6	3,3130973	56,4730357
13	11	О-2/3-{56.0000000, 62.0000000}	4	2,9115044	59,3845401
14	24	УР(МАКС)-3/3-{59.0000000, 81.0000000}	8	2,6720719	62,0566120
15	13	ПЕР-1/3-{275.0000000, 290.0000000}	5	2,5617628	64,6183748
16	18	БР-3/3-{3.6700000, 8.3300000}	6	2,5299985	67,1483733
17	8	ИНТ-2/3-{18.0000000, 21.0000000}	3	2,4568713	69,6052446
18	5	ЛОВ-2/3-{15.0000000, 20.0000000}	2	2,4556210	72,0608656
19	32	ВА-2/3-{0.3500000, 0.4600000}	11	2,1772170	74,2380826
20	39	ЗД/С-3/3-{2.6000000, 5.5500000}	13	1,9952394	76,2333220
21	12	О-3/3-{62.0000000, 75.0000000}	4	1,9479271	78,1812492
22	15	ПЕР-3/3-{305.0000000, 330.0000000}	5	1,8694924	80,0507415
23	23	УР(МАКС)-2/3-{53.0000000, 59.0000000}	8	1,8641461	81,9148876
24	17	БР-2/3-{2.5000000, 3.6700000}	6	1,8415637	83,7564513
25	33	ВА-3/3-{0.4600000, 0.6500000}	11	1,6637168	85,4201681
26	10	О-1/3-{47.0000000, 56.0000000}	4	1,6562397	87,0764078

27	28	БВА-1/3-{1.4000000, 1.7000000}	10	1,6308594	88,7072671
28	30	БВА-3/3-{1.7000000, 2.0000000}	10	1,6308594	90,3381265
29	36	ЗПА-3/3-{0.6330000, 1.1700000}	12	1,4996539	91,8377804
30	2	СИЛ-2/3-{20.0000000, 22.0000000}	1	1,4653889	93,3031694
31	20	УР(МИН)-2/3-{46.0000000, 51.0000000}	7	1,4524963	94,7556657
32	35	ЗПА-2/3-{0.5000000, 0.6330000}	12	1,2267940	95,9824597
33	25	СА-1/3-{100.0000000, 100.0000000}	9	1,1211797	97,1036394
34	27	СА-3/3-{100.0000000, 130.0000000}	9	1,1211797	98,2248192
35	14	ПЕР-2/3-{290.0000000, 305.0000000}	5	0,9836699	99,2084891
36	31	ВА-1/3-{0.1500000, 0.3500000}	11	0,5186178	99,7271069
37	34	ЗПА-1/3-{0.0000000, 0.5000000}	12	0,2728931	100,0000000
38	26	СА-2/3-{100.0000000, 100.0000000}	9	0,0000000	100,0000000
39	29	БВА-2/3-{1.7000000, 1.7000000}	10	0,0000000	100,0000000

Из рисунка 29 и таблицы 6 видно, что 75% наиболее ценных для решения задачи идентификации характеристик атрибутов обуславливают 50% суммарной ценности, а 50% суммарной ценности обеспечиваются 25% наиболее ценных атрибутов героев.

Обращаем внимание, что наиболее ценным является ловкость героев, а наименее ценным – задержка перед атакой, причем наименее ценный фактор является бессмысленным.

Из таблицы 6 видно, что наиболее сильное влияние на атрибутов оказывают значения характеристик:

1. ИНТ-3/3-{21.0000000, 30.0000000}
2. ЗД/С-1/3-{1.6000000, 2.1000000}
3. О-2/3-{56.3333333, 65.6666667}

а наиболее низкое:

1. ЗПА-1/3-{0.0000000, 0.5000000}
2. СА-2/3-{100.0000000, 100.0000000}
3. БВА-2/3-{1.7000000, 1.7000000}

Ценность же атрибутов героев (всей описательной шкалы или фактора), для решения этих задач можно количественно оценивать как среднее от ценности значений этого параметра (таблица 7).

Таблица 7 – Парето-таблица значимости описательных шкал,
т.е. сила влияния характеристик атрибутов на их класс
в СК-модели INF3

№	Код	Название описательной шкалы	Значимость, %	Значимость нарастающим итогом
1	3	ИНТ	14,5124957	14,5124957
2	1	СИЛ	11,9648948	26,4773905
3	13	ЗД/С	11,7929872	38,2703778
4	2	ЛОВ	11,0394063	49,3097840
5	7	УР(МИН)	9,6934773	59,0032614
6	8	УР(МАКС)	8,5185117	67,5217731
7	6	БР	7,6846596	75,2064327
8	4	О	6,5156713	81,7221040

9	5	ПЕР	5,4149252	87,1370292
10	11	ВА	4,3595516	91,4965808
11	10	БВА	3,2617186	94,7582994
12	12	ЗПА	2,9993410	97,7576405
13	9	СА	2,2423595	100,0000000

Из таблицы 7 видно, что наиболее сильное влияние атрибутов оказывают интеллект, а наиболее низкое – скорость атаки.

4.3.9. Степень детерминированности атрибутов

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается **степенью вариабельности значений факторов** (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (таблица 8).

В данной работе у нас классами являются атрибуты, а значениями градаций описательных шкал – их характеристики.

На рисунке 30 мы видим Парето-кривую степени детерминированности классов значениями характеристик нарастающим итогом.

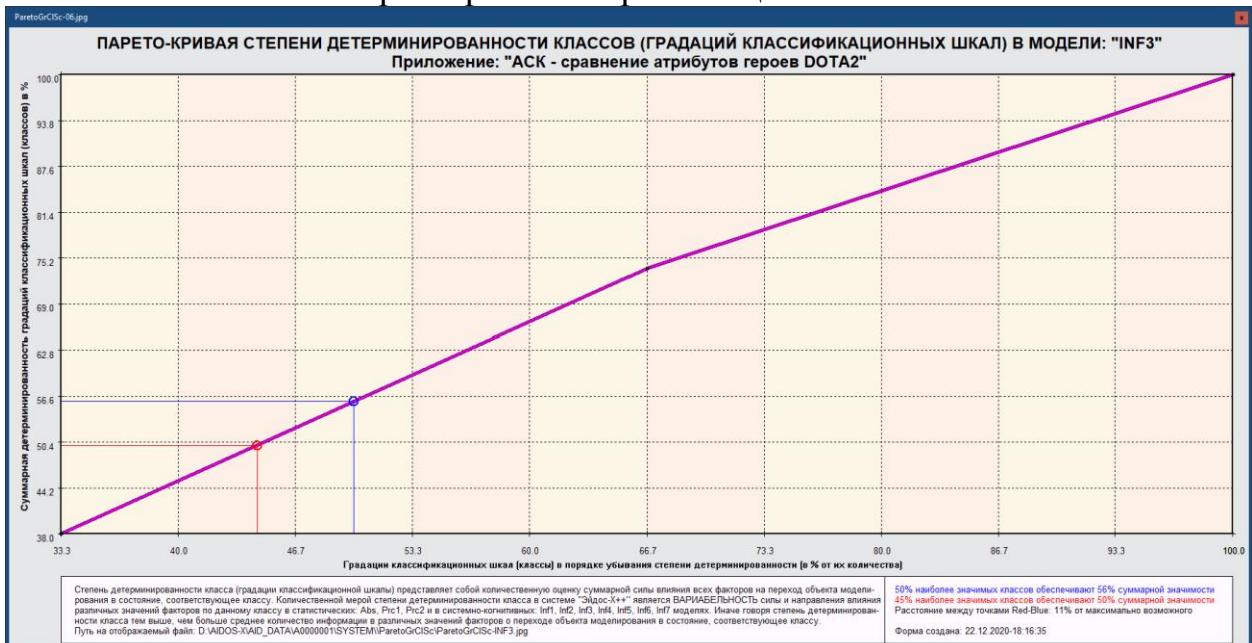


Рисунок 30. Парето-кривая степени детерминированности классов

Таблица 8 – Парето-таблица степеней детерминированности (обусловленности) атрибутов в СК-модели INF3

№	Код класса	Название класса	Значимость, %	Значимость нарастающим итогом
1	1	A-1/3-Интеллект	37,9820570	37,9820570
2	3	3/3-Сила	35,8311152	73,8131722
3	2	A-2/3-Ловкость	26,1868278	100,0000000

Из таблицы 8 мы видим, что значения атрибутов наиболее сильно детерминируют (обуславливают) такие атрибуты, как интеллект, а наиболее

слабо - ловкость. При этом степень детерминированности наиболее и наименее детерминированных классов отличается в полтора раза, что довольно существенно.

Чем выше степень детерминированности атрибута значениями его характеристик, тем легче определить этот класс по параметрам атрибутов.

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, 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 атрибутам, изучено влияние сравнение атрибутов героев DOTA 2 на эти классы, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

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): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
2. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012(0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.
3. Lutsenko E. V. System analysis and decision-making (Automated system-cognitive analysis and solving problems of identification, decision-making and research of the simulated subject area): textbook / E. V. Lutsenko. - Krasnodar: ECSC "Eidos", 2020. - 1031 p. // August 2020, DOI: [10.13140/RG.2.2.27247.05289](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27247.05289), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), <https://www.researchgate.net/publication/343998862 SYSTEM ANALYSIS AND DECISION MAKING Automated system-cognitive analysis and solving problems of identification decision-making and research of the simulated subject area>, см. учебный вопрос-2.8.5. Повышение уровня системности объекта управления как цель управления.

4. Lutsenko E.V. On higher forms of consciousness, the prospects of man, technology and society (selected works) // August 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.21336.24320](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21336.24320), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), <https://www.researchgate.net/publication/335057548 On HIGHER FORMS of CONSCIOUSNESS the PROSPECTS of MAN TECHNOLOGY AND SOCIETY selected works>

5. Lutsenko E.V. ABOUT THE INTERFACE: "SOUL-COMPUTER» (artificial intelligence: problems and solutions within the system information and functional paradigm of society development) // April 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.23132.85129](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23132.85129), https://www.researchgate.net/publication/332464278_ABOUT_THE_INTERFACE_SOUL-COMPUTER_artificial_intelligence_problems_and_solutions_within_the_system_information_and_functional_paradigm_of_society_development

6. 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>

7. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – №05(021). С. 355 – 374. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0089, IDA [article ID]: 0210605031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>, 1,25 у.п.л.

8. Луценко Е.В. Существование, несуществование и изменение как эмерджентные свойства систем // Квантовая Магия, том 5, вып. 1, стр. 1215-1239, 2008. <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>

9. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.

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

11. Страница проф.Е.В.Луценко: https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko

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. ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О.Г. КУКОСЯНА // – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20266263>

14. Луценко Е.В. Формирование субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности сознанием человека и неоправданное приятие им онтологического статуса (гипостазирование) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1131509001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.

15. Луценко Е.В. Принципы и перспективы корректной содержательной интерпретации субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности, формируемых сознанием человека / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №01(115). С. 22 – 75. – IDA [article ID]: 1151601003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/01/pdf/03.pdf>, 3,375 у.п.л.

16. Луценко Е.В. Сценарный АСК-анализ как метод разработки на основе эмпирических данных базисных функций и весовых коэффициентов для разложения в ряд функции состояния объекта или ситуации по теореме А.Н.Колмогорова (1957) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №07(161). С. 76 – 120. – IDA [article ID]: 1612007009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/07/pdf/09.pdf>, 2,812 у.п.л.

17. Луценко Е.В. Системное обобщение принципа Эшби и повышение уровня системности модели объекта познания как необходимое условие адекватности процесса его познания / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №09(163). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/09.pdf>, 2,125 у.п.л. – IDA [article ID]: 1632009009. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-163-009>

18. Луценко Е.В. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Е.К. Печурин, А.Э. Сергеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №06(160). С. 95 – 114. – IDA [article ID]: 1602006009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/06/pdf/09.pdf>, 1,25 у.п.л.

19. Ссылка на подборку публикаций проф.Е.В.Луценко с соавторами по информационным мерам сложности систем (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm