

УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ рейтинга шоколадных батончиков

Кузьменко Даниил Евгеньевич
студент факультета ПИ, группы ИТ2003
danya.kuzmenko.2014@mail.ru

Смирнова Диана Александровна
студентка факультета ПИ, группы ИТ2003
diana_alex2002@mail.ru

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

Целью данной работы является изучение рейтинга шоколадных батончиков. 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 (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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

Automated system-cognitive analysis of the rating of chocolate bars

Kuzmenko Daniil Evgenievich
student of the faculty of PI, group IT2003
danya.kuzmenko.2014@mail.ru

Smirnova Diana Alexandrovna
student of the faculty of PI, group IT2003
diana_alex2002@mail.ru

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

The purpose of this work is to study the rating of chocolate bars. 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.....	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	16
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)	16
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)	18
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели	20
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов.....	21
4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов.....	22
4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов	24
4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов	25
4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети.....	26
4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты.....	28
4.3.7. Когнитивные функции	28
7. ВЫВОДЫ.....	32
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	33

Введение

Целью данной работы является изучение рейтинга шоколадных батончиков.

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.

АСК-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 (АСК-анализ), который 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»).

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>). Система «Эйдос» является автоматизированной системой, т.е. предполагает непосредственное участие человека в реальном времени при решении задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области (автоматические системы работают без такого участия человека);

- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt): открытая лицензия: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со стороны первичного правообладателя – автора системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 30 свидетельств РосПатента РФ);

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

- 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 (в настоящее время их 31 и 242, соответственно) (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;

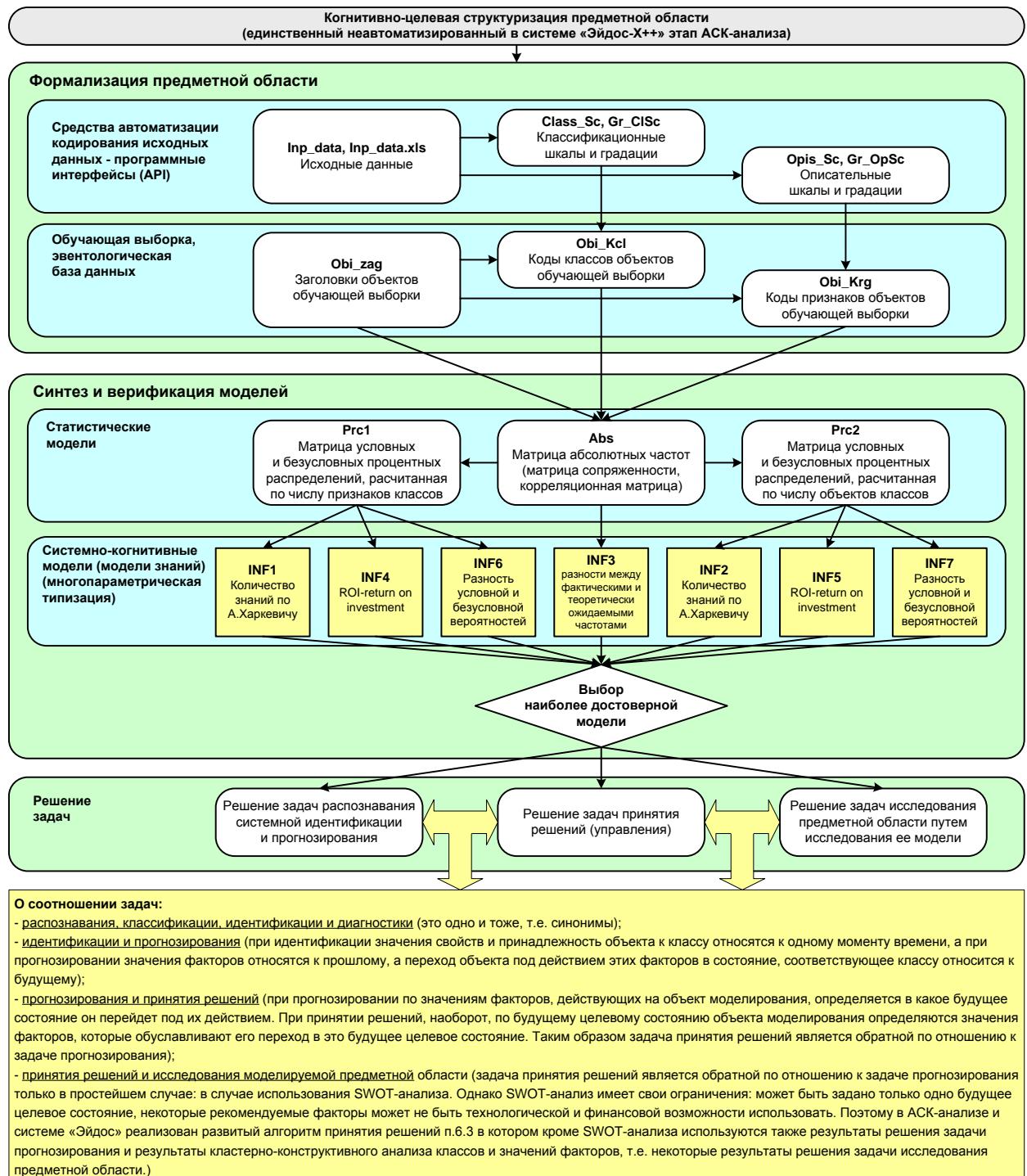
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) 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 неформализуем 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 являются 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 конкретное происхождение бобов или название батончика (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – его рейтинг, компанию, дату производства, процент шоколада, место производства(страна), тип бобов, происхождение бобов(таблица 2):

Таблица 1– Классификационная шкала

Код	Наименование
1	Category

Таблица2– Описательные шкалы

Код	Наименование
1	Rating
2	Company
3	Date
4	Cocoa percent
5	Company, location
6	Bean, type
7	Broad bean, origin

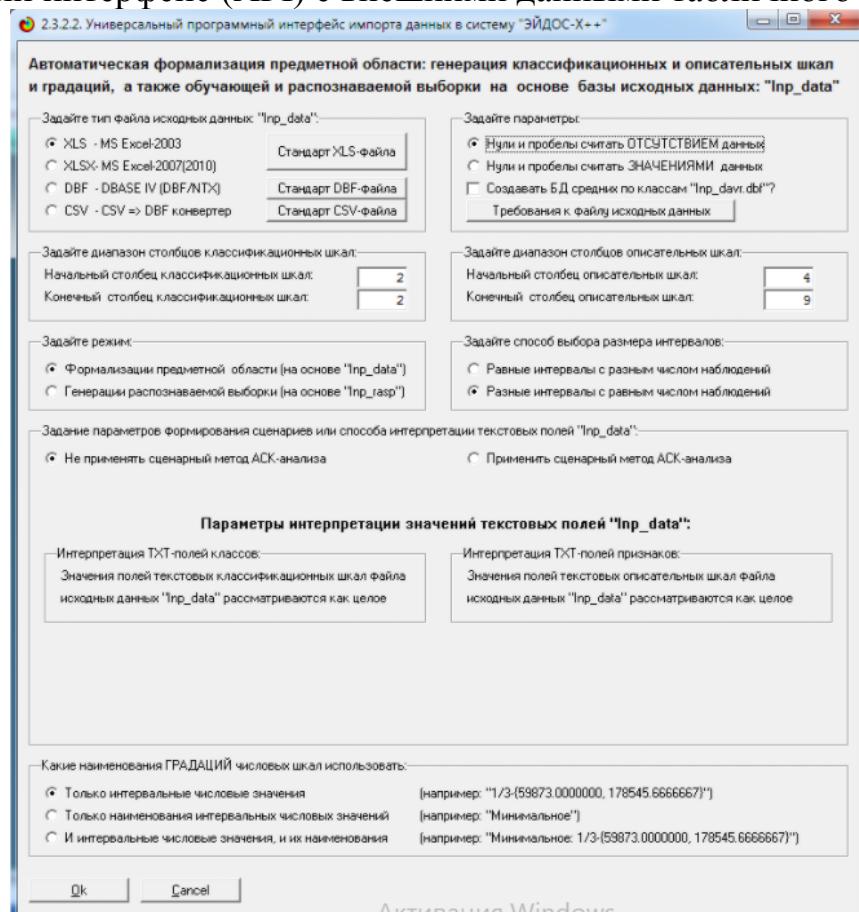
Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

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

1	Specific Bean Origin, or Bar Name	Rating	Company ^Â , (Maker-if known)	REF	w. Date	Cocoa. Percent	Company, Location	Bean, Type	Broad Bean, Origin
2	Agua Grande	3.75	A. Morin	1876	2016	63	France	A	Sao Tome
3	Kpime	2.75	A. Morin	1878	2015	70	France	A	Togo
4	Atsane	3.00	A. Morin	1878	2015	70	France	A	Togo
5	Akata	3.50	A. Morin	1880	2015	70	France	A	Togo
6	Quilla	3.50	A. Morin	1704	2015	70	France	A	Peru
7	Carenero	2.75	A. Morin	1315	2014	70	France	Criollo	Venezuela
8	Cuba	3.50	A. Morin	1315	2014	70	France	A	Cuba
9	Sur del Lago	3.50	A. Morin	1315	2014	70	France	Criollo	Venezuela
10	Puerto Cabello	3.75	A. Morin	1319	2014	70	France	Criollo	Venezuela
11	Pabilio	4.00	A. Morin	1319	2014	70	France	A	Peru
12	Panama	2.75	A. Morin	1011	2013	70	France	A	Panama
13	Madagascar	3.00	A. Morin	1011	2013	70	France	Criollo	Madagascar
14	Brazil	3.25	A. Morin	1011	2013	70	France	A	Brazil
15	Equateur	3.75	A. Morin	1011	2013	70	France	A	Ecuador
16	Colombie	2.75	A. Morin	1015	2013	70	France	A	Colombia
17	Birmanie	3.00	A. Morin	1015	2013	70	France	A	Burma
18	Papua New Guinea	3.25	A. Morin	1015	2013	70	France	A	Papua New Guinea
19	Chuao	4.00	A. Morin	1015	2013	70	France	Trinitario	Venezuela
20	Piura	3.25	A. Morin	1019	2013	70	France	A	Peru
21	Chanchamayo Province	3.50	A. Morin	1019	2013	70	France	A	Peru
22	Chanchamayo Province	4.00	A. Morin	1019	2013	63	France	A	Peru
23	Bolivia	3.50	A. Morin	797	2012	70	France	A	Bolivia
24	Peru	3.75	A. Morin	797	2012	63	France	A	Peru
25	Chulucanas, El Platanal	3.75	Acalli	1462	2015	70	U.S.A.	A	Peru
26	Tumbes, Norandino	3.75	Acalli	1470	2015	70	U.S.A.	Criollo	Peru
27	Vanua Levu	2.75	Adi	705	2011	60	Fiji	Trinitario	Fiji
28	Vanua Levu, Toto-A	3.25	Adi	705	2011	80	Fiji	Trinitario	Fiji
29	Vanua Levu	3.50	Adi	705	2011	88	Fiji	Trinitario	Fiji
30	Vanua Levu, Ami-Ami-CA	3.50	Adi	705	2011	72	Fiji	Trinitario	Fiji
31	Los Rios, Quevedo, Arriba	2.75	Aequare (Gianduia)	370	2009	55	Ecuador	Forastero (Arriba)	Ecuador
32	Los Rios, Quevedo, Arriba	3.00	Aequare (Gianduia)	370	2009	70	Ecuador	Forastero (Arriba)	Ecuador
33	Tabasco	3.00	Ah Cacao	318	2009	70	Mexico	Criollo	Mexico
34	Bali (west), Sukrama Family, Melaya area	3.75	Akesson's (Pralus)	638	2011	75	Switzerland	Trinitario	Indonesia
35	Madagascar, Ambolikapiky P.	2.75	Akesson's (Pralus)	502	2010	75	Switzerland	Criollo	Madagascar
36	Monte Alegre, D. Badero	2.75	Akesson's (Pralus)	508	2010	75	Switzerland	Forastero	Brazil
37	Trinite	2.75	Alain Ducasse	1215	2014	85	France	Trinitario	Trinidad
38	Vietnam	2.75	Alain Ducasse	1215	2014	75	France	Trinitario	Vietnam
39	Madagascar	3.00	Alain Ducasse	1215	2014	75	France	Trinitario	Madagascar
40	Chuao	2.50	Alain Ducasse	1081	2013	75	France	Trinitario	Venezuela

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.



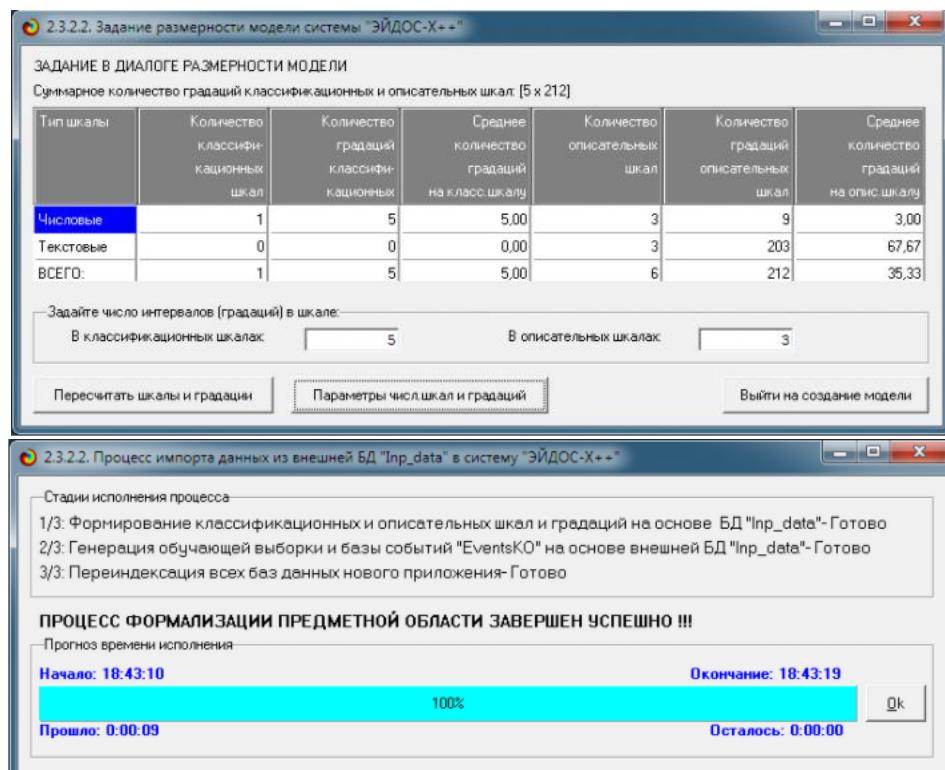


Рисунок 3. Экранные формы программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

Обратим внимание на то, что заданы аддитивные интервалы, учитывающие 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.

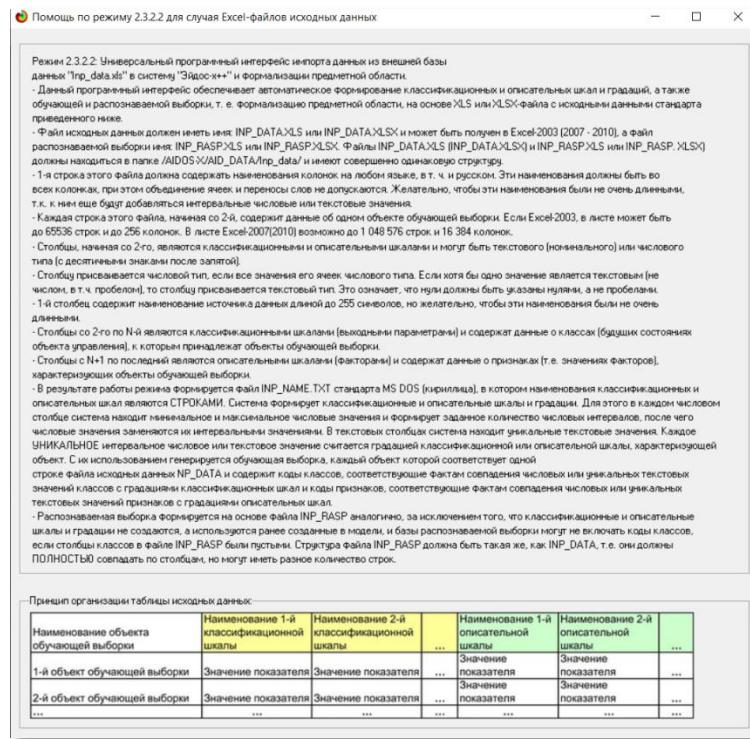


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 4 (таблица 3) и 15 описательных шкал с суммарным числом градаций 45 (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 – Название шоколадного батончика

Код	Название
1	Aqua Grande
2	Kprime
3	Atsane
4	Akata

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации (характеристики оружия)

Код	Название
1	1REF-1/3-{5.0000000, 741.0000000}
2	2REF-2/3-{741.0000000, 1371.0000000}
3	3REF-3/3-{1371.0000000, 1952.0000000}
4	4REVIEW, DATE-1/3-{2006.0000000, 2011.0000000}
5	5REVIEW, DATE-2/3-{2011.0000000, 2014.0000000}
6	6REVIEW, DATE-3/3-{2014.0000000, 2017.0000000}
7	7COCOA, PERCENT-1/3-{42.0000000, 70.0000000}
8	8COCOA, PERCENT-2/3-{70.0000000, 72.0000000}
9	9COCOA, PERCENT-3/3-{72.0000000, 100.0000000}
10	10COMPANY, LOCATION-1/60-Amsterdam
11	11COMPANY, LOCATION-2/60-Argentina
12	12COMPANY, LOCATION-3/60-Australia
13	13COMPANY, LOCATION-4/60-Austria
14	14COMPANY, LOCATION-5/60-Belgium
15	15COMPANY, LOCATION-6/60-Bolivia
16	16COMPANY, LOCATION-7/60-Brazil
17	17COMPANY, LOCATION-8/60-Canada

18	18COMPANY, LOCATION-9/60-Chile
19	19COMPANY, LOCATION-10/60-Colombia
20	20COMPANY, LOCATION-11/60-Costa Rica
21	21COMPANY, LOCATION-12/60-Czech Republic
22	22COMPANY, LOCATION-13/60-Denmark
23	23COMPANY, LOCATION-14/60-Dominican Republic
24	24COMPANY, LOCATION-15/60-Ecuador
25	25COMPANY, LOCATION-16/60-Ecuador
26	26COMPANY, LOCATION-17/60-Fiji
27	27COMPANY, LOCATION-18/60-Finland
28	28COMPANY, LOCATION-19/60-France
29	28COMPANY, LOCATION-19/60-France
30	30COMPANY, LOCATION-21/60-Ghana
31	31COMPANY, LOCATION-22/60-Grenada
32	32COMPANY, LOCATION-23/60-Guatemala
33	33COMPANY, LOCATION-24/60-Honduras
34	34COMPANY, LOCATION-25/60-Hungary
35	35COMPANY, LOCATION-26/60-Iceland
36	36COMPANY, LOCATION-27/60-India
37	37COMPANY, LOCATION-28/60-Ireland
38	38COMPANY, LOCATION-29/60-Israel
39	39COMPANY, LOCATION-30/60-Italy
40	40COMPANY, LOCATION-31/60-Japan
41	41COMPANY, LOCATION-32/60-Lithuania
42	42COMPANY, LOCATION-33/60-Madagascar
43	43COMPANY, LOCATION-34/60-Martinique
44	44COMPANY, LOCATION-35/60-Mexico
45	45COMPANY, LOCATION-36/60-Netherlands

Таблица 5 – Обучающая выборка

Nº	Наименование объекта	2. RATING	4. REF	5. REVIEW, DATE	6. COCOA, PERCENT	7. COMPANY, LOCATION	8. BEAN, TYPE	9. BROAD BEAN, ORIGIN
1	Agua Grande	5	3	6	7	28	71	181
2	Kprime	1	3	6	7	28	71	191
3	Atsane	2	3	6	7	28	71	191
4	Akata	4	3	6	7	28	71	191
5	Quilla	4	3	6	7	28	71	168
6	Carenero	1	2	5	7	28	79	204
7	Cuba	4	2	5	7	28	71	129
8	Sur del Lago	4	2	5	7	28	79	204
9	Puerto Cabello	5	2	5	7	28	79	204
10	Pablino	5	2	5	7	28	71	168
11	Panama	1	2	5	7	28	71	166
12	Madagascar	2	2	5	7	28	79	159
13	Brazil	3	2	5	7	28	71	118
14	Equateur	5	2	5	7	28	71	135
15	Colombie	1	2	5	7	28	71	124
16	Birmanie	2	2	5	7	28	71	119
17	Papua New Guinea	3	2	5	7	28	71	167
18	Chuao	5	2	5	7	28	104	204
19	Piura	3	2	5	7	28	71	168
20	Chanchamayo Province	4	2	5	7	28	71	168
21	Chanchamayo Province	5	2	5	7	28	71	168
22	Bolivia	4	2	5	7	28	71	117
23	Peru	5	2	5	7	28	71	168
24	Chulucanas, El Platanal	5	3	6	7	66	71	168
25	Tumbes, Norandino	5	3	6	7	66	79	168
26	Vanua Levu	1	1	4	7	26	104	139
27	Vanua Levu, Toto-A	3	1	4	9	26	104	139
28	Vanua Levu	4	1	4	9	26	104	139
29	Vanua Levu, Ami-Ami-CA	4	1	4	8	26	104	139
30	Los Rios, Quevedo, Arriba	1	1	4	7	24	93	135
31	Los Rios, Quevedo, Arriba	2	1	4	7	24	93	135
32	Tabasco	2	1	4	7	44	79	163
33	Bali (west), Sukrama Family, Melaya area	5	1	4	9	64	104	153
34	Madagascar, Ambolikapiky P.	1	1	4	9	64	79	159
35	Monte Alegre, D. Baderro	1	1	4	9	64	91	118

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).

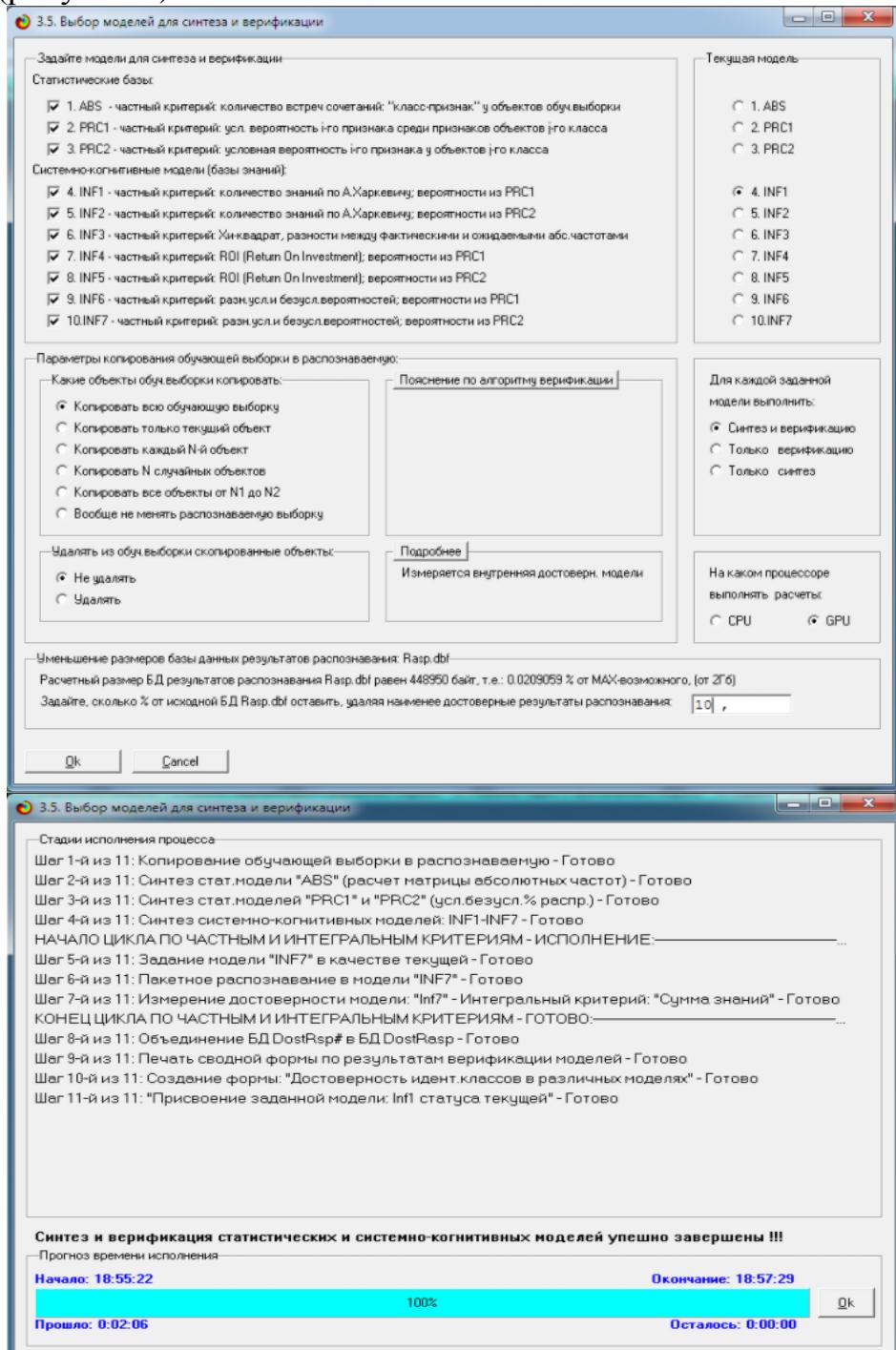


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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 14 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:

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. RATING 1/5 (1.0. 2.8)	2. RATING 2/5 (2.8. 3.0)	3. RATING 3/5 (3.0. 3.3)	4. RATING 4/5 (3.3. 3.5)	5. RATING 5/5 (3.5. 5.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
		164	151	61	107	115			
1	REF-1/3(5.000000, 741.000000)	164	151	61	107	115	598	119.60	40.53
2	REF-2/3(741.000000, 1371.000000)	153	99	119	128	99	598	119.60	22.56
3	REF-3/3(1371.000000, 1952.000000)	132	91	123	157	96	599	119.80	27.11
4	REVIEW_DATE-1/3(2006.000000, 2011.000000)	173	158	70	119	121	641	128.20	40.06
5	REVIEW_DATE-2/3(2011.000000, 2014.000000)	163	101	126	133	103	626	125.20	25.34
6	REVIEW_DATE-3/3(2014.000000, 2017.000000)	113	82	107	140	86	528	105.60	23.35
7	COCOA_PERCENT-1/3(42.000000, 70.000000)	210	175	172	243	200	1000	200.00	28.97
8	COCOA_PERCENT-2/3(70.000000, 72.000000)	51	54	38	40	37	220	44.00	7.91
9	COCOA_PERCENT-3/3(72.000000, 100.000000)	188	112	93	109	73	575	115.00	43.65
10	COMPANY_LOCATION-1/60(Amsterdam)			1	2	1	4	0.80	0.84
11	COMPANY_LOCATION-2/60(Argentina)	2		2	4	1	9	1.80	1.48
12	COMPANY_LOCATION-3/60(Australia)	8	5	10	11	15	49	9.80	3.70
13	COMPANY_LOCATION-4/60(Austria)	4	7	4	8	3	26	5.20	2.17
14	COMPANY_LOCATION-5/60(Belgium)	11	8	2	9	10	40	8.00	3.54
15	COMPANY_LOCATION-6/60(Bolivia)	1				1	2	0.40	0.55
16	COMPANY_LOCATION-7/60(Brazil)	2	1	4	6	4	17	3.40	1.95
17	COMPANY_LOCATION-8/60(Canada)	20	18	27	26	34	125	25.00	6.32
18	COMPANY_LOCATION-9/60(Chile)					2	2	0.40	0.89
19	COMPANY_LOCATION-10/60(Colombia)	6	5	3	5	4	23	4.60	1.14
20	COMPANY_LOCATION-11/60(Costa Rica)	2	2	2	3		9	1.80	1.10
21	COMPANY_LOCATION-12/60(Czech Republic)	1					1	0.20	0.45
22	COMPANY_LOCATION-13/60(Denmark)	1	2	6	5	1	15	3.00	2.35

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. RATING 1/5 (1.0. 2.8)	2. RATING 2/5 (2.8. 3.0)	3. RATING 3/5 (3.0. 3.3)	4. RATING 4/5 (3.3. 3.5)	5. RATING 5/5 (3.5. 5.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
		0.096	0.329	-0.396	-0.181	0.114			
1	REF-1/3(5.000000, 741.000000)	0.096	0.329	-0.396	-0.181	0.114	-0.037	-0.007	0.283
2	REF-2/3(741.000000, 1371.000000)	0.023	-0.129	0.179	-0.020	-0.041	0.012	0.002	0.113
3	REF-3/3(1371.000000, 1952.000000)	-0.119	-0.200	0.216	0.200	-0.072	0.025	0.005	0.191
4	REVIEW_DATE-1/3(2006.000000, 2011.000000)	0.079	0.298	-0.353	-0.150	0.093	-0.033	-0.007	0.250
5	REVIEW_DATE-2/3(2011.000000, 2014.000000)	0.041	-0.151	0.192	-0.027	-0.047	0.008	0.002	0.127
6	REVIEW_DATE-3/3(2014.000000, 2017.000000)	-0.144	-0.182	0.201	0.214	-0.057	0.031	0.006	0.189
7	COCOA_PERCENT-1/3(42.000000, 70.000000)	-0.160	-0.079	0.019	0.113	0.158	0.050	0.010	0.132
8	COCOA_PERCENT-2/3(70.000000, 72.000000)	-0.073	0.292	0.023	-0.167	-0.026	0.048	0.010	0.173
9	COCOA_PERCENT-3/3(72.000000, 100.000000)	0.307	0.025	-0.042	-0.132	-0.265	-0.106	-0.021	0.213
10	COMPANY_LOCATION-1/60(Amsterdam)			0.481	1.290	0.448	2.218	0.444	0.527
11	COMPANY_LOCATION-2/60(Argentina)	-0.112		0.316	1.035	-0.357	0.883	0.177	0.537
12	COMPANY_LOCATION-3/60(Australia)	-0.347	-0.463	0.209	0.028	0.773	0.199	0.040	0.492
13	COMPANY_LOCATION-4/60(Austria)	-0.385	0.417	-0.089	0.409	-0.332	0.021	0.004	0.390
14	COMPANY_LOCATION-5/60(Belgium)	0.099	0.053	-0.704	0.030	0.448	-0.074	-0.015	0.421
15	COMPANY_LOCATION-6/60(Bolivia)	0.999				1.895	2.894	0.579	0.854
16	COMPANY_LOCATION-7/60(Brazil)	-0.530	-0.690	0.394	0.616	0.362	0.152	0.030	0.596
17	COMPANY_LOCATION-8/60(Canada)	-0.360	-0.242	0.280	-0.048	0.575	0.205	0.041	0.384
18	COMPANY_LOCATION-9/60(Chile)	0.043	0.144	-0.227	-0.005	0.007	4.790	4.790	0.958
19	COMPANY_LOCATION-10/60(Colombia)			0.316	0.526		0.901	0.180	0.136
20	COMPANY_LOCATION-11/60(Costa Rica)	-0.112	0.170				2.998	0.600	0.253
21	COMPANY_LOCATION-12/60(Czech Republic)	2.998						1.341	
22	COMPANY_LOCATION-13/60(Denmark)	-0.733	-0.298	1.370	0.526	-0.614	0.250	0.050	0.887

Рисунок7. Модель INF5 (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 образам 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. Обзор форма по достоверности при различии крит. Текущие модели [INF1]													
Название модели и частного критерия	Интегральный критерий	з.п.к. критерий F1	Число ложн. отрицательн. решений (F0)	Генность модели	Помощь модели	График Ван Ризбергена	Сумма информативн. знаций	Сумма информативн. знаций при условии сию. истинности отрицательн. решения (L1)	Сумма информативн. знаций при условии сию. истинности отрицательн. решения (L2)	Сумма информативн. знаций при условии сию. истинности отрицательн. решения (F1)	Сумма информативн. знаций при условии сию. истинности отрицательн. решения (F0)	L1-мера проф. Е.В.Луценко	
1. ABS - частный критерий: количество истин. сомнений "Х/ис"	Коррелиация абсолютн с обр.	T1B	0,714	1,000	0,819	1181,312	484,862	0,720	1,000	0,827	403,077	0,728	
1. ABS - частный критерий: количество истин. сомнений "Х/ис"	Сумма абсолютн по промис.	T1B	0,714	1,000	0,833	1041,887	484,862	0,720	1,000	0,840	403,077	0,728	
2. PRCT - частный критерий: усл. вероятность из гипотезы срв.	Коррелиация усл. истин. срв.	T1B	0,714	1,000	0,833	1189,311	484,862	0,720	1,000	0,837	415,304	0,719	
2. PRCT - частный критерий: усл. вероятность из гипотезы срв.	Сумма дел. отн. частот по прмс.	T1B	0,714	1,000	0,833	1218,367	484,862	0,720	1,000	0,837	415,304	0,719	
3. PRCT - частный критерий: усл. вероятность из гипотезы срв.	Коррелиация усл. истин. срв.	T1B	0,714	1,000	0,833	1189,310	484,862	0,720	1,000	0,837	415,304	0,719	
3. PRCT - частный критерий: усл. вероятность из гипотезы срв.	Сумма дел. отн. частот по прмс.	T1B	0,714	1,000	0,833	1218,367	484,862	0,720	1,000	0,837	415,304	0,719	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А/Харрисонг. и...	Семантический разумени: зна...	24	1528	0,912	0,149	0,256	42,163	240,048	1,208	392,018	0,972	0,987	0,177
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А/Харрисонг. и...	Сумма знаний	296	633	0,797	0,647	0,714	197,918	65,171	32,108	65,340	0,880	0,742	0,788
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А/Харрисонг. и...	Семантический разумени: зна...	24	1528	0,912	0,249	0,256	42,163	240,048	1,208	392,018	0,972	0,987	0,177
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А/Харрисонг. и...	Сумма знаний	296	633	0,797	0,647	0,714	197,918	65,171	32,108	65,340	0,880	0,742	0,788
6. INF3 - частный критерий: Ханкворт, различия между парами	Семантический разумени: зна...	320	728	0,769	0,671	0,602	463,602	156,340	122,874	233,930	0,792	0,686	0,723
6. INF3 - частный критерий: Ханкворт, различия между парами	Сумма знаний	320	728	0,769	0,671	0,602	439,565	143,263	113,921	211,984	0,794	0,676	0,720
7. INF4 - частный критерий F01 (Return On Investment): вероятн...	Семантический разумени: зна...	3	1666	0,977	0,072	0,134	28,194	261,236	0,048	515,754	0,998	0,052	0,089
7. INF4 - частный критерий F01 (Return On Investment): вероятн...	Сумма знаний	324	546	0,799	0,689	0,779	127,721	19,943	37,606	20,506	0,879	0,662	0,870
8. INF5 - частный критерий F01 (Return On Investment): вероятн...	Семантический разумени: зна...	3	1666	0,977	0,072	0,134	28,194	261,236	0,048	515,754	0,998	0,052	0,089
8. INF5 - частный критерий F01 (Return On Investment): вероятн...	Сумма знаний	324	546	0,799	0,689	0,779	127,721	19,943	37,606	20,506	0,879	0,662	0,870
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безразл.вероятностн. вер...	Семантический разумени: зна...	312	740	0,772	0,555	0,681	460,284	161,209	121,012	243,219	0,782	0,684	0,717
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безразл.вероятностн. вер...	Сумма знаний	320	728	0,769	0,594	0,671	449,851	150,807	122,814	215,237	0,786	0,675	0,718
10. INF7 - частный критерий: различия беспл.вероятностн. вер...	Семантический разумени: зна...	312	740	0,772	0,555	0,681	460,284	161,209	121,012	243,219	0,792	0,684	0,717
10. INF7 - частный критерий: различия беспл.вероятностн. вер...	Сумма знаний	320	728	0,769	0,594	0,671	449,851	150,807	122,814	215,237	0,786	0,675	0,718

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» ($F=0,810$ при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ($L1=0,960$ при максимуме 1,000), что является отличным результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости между видом оружия и его характеристиками.

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

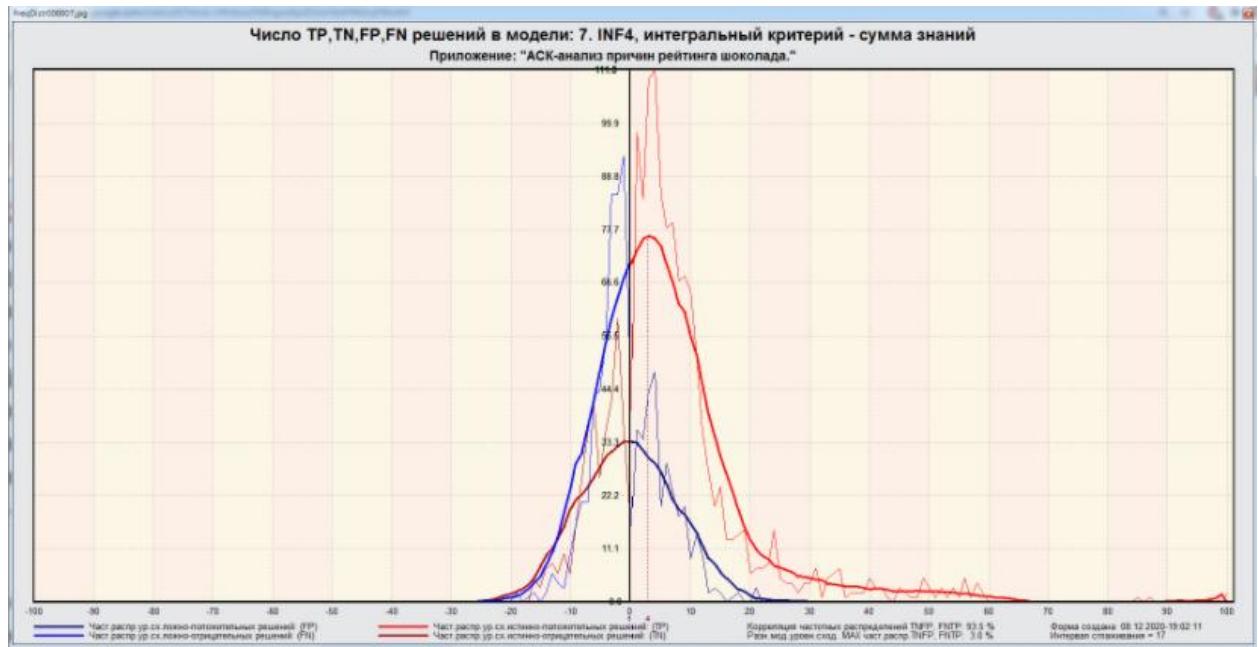


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

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 идентификации вида батончиков 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 5% 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 30% количество ложных решений больше числа истинных;

2) при уровнях сходства от 30% до примерно 42% 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 42% ложные положительные решения не встречаются.

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

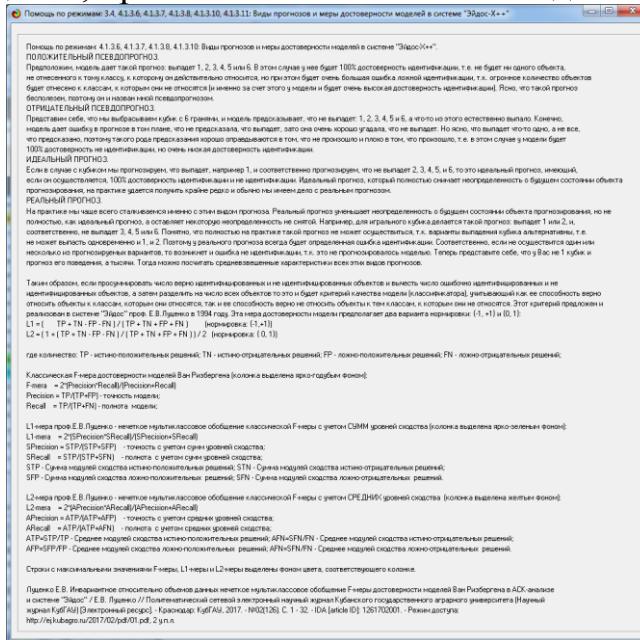
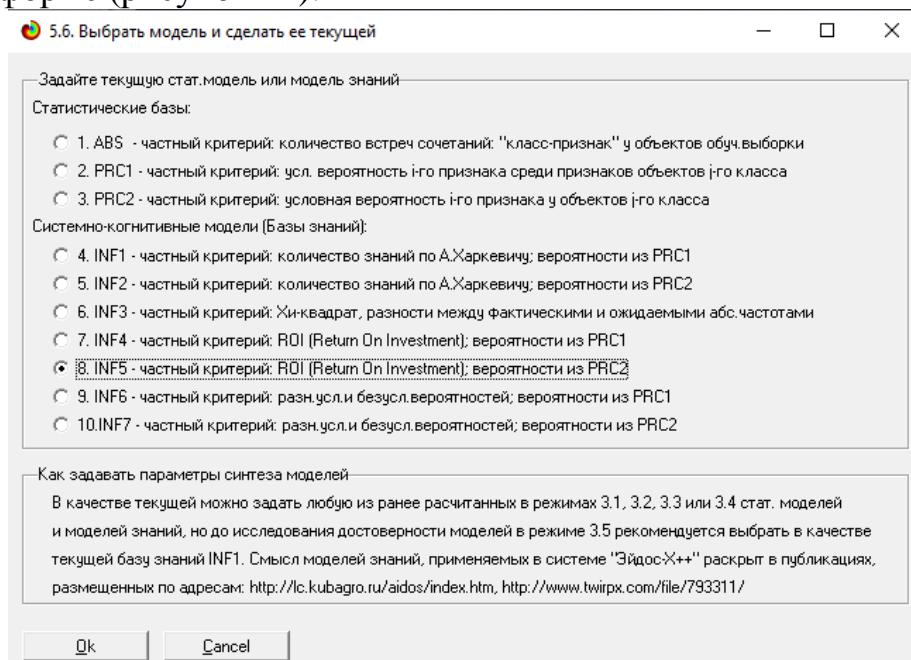


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В. Луценко

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):



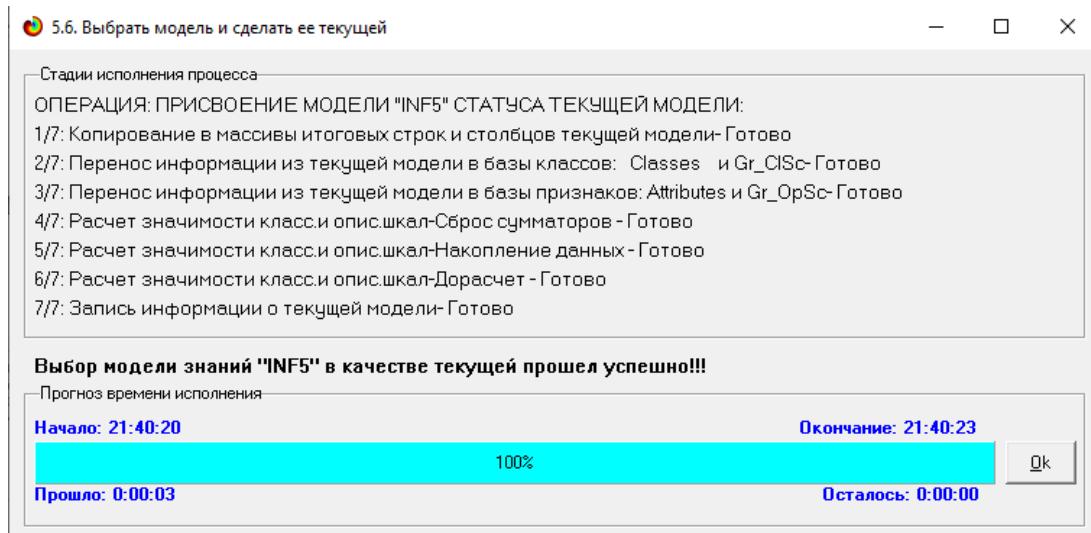


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf5 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

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

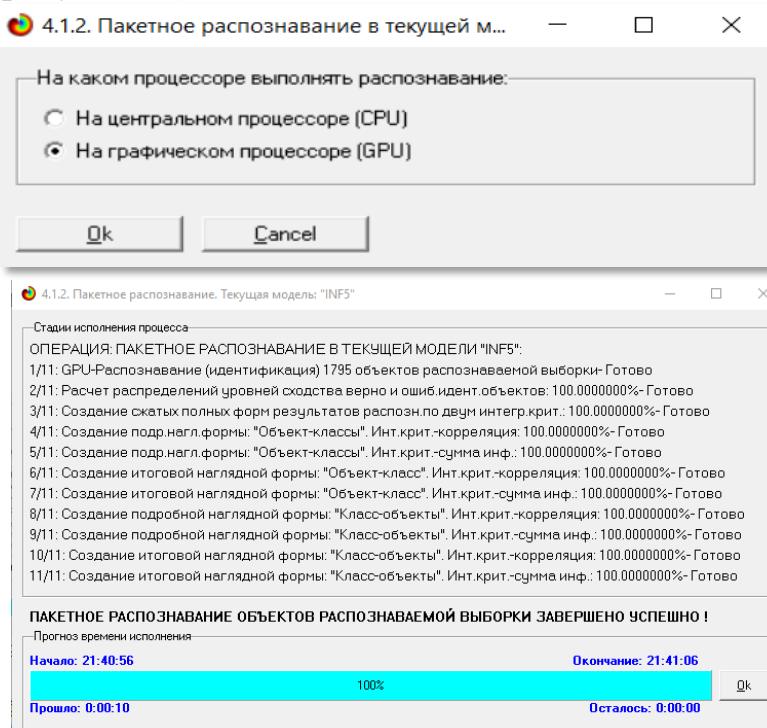


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

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).

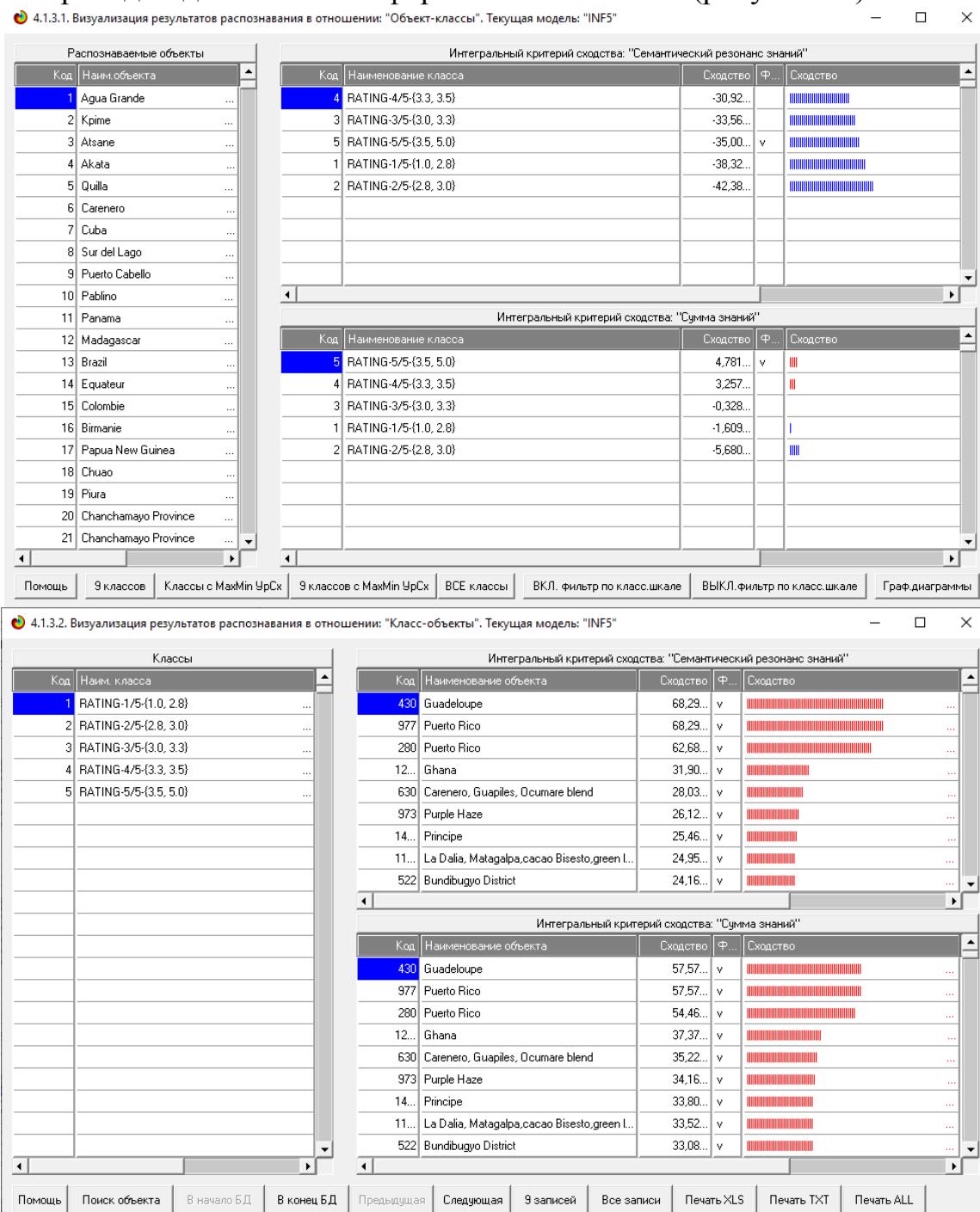


Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации вида оружия по его характеристикам

Символ « \checkmark » 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 42%, 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 оружия 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 шоколадных батончиков на его рейтинг.

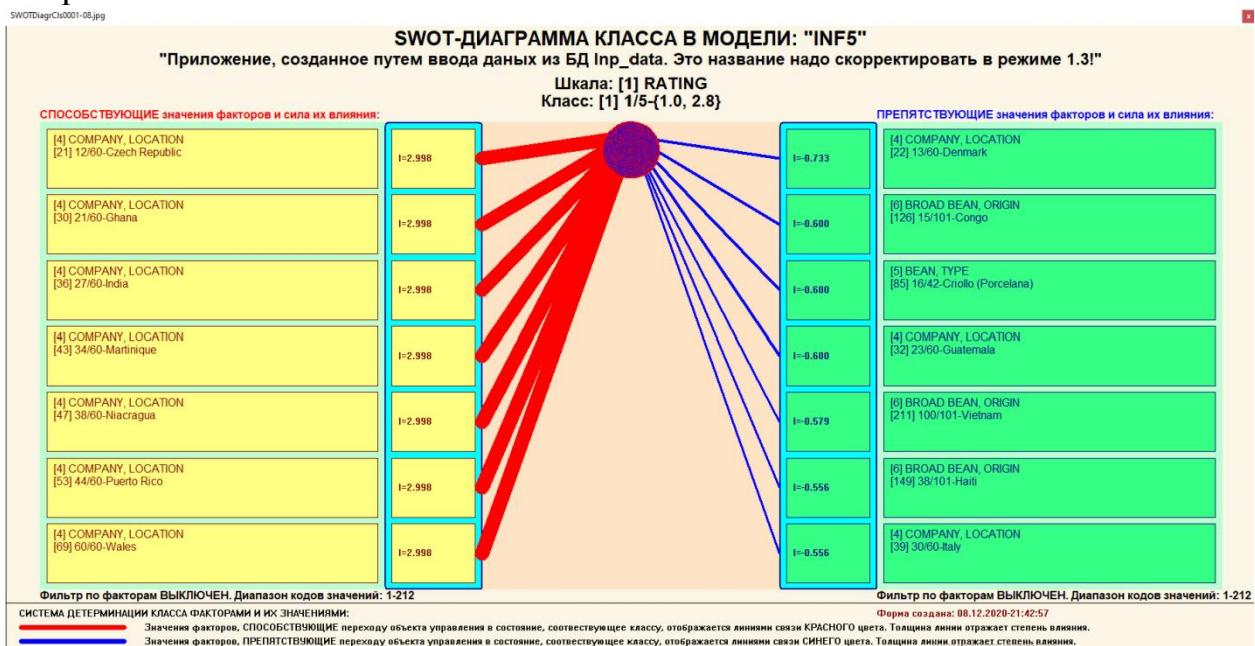


Рисунок 14. SWOT-диаграммы рейтинга шоколада

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают влияние различных значений характеристик шоколадных батончиков на его рейтинг.

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.



У Т В Е Р Ж Д А Ў
Заведующий Краснодарским
сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н.
А.Хагуров
1987г.

У Т В Е Р Ж Д А Ў
Директор Северо-Кавказского филиала
ВНИИ "АИУС-агроресурс", к.э.н.
Ю.М.Трахов
1987г.

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 ВНИИ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским
сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-
Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие ра-
боты:

- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома";
- разработаны математическая модель и программное обеспечение под-
системы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу
в среде персональной технологической системы ВЕГА-М;
- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены рас-
чёты по задаче в объёме:

Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям.
Выходная информация - 4 вида выходных форм объёмом 90 листов
формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:

- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов;
- распределение информативностей признаков (в битах) для распозна-
ния социальных типов корреспондентов;
- позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных
типов на языке 212 признаков;
- обобщённая характеристика информативности признаков для выбора
такого минимального набора признаков, который содержит максимум
информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет).

Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.

От ИСИ АН СССР:
Мл. научный сотрудник
Руф М.М. Кириченко
19.05.1987г.

Мл. научный сотрудник
Ляшко Г.А. Ляшко
19.05 1987г.

От СКФ ВНИИ "АИУС-агроресурсы":
Зав. отделом аэрокосмических и
тематических изысканий №4, к.э.н.
Самсонов Г.А. Самсонов
19.05. 1987г.

Главный конструктор проекта
Б.И.Коренец В.И. Коренец
19.05.82. 1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко Е.В. Луценко
19.05.82. 1987г.

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 шоколадных батончиков на его рейтинг.

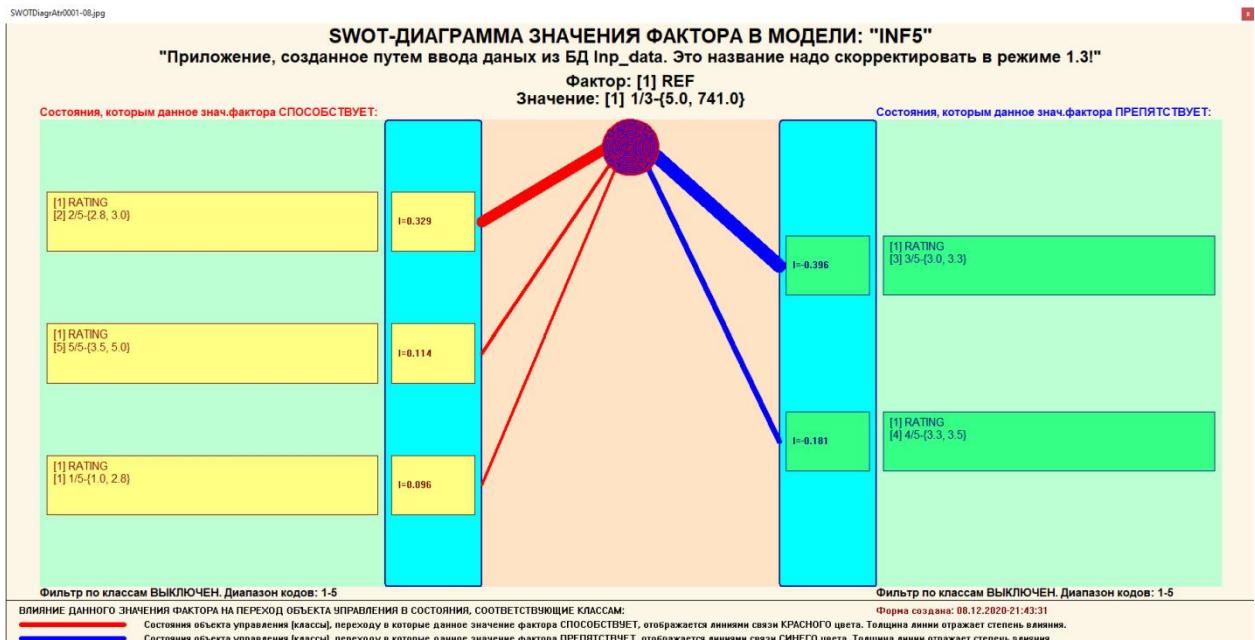


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных шоколадных батончиков на его рейтинг

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».

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.

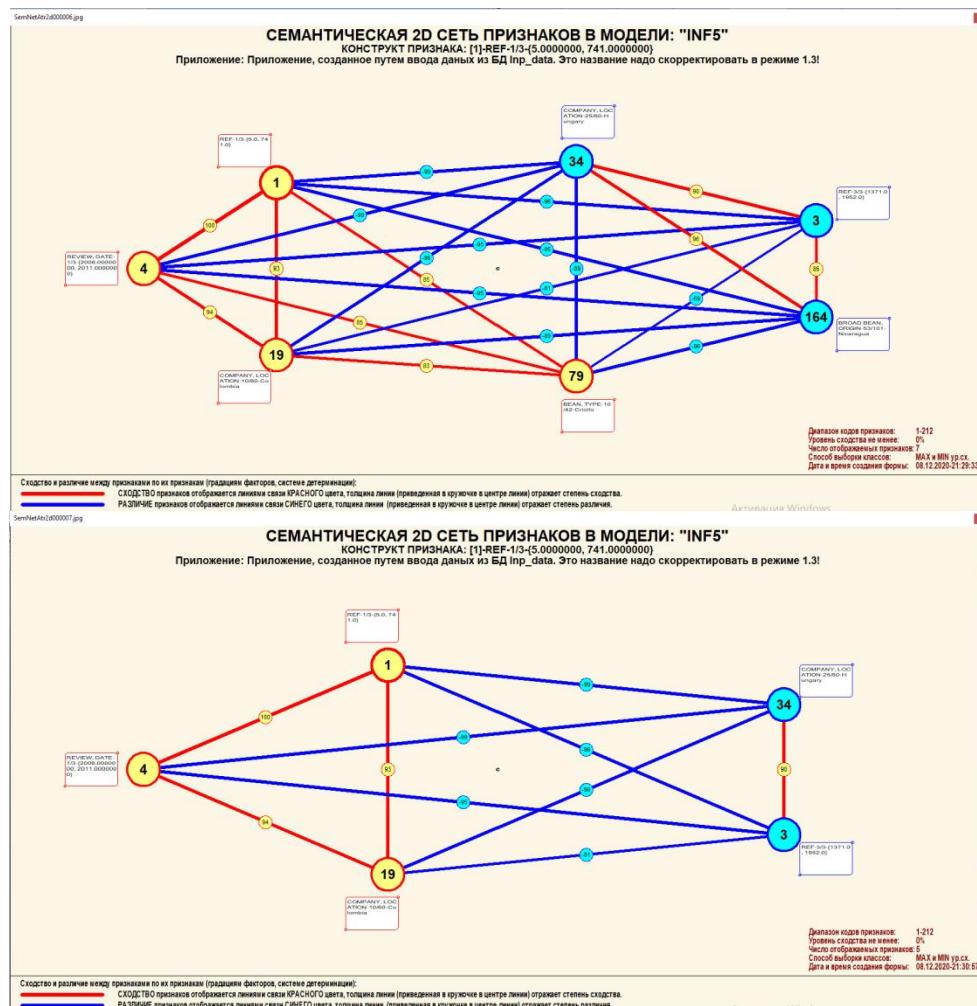
результаты исследования модели корректно относить к самому объекту моделирования, «переносить на него».

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 рейтинга шоколадных батончиков 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.



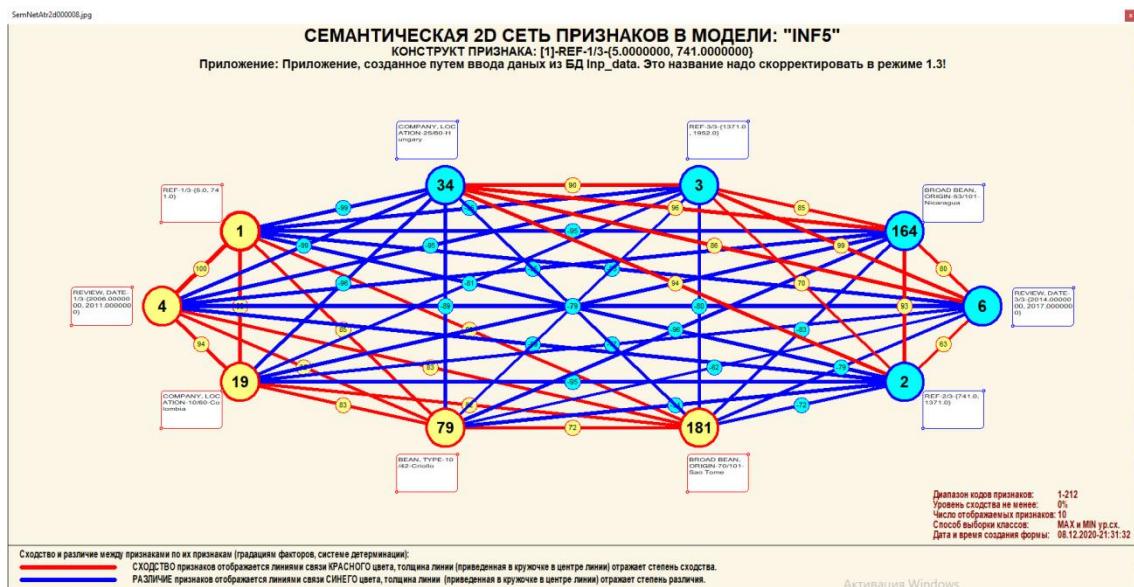


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия видов оружия по связанным с ними значениям их характеристик.

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

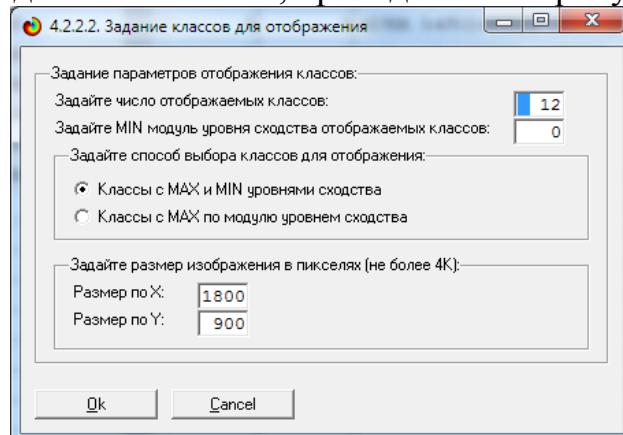


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

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):

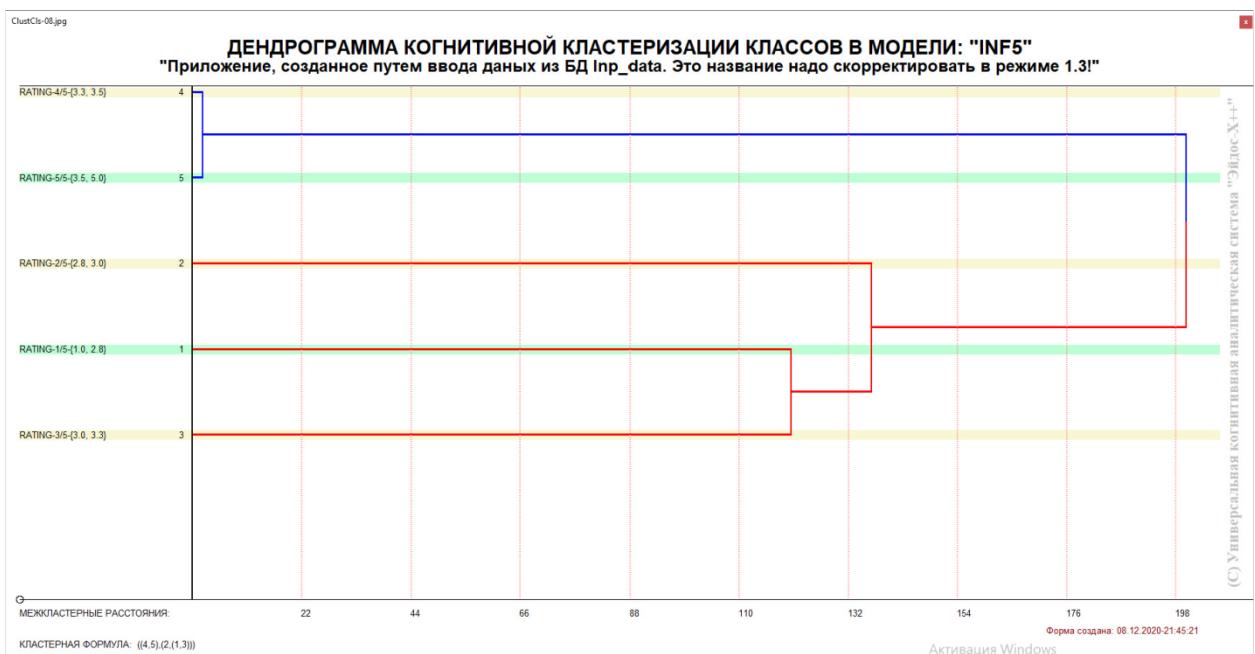


Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие рейтинга батончиков

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые виды оружия 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:

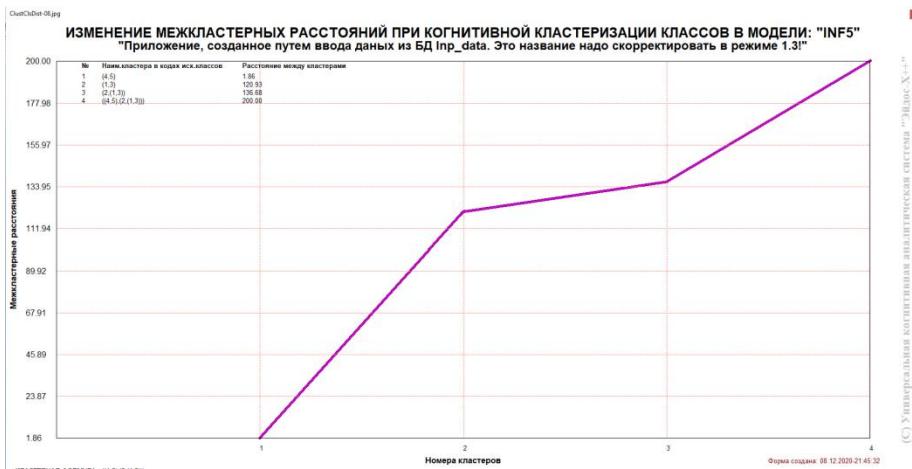


Рисунок 19. График изменения межкластерных расстояний

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 оружия. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 20).

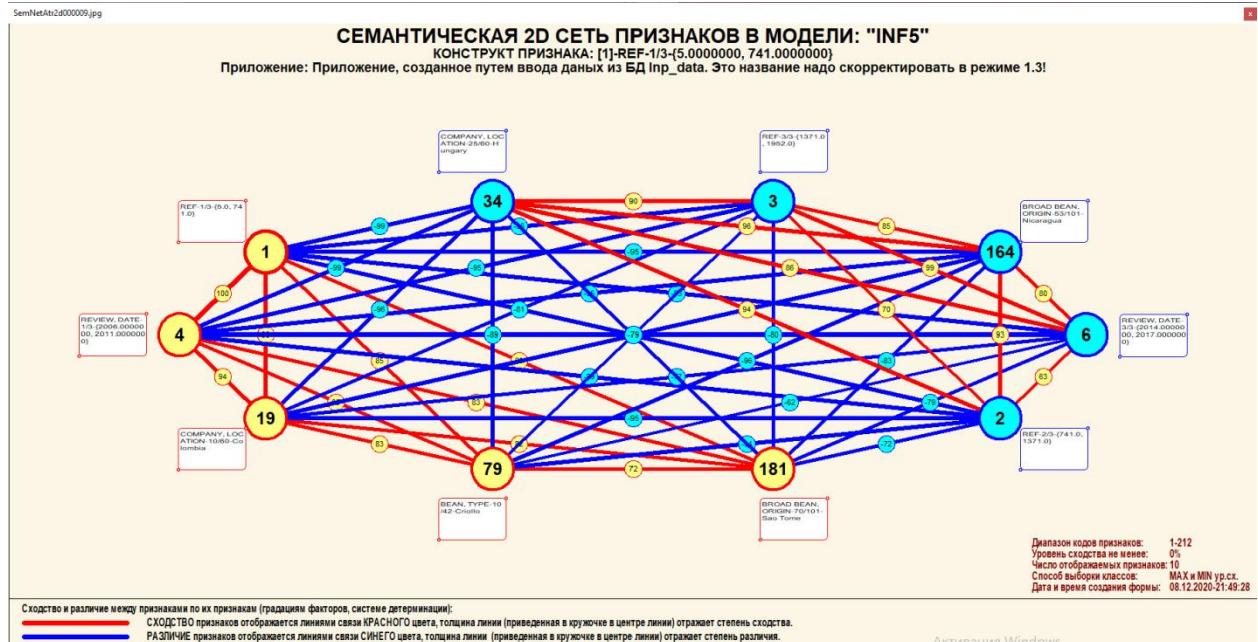


Рисунок 20. сходство/различие рейтинга батончиков в соответствии с их характеристиками

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.

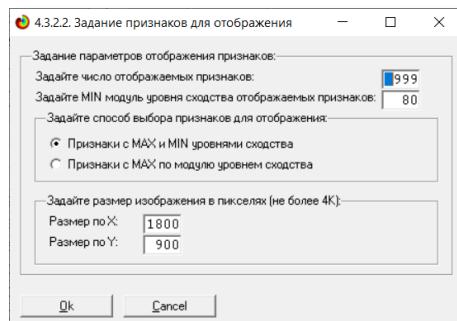
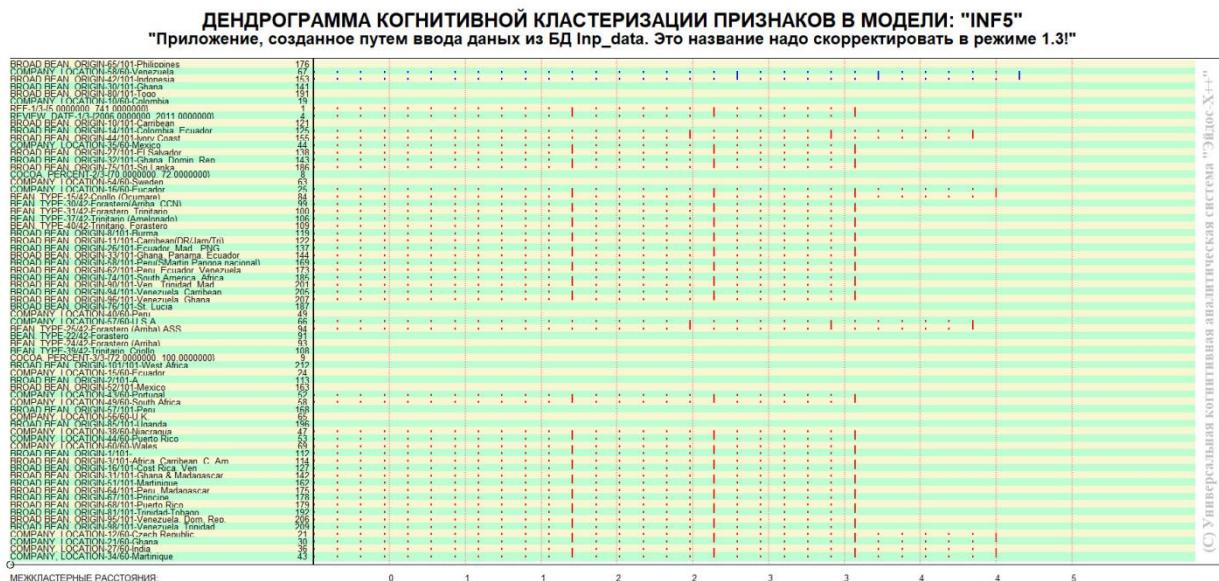


Рисунок 10. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 20

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.



ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF5"
"Приложение, созданное путем ввода данных из БД Inp_data. Это название надо скорректировать в режиме 1.3!"

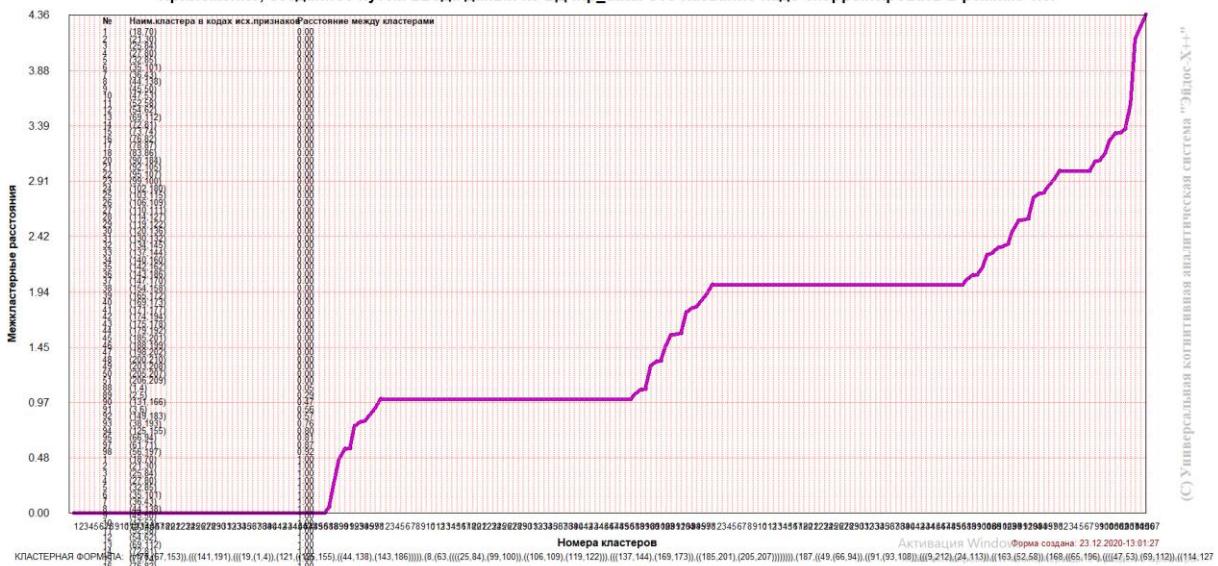


Рисунок 12. График изменения межклusterных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

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:

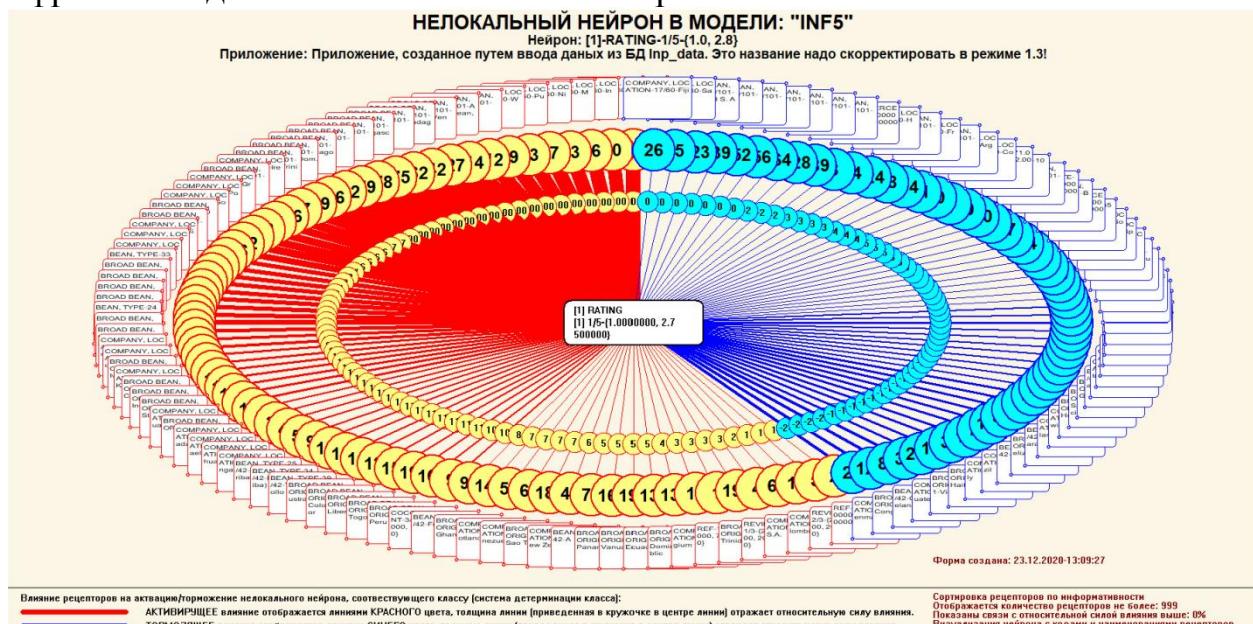


Рисунок 13. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений рейтинга батончиков

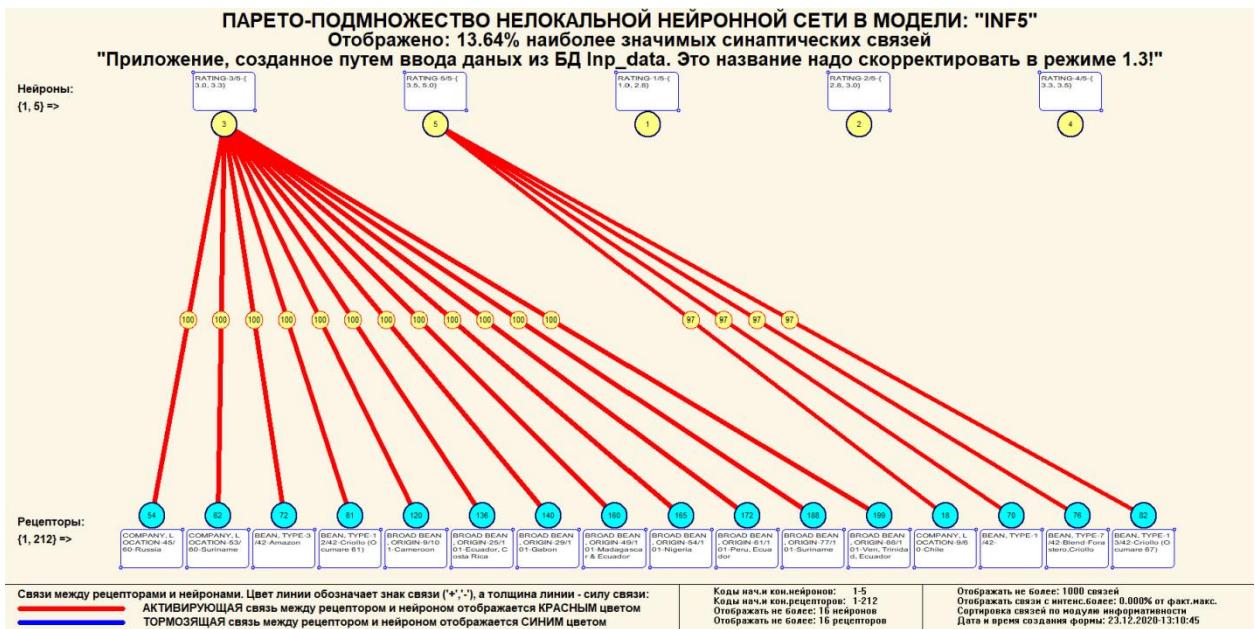


Рисунок 14. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений рейтинга батончиков (фрагмент 13% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют рейтингу батончиков, 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 13% СК-модели Inf5.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отраженных соответственно на рисунках 16 и 20, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 25.

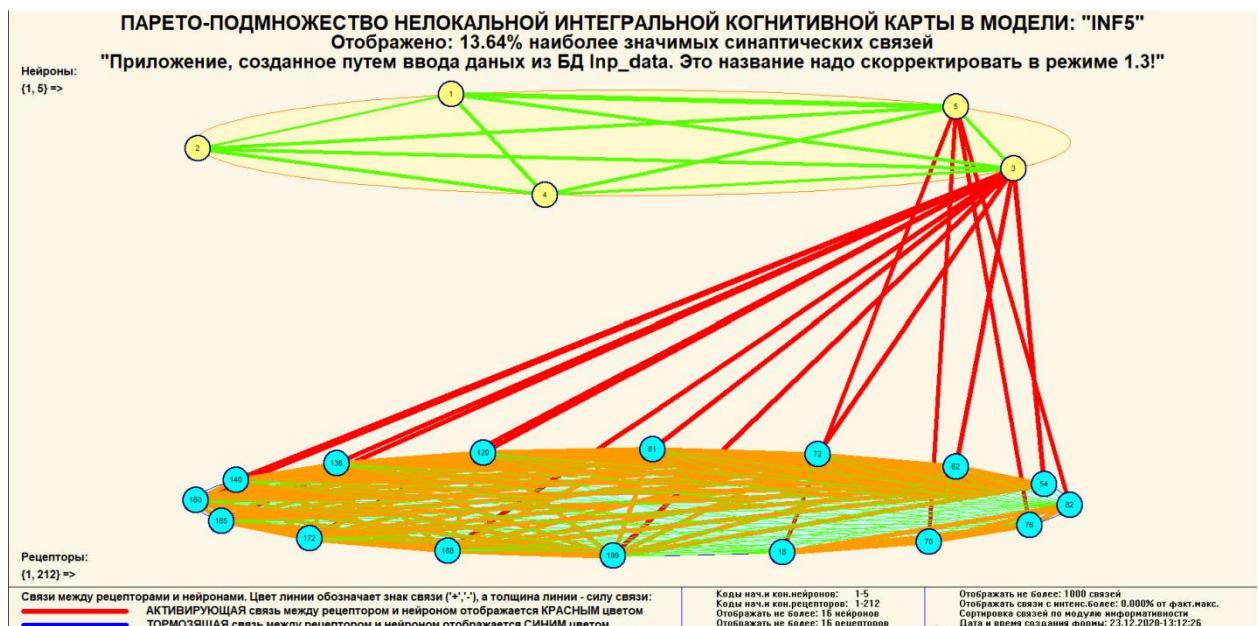


Рисунок 15. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf5

4.3.7. Когнитивные функции

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

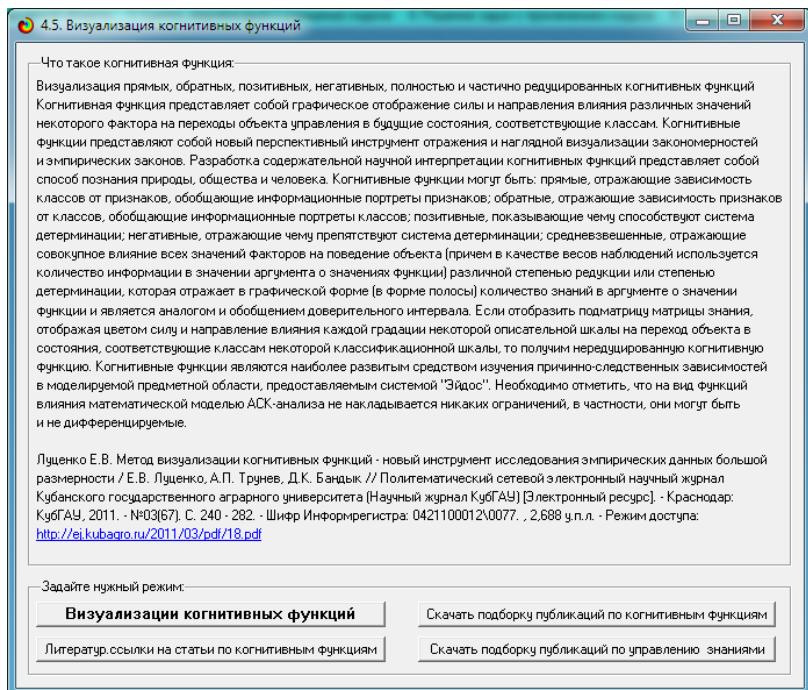


Рисунок 16. Help режима визуализации когнитивных функций

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.

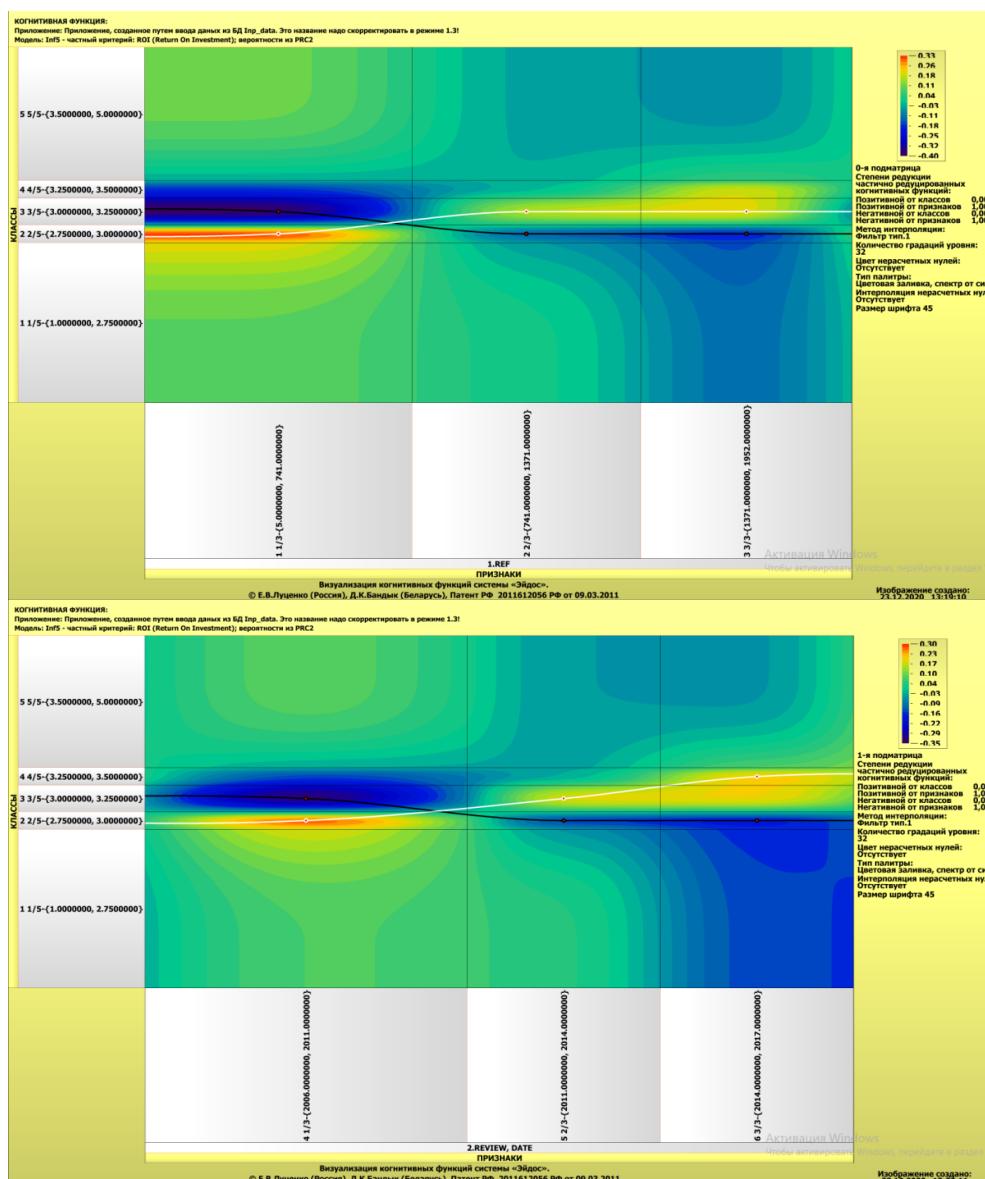
Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены 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 разной толщины) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала.

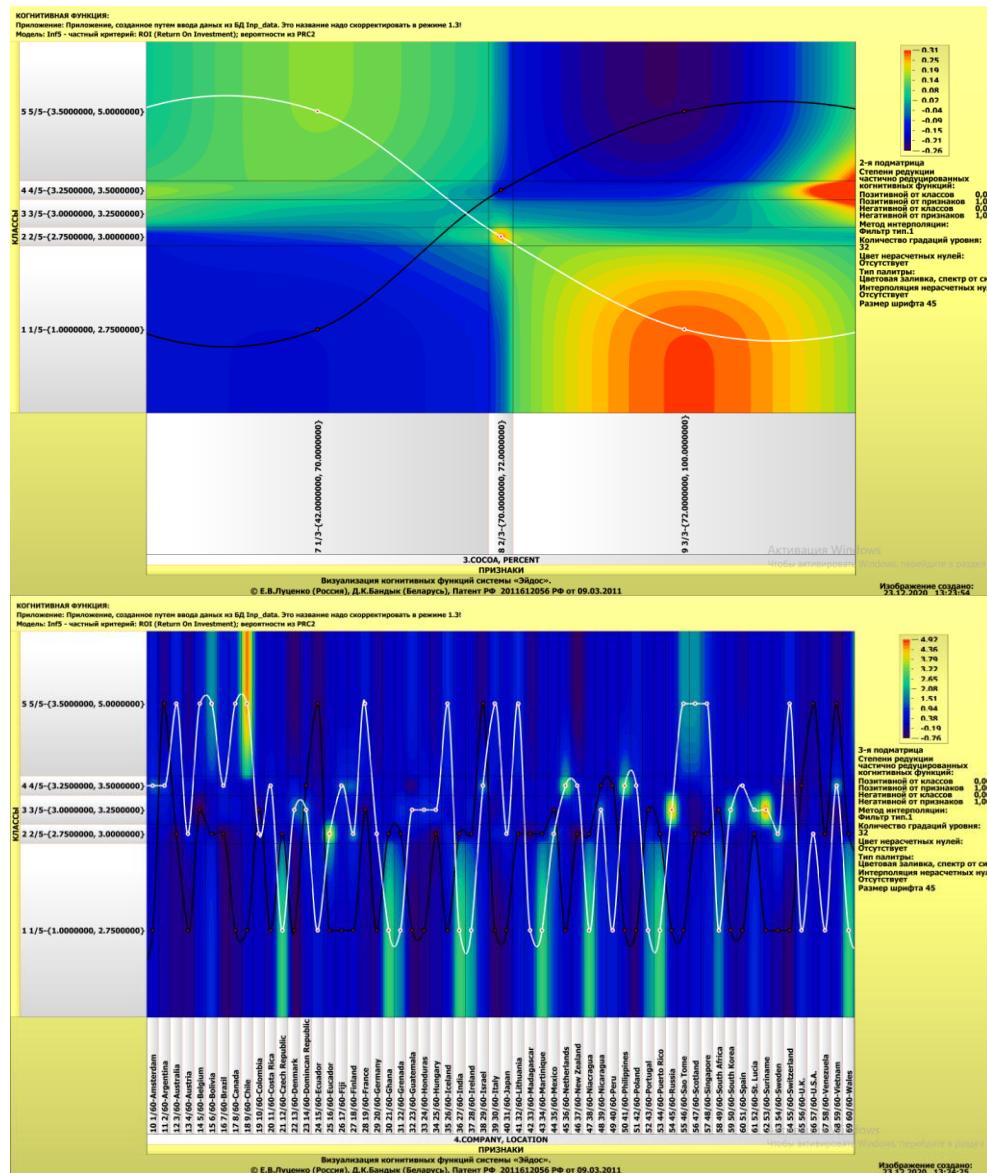
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

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) различного рейтинга батончиков.





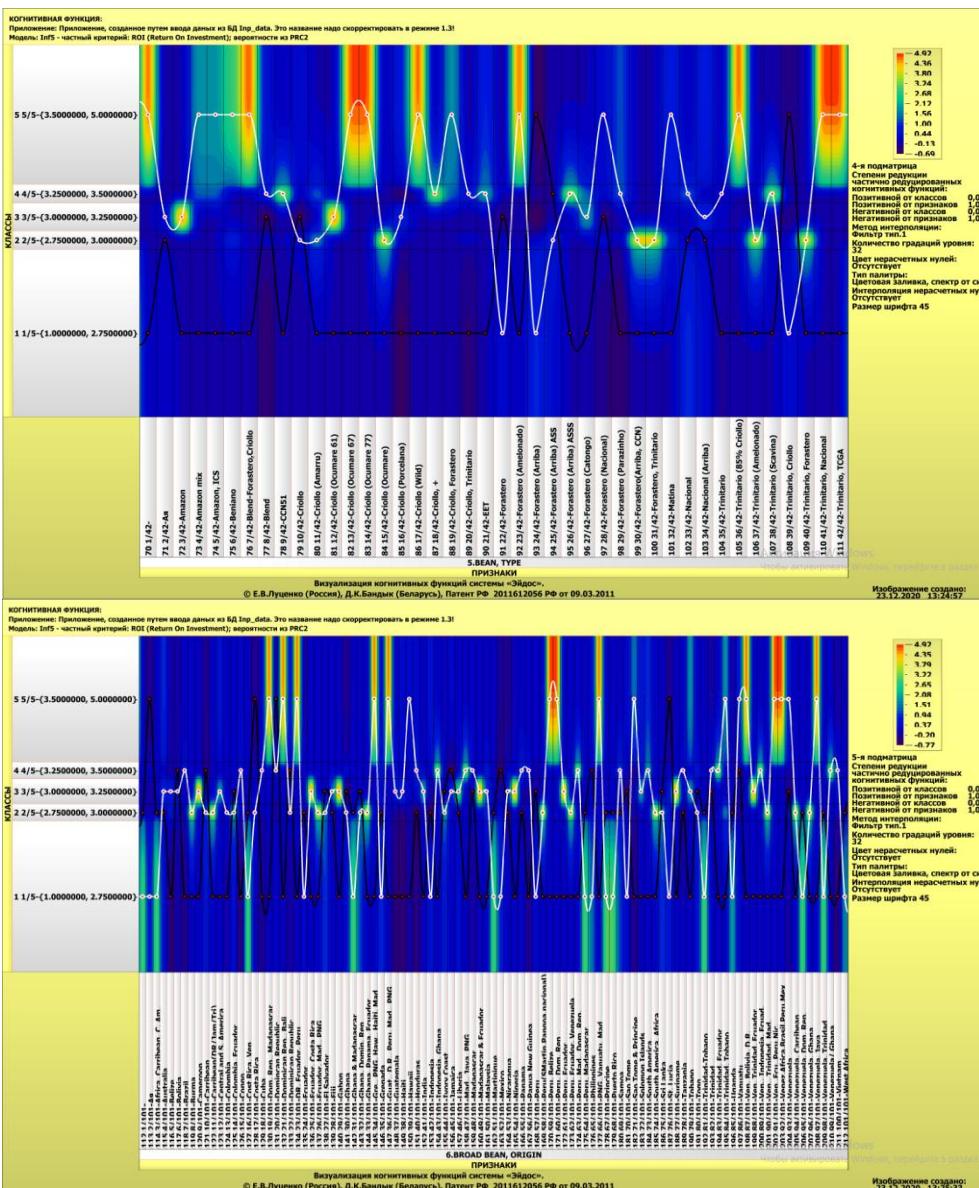


Рисунок 17. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF5, отражающих силу и направление влияния рейтинга батончиков

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 28, хорошо видно, что **зависимости между значениями рейтинга батончиков и его классом в основном имеют довольно предсказуемый характер.**

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, 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 рейтингам батончиков, изучено влияние рейтинга батончиков на эти классы, и, на основе этого, решены

задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №243 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. 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://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](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://www.researchgate.net/publication/335057548 On HIGHER FORMS of CONSCIOUSNESS the PROSPECTS of MAN TECHNOLOGY AND SOCIETY selected works](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](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 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. 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.
18. 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.

19. 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 // Политехнический 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.