

УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ характеристик клиентов телекоммуникационной компании

Серышев Алексей Сергеевич
студент факультета ПИ, группы ПИ1822
alex.seryshev@mail.ru

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

Целью данной работы является изучение закономерностей между характеристиками клиентов телекоммуникационной компании вероятностью продления контракта с компанией. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++» и более обоснованно и эффективно вести политику по привлечению и удержанию клиентов компании. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ, СИСТЕМА «ЭЙДОС».

Automated systemic cognitive analysis of customer characteristics of a telecommunications company

Seryshev Aleksey Sergeevich
student of the faculty of PI, group PI1822
alex.seryshev@mail.ru

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

The aim of this work is to study the patterns between the characteristics of the customers of a telecommunications company. This will help determine the likelihood of contract renewal with the company. For us, this will allow us to gain knowledge in working with the universal cognitive 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: ASK-ANALYSIS , RESEARCH OF DEPENDENCIES, "EIDOS" SYSTEM.

СОДЕРЖАНИЕ

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	10
ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	17
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)	17
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ).....	19
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели	22
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов.....	22
4.3.2. Когнитивные диаграммы значений факторов	23
4.3.3. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов	25
4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети.....	26
4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты.....	28
4.3.6. Когнитивные функции	28
4.3.7. Сила и направление влияния значений характеристик клиента и сила влияния этих характеристик на класс (решение) клиента	39
4.3.8. Степень детерминированности класса (решения) клиента	42
7. ВЫВОДЫ.....	43
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	44

Введение

Целью данной работы является изучение закономерностей между характеристиками клиентов телекоммуникационной компании для выявления вероятностей ухода клиентов от компании.

Достижение данной цели позволит спрогнозировать возможность продления контракта с компанией отдельным клиентом. Нам же это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++» и получить зачет.

АСК-анализ предполагает, что для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи, которые получаются путем декомпозиции цели и на этапы её 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, выбор наиболее достоверной модели.

Задача 4: решение подзадач 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 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-X++» (система «Эйдос»).

Система «Эйдос» выгодно отличается от других интеллектуальных систем за счёт следующих параметров:

- разработана в качестве универсальной системы, не имеющей строгой фиксированной предметной области. Это позволяет без проблем применять её в тех областях, в которых не требуется ручного решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области;

- находится в полностью бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/_AIDOS-X.txt);

- обладает довольно низким порогом вхождения, поскольку является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня. Это не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (также 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, что имеются);

- содержит большое количество локальных и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и 290, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- поддерживает online среду накопления знаний и широко используется по всему миру (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);

- Интерфейс поддерживает 51 язык. Языковые базы входят в пакет установки и могут дополняться в автоматическом режиме;

- наиболее требовательные к вычислительным ресурсам операции синтеза моделей и распознавания реализуется с помощью графического процессора (GPU), что обеспечивает ускорение решение в несколько тысяч раз, облегчая интеллектуальную обработку большого набора данных (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных сначала в информацию, а затем в знания. Эти знания используются для решения 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;

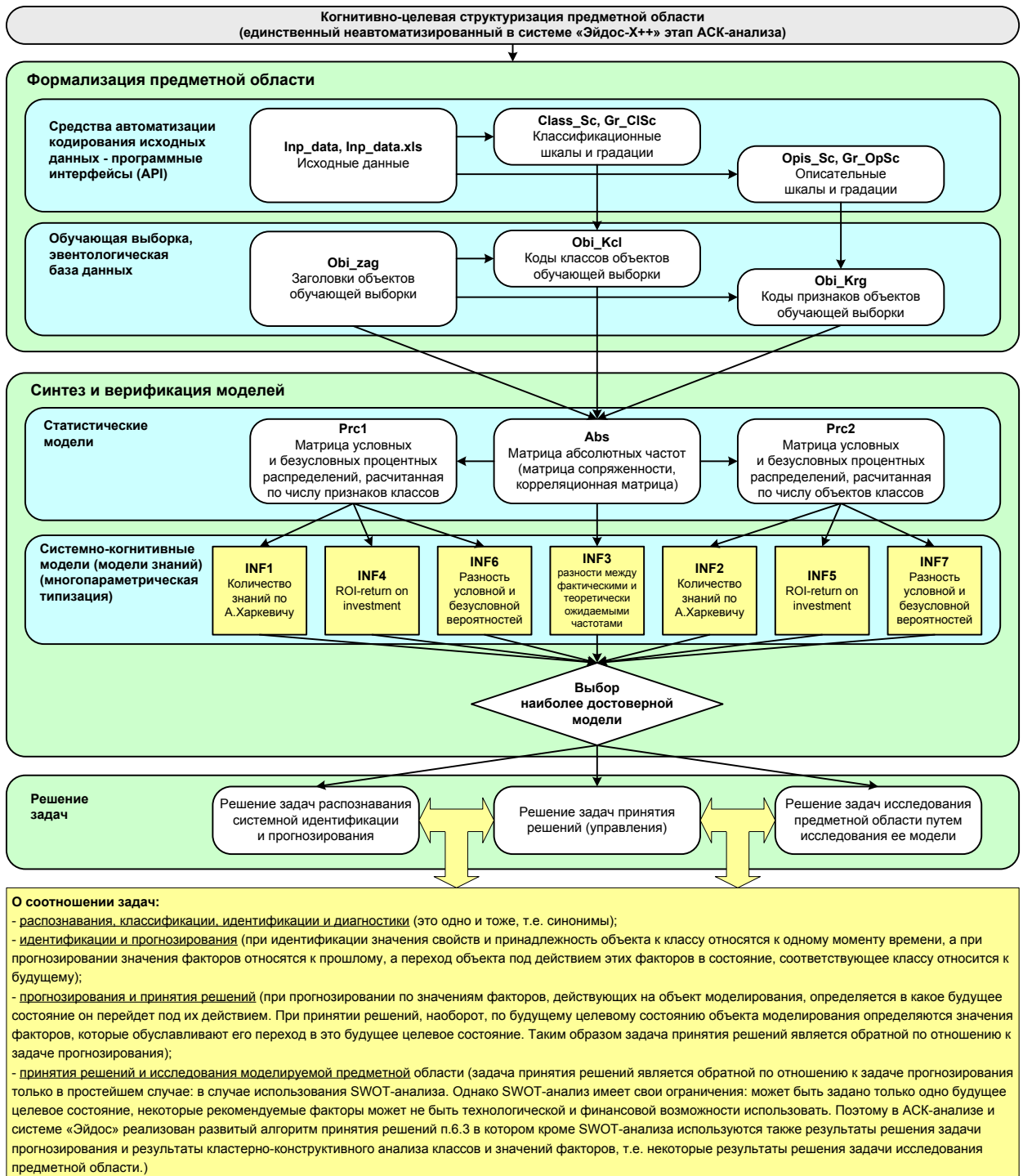
- автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной специальной обработки осмыслить эти данные и тем самым преобразовать их в информацию, а затем в знания, путем ее применения для достижения целей и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

В чем достоинство подхода, реализованного в системе Эйдос? В том, что его эффективность не зависит от того, каковы наши знания об исследуемой предметной области. Она формирует модели непосредственно на основе эмпирических данных, независимо от наших представлений о механизмах реализации закономерностей в этих данных. Именно поэтому Эйдос-модели эффективны даже если наши представления о предметной области ошибочны, либо отсутствуют вовсе.

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

Этими особенностями и обусловлен выбор АСК-анализа и его инструментария в виде системы «Эйдос». Общая последовательности решения задач АСК-анализа представлена в виде схемы на рисунке 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 образным путем определяем на качественном уровне, что будем рассматривать в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов воздействия 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. Они не отражают причин и механизмов непосредственного взаимодействия связей.

Это значит:

– *во-первых*, что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов, которые обладают знаниями в данной предметной области;

– *во-вторых*, даже если содержательной интерпретации не разработано, то это не исключает возможность использовать модели для достижения поставленных целей на практике.

В данной работе в качестве классификационной шкалы выберем факт оттока клиента, который принимает два значения – истина и ложь (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – ID клиента; пол; факт нахождения клиента на пенсии; нахождение в браке; количество месяцев, в течении которого человек был клиентом компании; факт подключения телефонной линии (несколько линий считаются отдельно), интернет-провайдера, онлайн службы безопасности, сервис резервного копирования; наличие страховки оборудования; факт подключения технической поддержки, сервиса потокового кино и фильмов; использование безбумажной оплаты; метод оплаты; ежемесячный платёж (в долларах) и общая сумма, оплаченная клиентом. (в долларах) (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная шкала

Код	Наименование
21	Churn

Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	CustomerID
2	Gender
3	Senior Citizen
4	Partner
5	Dependents
6	Tenure
7	Phone Service
8	Multiple Lines
9	Internet Service
10	Online Security
11	Online Backup
12	Device Protection
13	Tech Support
14	Streaming TV
15	Streaming Movies
16	Contact
17	Paperless Billing
18	Payment Method
19	Monthly Charges (\$)
20	Total Charges (\$)

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные о почти шести тысячах пользователей для данной статьи (рисунок 2) предоставлены самой телекоммуникационной компанией и выложены в базе наборов данных Kaggle.com.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	
1	customerID	gender	SeniorCitizen	Partner	Dependents	tenure	PhoneService	MultipleLines	InternetService	OnlineSecurity	OnlineBackup	DeviceProtection	TechSupport	StreamingTV	StreamingMovies		Contract	PaperlessBilling	PaymentMethod	MonthlyCharges(\$)	TotalCharges(\$)	Churn
2	2923-ARZUG	Male	0	Yes	0	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	No	int	One year	Yes	Mailed check	15,7	0	No	
3	7644-OMVMY	Male	0	Yes	0	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	No	int	Two year	No	Mailed check	19,85	0	No	
4	5709-LVDEQ	Female	0	Yes	0	Yes	No	DGL	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Two year	No	Mailed check	80,85	0	No		
5	3115-C2M2D	Male	0	No	Yes	0	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Two year	No	Mailed check	20,25	0	No	
6	2526-SGTTA	Female	0	Yes	0	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	No	int	Two year	Yes	Mailed check	20	0	No	
7	4472-LVYGI	Female	0	Yes	0	No	No	No phone service	DGL	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Two year	Yes	Bank transfer (automatic)	32,55	0	No		
8	4367-NUYAO	Male	0	Yes	0	Yes	Yes	No	No internet service	No	No	No	No	No	int	Two year	No	Mailed check	25,75	0	No	
9	2967-MXRAV	Male	0	Yes	Yes	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	One year	No	Mailed check	18,8	18,9	No	
10	8992-CEUEN	Female	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	No	Electronic check	18,85	18,85	No	
11	9318-NKJFC	Male	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	Yes	Mailed check	18,85	18,85	Yes	
12	9975-SQNR	Male	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	No	Mailed check	18,9	18,9	No	
13	1423-BMPBQ	Female	0	Yes	Yes	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	Yes	Mailed check	19	19	No	
14	1015-OWJKI	Male	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	No	Mailed check	19,05	19,05	No	
15	6121-VZNOB	Female	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	Yes	Mailed check	19,1	19,1	Yes	
16	6569-KTMDU	Female	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	No	Mailed check	19,1	19,1	No	
17	3441-QHEVC	Male	0	No	No	1	Yes	No	No	No internet service	No	No	No	No	int	Month-to-month	No	Mailed check	19,1	19,1	No	

Рисунок 2 – Фрагмент исходных данных 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.

Задайте тип файла исходных данных: "Ipr_data":

XLS - MS Excel 2003 Стандарт XLS-файла
 XLSX - MS Excel 2007(2010) Стандарт XLSX-файла
 DBF - DBASE IV (DBF/NTX) Стандарт DBF-файла
 CSV - CSV to DBF конвертер Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных
 Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных
 Создавать БД средним по классам "Ipr_data.dbf"?

Требования к файлу исходных данных

Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:
 Конечный столбец классификационных шкал:

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:
 Конечный столбец описательных шкал:

Задайте режим:

Формализация предметной области (на основе "Ipr_data")
 Генерация распознаваемой выборки (на основе "Ipr_data")

Задайте способ выбора размера интервалов:

Равные интервалы с разным числом наблюдений
 Разные интервалы с разным числом наблюдений

Задайте параметры формирования сценария или способа интерпретации текстовых полей "Ipr_data":

Не применять сценарный метод АСК-анализа
 Применить сценарный метод АСК-анализа

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Ipr_data":

Интерпретация TXT полей классов:

Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Ipr_data" рассматриваются как шлюхи

Интерпретация TXT полей признаков:

Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Ipr_data" рассматриваются как шлюхи

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.0000000, 179545.6666667)")
 Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")
 И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 179545.6666667)")



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

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 2 (таблица 3) и 19 описательных шкал с суммарным числом градаций 61 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка содержащая 5986 элементов (клиентов):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации (класс оружия)

Код	Название
1	1/2-No
2	2/2-Yes

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации (характеристики оружия)

Код	Название
1	1/2-Female
2	2/2-Male
3	1/5-{1.0000000, 1.0000000}
4	2/5-{1.0000000, 1.0000000}
5	3/5-{1.0000000, 1.0000000}
6	4/5-{1.0000000, 1.0000000}
7	5/5-{1.0000000, 1.0000000}
8	1/2-No
9	2/2-Yes
10	1/2-No
11	2/2-Yes
12	1/5-{1.0000000, 6.0000000}

13	2/5- {6.0000000, 20.0000000}
14	3/5- {20.0000000, 40.0000000}
15	4/5- {40.0000000, 60.0000000}
16	5/5- {60.0000000, 72.0000000}
17	1/2-No
18	2/2-Yes
19	1/3-No
20	2/3-No phone service
21	3/3-Yes
22	1/3-DSL
23	2/3-Fiber optic
24	3/3-No
25	1/3-No
26	2/3-No internet service
27	3/3-Yes
28	1/3-No
29	2/3-No internet service
30	3/3-Yes
31	1/3-No
32	2/3-No internet service
33	3/3-Yes
34	1/3-No
35	2/3-No internet service
36	3/3-Yes
37	1/3-No
38	2/3-No internet service
39	3/3-Yes
40	1/3-No
41	2/3-No internet service
42	3/3-Yes
43	1/3-Month-to-month
44	2/3-One year
45	3/3-Two year
46	1/2-No
47	2/2-Yes
48	1/4-Bank transfer (automatic)
49	2/4-Credit card (automatic)
50	3/4-Electronic check
51	4/4-Mailed check
52	1/5- {18.2500000, 25.0500000}
53	2/5- {25.0500000, 58.5000000}
54	3/5- {58.5000000, 79.1500000}
55	4/5- {79.1500000, 94.3000000}
57	5/5- {94.3000000, 118.7500000}
57	1/5- {18.8000000, 270.7000000}
58	2/5- {270.7000000, 947.7500000}
59	3/5- {947.7500000, 2076.2000000}
60	4/5- {2076.2000000, 4513.6500000}
61	5/5- {4513.6500000, 8684.8000000}

Обучающая выборка представляет собой нормализованные исходные данные, то есть 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: синтеза и верификации моделей.

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

Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей (СК-моделей) осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 5).

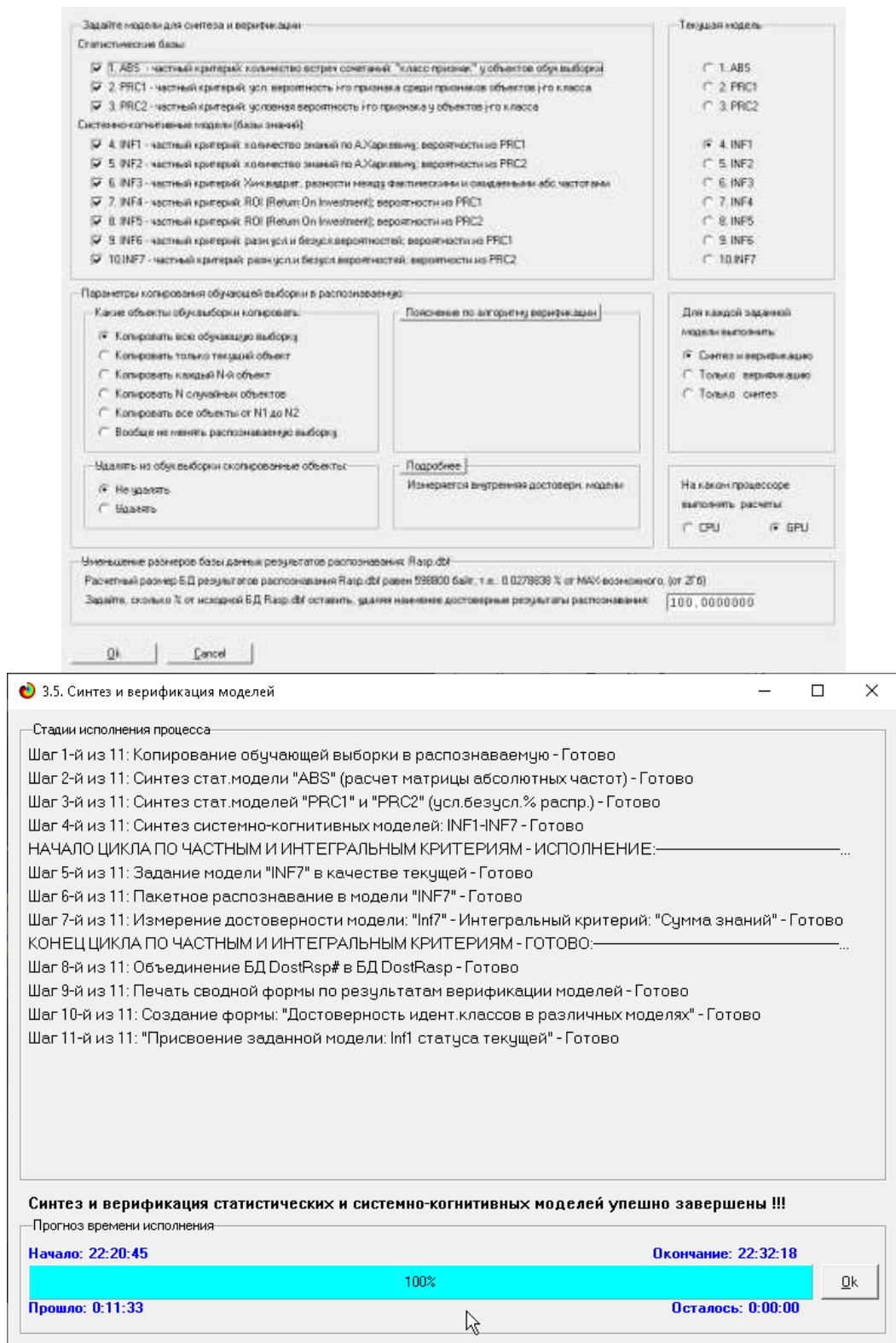


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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 11 минут и 33 секунды. Вычисления на данном этапе производились исключительно на графическом процессоре (GPU). На центральном

процессоре (CPU) выполнение этих операций занимало бы значительно больше времени. 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: "5. INF2 - частный критерий: количество выходов счетоввой "Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами"

№ п/п	Наименование статистической модели (классы и градации)	1. Число 1/2 No	2. Число 2/2 Yes	Сумма	Среднее	Среднее индив.
1	GENDER-1/2/Female	2145	791	2936	1468.00	957.42
2	GENDER-2/2/Male	2254	796	3050	1525.00	1030.86
3	SENIORITY-1/5-1/1.0000000, 1.0000000	564	402	966	483.00	114.55
4	SENIORITY-2/5-1/1.0000000, 1.0000000					
5	SENIORITY-3/5-1/1.0000000, 1.0000000					
6	SENIORITY-4/5-1/1.0000000, 1.0000000					
7	SENIORITY-5/5-1/1.0000000, 1.0000000					
8	PARTNER-1/2/No	2071	1011	3082	1541.00	745.53
9	PARTNER-2/2/Yes	2328	576	2904	1452.00	1238.85
10	DEPENDENTS-1/2/No	2889	1306	4195	2097.50	1119.35
11	DEPENDENTS-2/2/Yes	1510	291	1791	895.50	869.03
12	TENURE-1/5-1/1.0000000, 6.0000000	571	665	1236	618.00	66.47
13	TENURE-2/5-1/1.0000000, 20.0000000	903	384	1287	643.50	296.25
14	TENURE-3/5-1/1.0000000, 40.0000000	929	270	1199	599.50	465.98
15	TENURE-4/5-1/1.0000000, 60.0000000	960	191	1151	575.50	545.42
16	TENURE-5/5-1/1.0000000, 72.0000000	1110	77	1187	593.50	736.18
17	PHONESERVICE-1/2/No	441	149	590	295.00	206.48
18	PHONESERVICE-2/2/Yes	3958	1438	5396	2698.00	1781.91
19	MULTIPLINES-1/3/No	2133	715	2848	1424.00	1002.68
20	MULTIPLINES-2/3/No phone service	441	149	590	295.00	206.48
21	MULTIPLINES-3/3/Yes	1925	723	2648	1324.00	779.23
22	INTERNETSERVICE-1/3/DSL	1671	397	2068	1034.00	900.85
23	INTERNETSERVICE-2/3/Fiber optic	1536	1091	2627	1313.50	314.66
24	INTERNETSERVICE-3/3/No	1192	99	1291	645.50	772.87
25	ONLINESECURITY-1/3/No	1740	1242	2982	1491.00	352.14
26	ONLINESECURITY-2/3/No internet service	1192	99	1291	645.50	772.87
27	ONLINESECURITY-3/3/Yes	1467	246	1713	856.50	863.38

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

5.5. Модель: "5. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами"

№ п/п	Наименование статистической модели (классы и градации)	1. Число 1/2 No	2. Число 2/2 Yes	Сумма	Среднее	Среднее индив.
1	GENDER-1/2/Female	-8.528	8.528			12.060
2	GENDER-2/2/Male	16.054	-16.054	0.000	0.000	23.834
3	SENIORITY-1/5-1/1.0000000, 1.0000000	-144.552	144.552	0.000	0.000	204.427
4	SENIORITY-2/5-1/1.0000000, 1.0000000					
5	SENIORITY-3/5-1/1.0000000, 1.0000000					
6	SENIORITY-4/5-1/1.0000000, 1.0000000					
7	SENIORITY-5/5-1/1.0000000, 1.0000000					
8	PARTNER-1/2/No	-189.617	189.617	0.000	0.000	268.259
9	PARTNER-2/2/Yes	197.944	-197.944			279.935
10	DEPENDENTS-1/2/No	-187.992	187.992	0.000	0.000	265.861
11	DEPENDENTS-2/2/Yes	196.319	-196.319	0.000	0.000	277.437
12	TENURE-1/5-1/1.0000000, 6.0000000	-335.594	335.594			474.602
13	TENURE-2/5-1/1.0000000, 20.0000000	-67.653	67.653	0.000	0.000	95.676
14	TENURE-3/5-1/1.0000000, 40.0000000	49.545	-49.545	0.000	0.000	70.067
15	TENURE-4/5-1/1.0000000, 60.0000000	117.885	-117.885	0.000	0.000	165.734
16	TENURE-5/5-1/1.0000000, 72.0000000	241.479	-241.479	0.000	0.000	341.503
17	PHONESERVICE-1/2/No	8.241	-8.241			11.654
18	PHONESERVICE-2/2/Yes	0.086	-0.086	0.000	0.000	0.122
19	MULTIPLINES-1/3/No	44.019	-44.019			62.253
20	MULTIPLINES-2/3/No phone service	8.241	-8.241			11.654
21	MULTIPLINES-3/3/Yes	-43.933	43.933	0.000	0.000	62.131
22	INTERNETSERVICE-1/3/DSL	154.142	-154.142	0.000	0.000	217.990
23	INTERNETSERVICE-2/3/Fiber optic	-190.879	190.879	0.000	0.000	267.787
24	INTERNETSERVICE-3/3/No	245.064	-245.064	0.000	0.000	345.573
25	ONLINESECURITY-1/3/No	-447.268	447.268	0.000	0.000	632.533
26	ONLINESECURITY-2/3/No internet service	245.064	-245.064	0.000	0.000	345.573
27	ONLINESECURITY-3/3/Yes	210.531	-210.531	0.000	0.000	297.734

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 различные объекты. Поэтому то, в каких единицах измерения измеряются те или иные свойства объектов наблюдения

не играет никакой роли. Это решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе отличает систему «Эйдос» от других интеллектуальных технологий.

Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергера, а также по критериям L1-L2-мерам проф. Е.В.Луценко, 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. Обзорная форма по данным моделей при ранжировании. Текущая модель: "ABC"

Наименование модели (критерий критерия)	Используемый критерий	Полнота модели	Точность	Число признаков	Сумма квадратов ошибок (по критерию Ван Ризбергера)	Сумма квадратов ошибок (по критерию Ван Ризбергера)	Сумма квадратов ошибок (по критерию Ван Ризбергера)	Сумма квадратов ошибок (по критерию Ван Ризбергера)	F-мера модели	L1-мера модели	L2-мера модели
1. ABC - критерий критерий количества ошибок зонтичной. Точность	Критерий абсолютного отклонения	0,895	0,705	2938,407	174,483	2261,769	2,766	0,566	0,935	0,723	
2. ABC - критерий критерий количества ошибок зонтичной. Точность	Сумма абсолютных отклонений	1,000	0,667	4682,223		2938,407		0,412	1,000	0,759	
3. PRFC1 - критерий критерий доли вероятности по границам (дв.)	Критерий доли вероятности	0,895	0,705	2938,408	174,483	2261,769	2,766	0,566	0,939	0,723	
4. PRFC1 - критерий критерий доли вероятности по границам (дв.)	Сумма абсолютных отклонений	1,000	0,667	4036,632		3769,864		0,514	1,000	0,479	
5. PRFC2 - критерий критерий доли вероятности по границам (дв.)	Критерий доли вероятности	0,895	0,705	2938,407	174,483	2261,769	2,766	0,566	0,939	0,723	
6. PRFC2 - критерий критерий доли вероятности по границам (дв.)	Сумма абсолютных отклонений	1,000	0,667	3987,445		3773,707		0,514	1,000	0,479	
7. INF1 - критерий критерий количества знаний по А.Зариану и др.	Семантический резонанс зна.	0,599	0,593	1559,494	1634,663	934,409	833,573	0,626	0,652	0,438	
8. INF1 - критерий критерий количества знаний по А.Зариану и др.	Сумма знаний	0,615	0,594	462,975	1433,482	203,048	218,400	0,695	0,681	0,489	
9. INF2 - критерий критерий количества знаний по А.Зариану и др.	Семантический резонанс зна.	0,599	0,593	1557,937	1633,716	935,085	834,483	0,626	0,651	0,438	
10. INF2 - критерий критерий количества знаний по А.Зариану и др.	Сумма знаний	0,610	0,649	468,108	1407,230	212,469	228,482	0,698	0,680	0,484	
11. INF3 - критерий критерий не-квадрат. равенства между факт.	Семантический резонанс зна.	0,586	0,586	1573,661	1573,661	937,489	937,489	0,630	0,630	0,430	
12. INF3 - критерий критерий не-квадрат. равенства между факт.	Сумма знаний	0,596	0,586	1573,720	1573,720	926,310	926,311	0,629	0,629	0,429	
13. INF4 - критерий критерий ROI (Return On Investment) обратно.	Семантический резонанс зна.	0,582	0,582	1657,737	1657,737	891,895	891,896	0,650	0,650	0,450	
14. INF4 - критерий критерий ROI (Return On Investment) обратно.	Сумма знаний	0,659	0,659	1038,262	1341,815	555,478	252,724	0,653	0,604	0,720	
15. INF5 - критерий критерий ROI (Return On Investment) обратно.	Семантический резонанс зна.	0,582	0,582	1656,148	1656,148	892,726	892,726	0,650	0,650	0,450	
16. INF5 - критерий критерий ROI (Return On Investment) обратно.	Сумма знаний	0,653	0,653	1051,350	1332,864	588,857	258,982	0,644	0,602	0,715	
17. INF6 - критерий критерий разн. дол. и безуслов. вероятностей. ав.	Семантический резонанс зна.	0,586	0,586	1573,661	1573,661	937,489	937,489	0,630	0,630	0,430	
18. INF6 - критерий критерий разн. дол. и безуслов. вероятностей. ав.	Сумма знаний	0,586	0,586	1132,777	1012,745	908,554	354,326	0,555	0,762	0,442	
19. INF7 - критерий критерий разн. дол. и безуслов. вероятностей. ав.	Семантический резонанс зна.	0,585	0,585	1588,678	1588,670	941,631	941,630	0,628	0,628	0,428	
20. INF7 - критерий критерий разн. дол. и безуслов. вероятностей. ав.	Сумма знаний	0,580	0,580	1126,977	979,746	926,895	356,624	0,548	0,759	0,437	

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

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергера наиболее достоверной является СК-модель INF1 с интегральным критерием «Сумма знаний» ($F=0,654$ при максимуме 1,000), что является приемлемым результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ($L1=0,688$ при максимуме 1,000), что также является приемлемым результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF1 достаточно хорошей причинно-следственной зависимости между шансом клиента отказаться от услуг телекоммуникационной компании и его характеристиками.

На рисунке 9 приведено частотное распределение числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации характеристик клиентов телекоммуникационной компании в СК-модели INF1 по данным обучающей выборки:

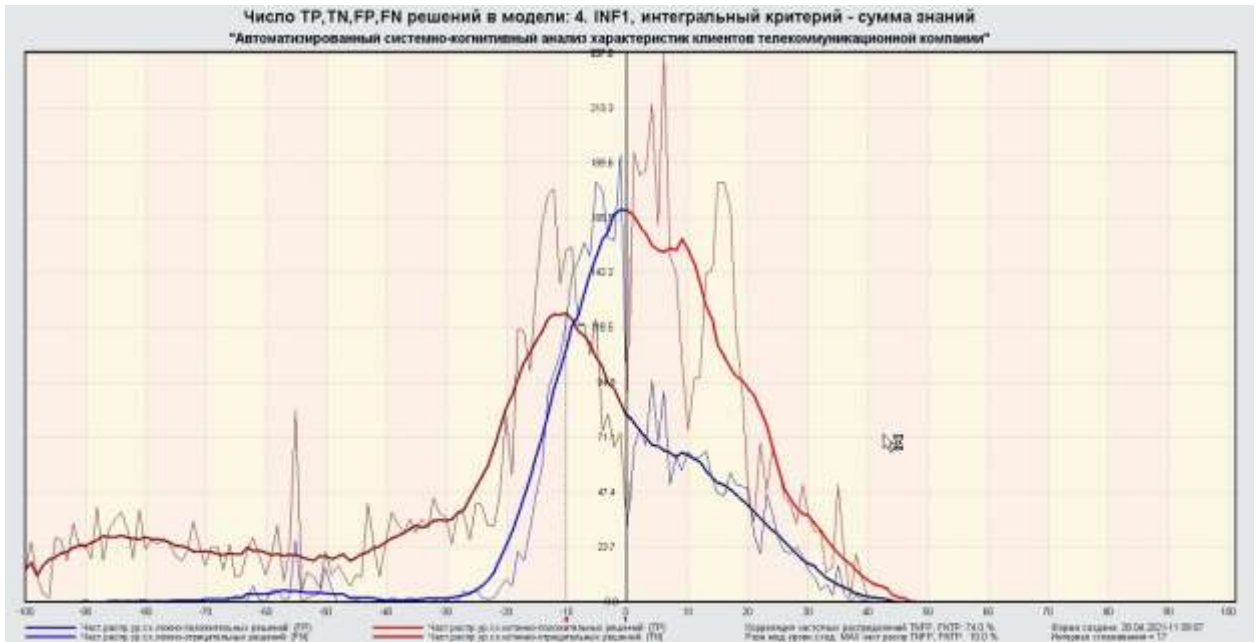


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели INF1

Рисунок 9 содержит изображения двух частотных распределений.

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

При положительных решениях присутствует лишь единственный диапазон уровня сходства. Значение истинных решений всегда больше ложных, которые после уровня сходства $\sim 44\%$ полностью исчезают. После уровня сходства больше $\sim 47\%$ истинно-положительные решения также исчезают.

Для отрицательных решений картина чуть сложнее и включает 2 диапазона уровней различия:

- 1) при уровнях различий от 0% до 9% количество ложных решений больше числа истинных;
- 2) выше уровня различий 9% количество истинных решений выравнивается с ложным, а затем возрастает. После 12% рост истинных решений спадает, но по-прежнему остаётся выше уровня ложных вплоть до 100%.

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

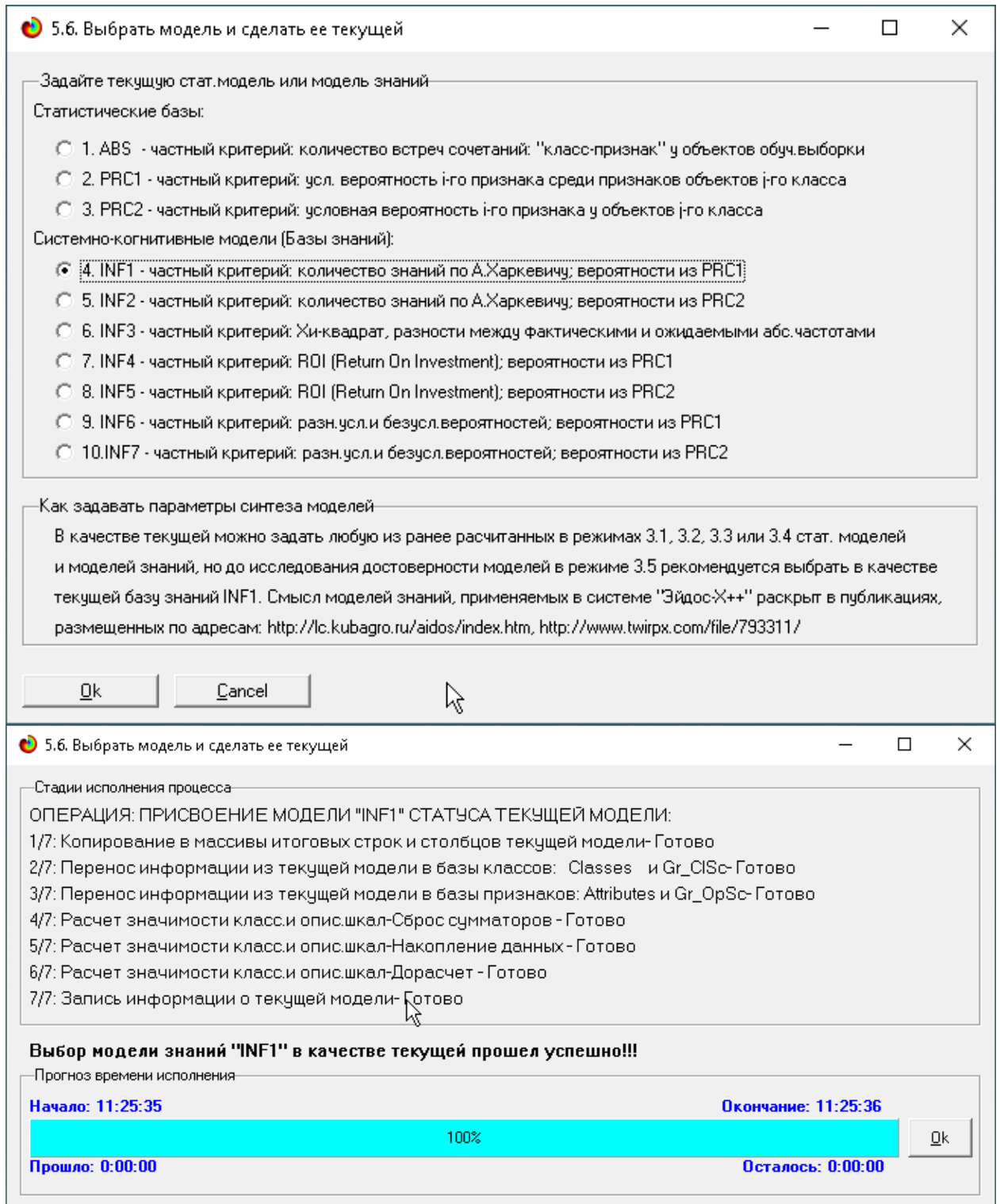


Рисунок 11. Экранные формы присвоения наиболее достоверной СК-модели ABS статуса текущей

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу системной идентификации на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF1 на GPU (рисунок 12).

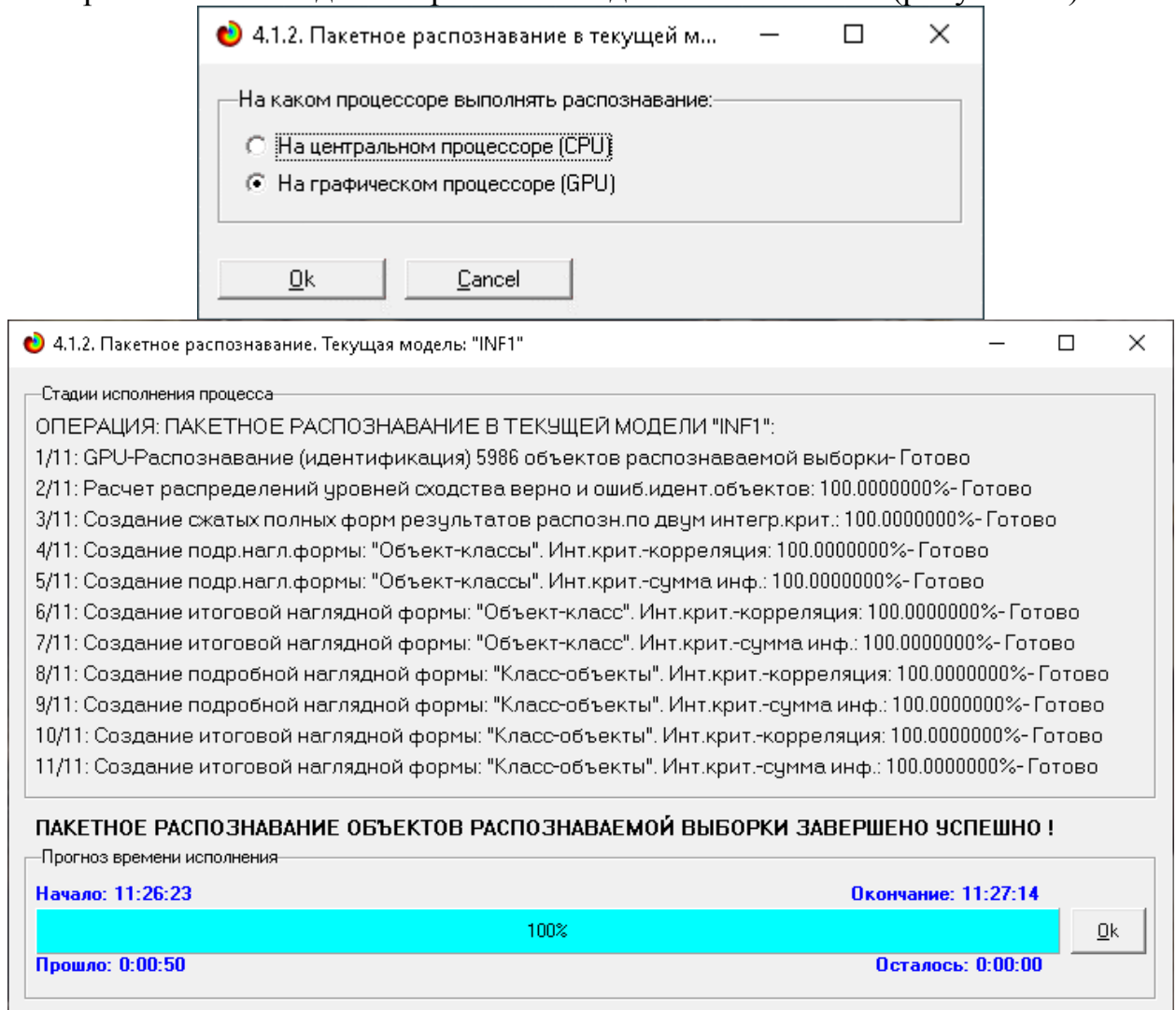


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 50 секунд.

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).

4.1.3.1. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Объект-классы". Текущая модель: "INF1"

Распознаваемые объекты		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"				
Код	Наим. объекта	Код	Наименование класса	Сходство	Ф.	Сходство
1	2923-ARZLG	1	CHURN-1/2-No	64.02	v	████████████████████
2	7644-DMVMY	2	CHURN-2/2-Yes	-66.88		████████████████████
3	5709-LVDEQ					
4	3115-C2M2D					
5	2520-5GTTA					
6	4472-LVYGI					
7	4367-NUYAD					
8	2967-MKRAV					
9	8992-CEUEN					
10	9318-NKNFC					
11	9975-SKFRN					
12	1423-BMPBQ					
13	1015-DWJKI					
14	6121-V2NQB					
15	6569-KTMDU					
16	9441-QHEVC					
17	7302-ZHMHP					
18	4232-J6KJY					
19	3373-YZZYM					
20	3306-MHQQC					
21	1663-MHLHE					
22	9374-YDLBJ					
23	5510-BOIUJ					

4.1.3.2. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Класс-объекты". Текущая модель: "INF1"

Классы		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"				
Код	Наим. класса	Код	Наименование объекта	Сходство	Ф.	Сходство
1	CHURN-1/2-No	27	2236-HILPA	81.88	v	████████████████████
2	CHURN-2/2-Yes	28	7064-JHXCE	81.88	v	████████████████████
		28	4086-WITJG	81.88	v	████████████████████
		28	8434-VGEQQ	81.88	v	████████████████████
		29	1403-GYAFU	81.88	v	████████████████████
		29	2848-YXSMW	81.88	v	████████████████████
		29	9800-DUIGR	81.88	v	████████████████████
		30	4957-SREEC	81.88	v	████████████████████
		27	6621-NRZAK	81.54	v	████████████████████
		28	1830-IPXVJ	81.54	v	████████████████████

Классы		Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"				
Код	Наименование объекта	Код	Наименование объекта	Сходство	Ф.	Сходство
27	2236-HILPA	27	2236-HILPA	18.93	v	████████
28	7064-JHXCE	28	7064-JHXCE	18.93	v	████████
28	4086-WITJG	28	4086-WITJG	18.93	v	████████
28	8434-VGEQQ	28	8434-VGEQQ	18.93	v	████████
29	1403-GYAFU	29	1403-GYAFU	18.93	v	████████
29	2848-YXSMW	29	2848-YXSMW	18.93	v	████████
29	9800-DUIGR	29	9800-DUIGR	18.93	v	████████
30	4957-SREEC	30	4957-SREEC	18.93	v	████████
27	6621-NRZAK	27	6621-NRZAK	18.85	v	████████
28	1830-IPXVJ	28	1830-IPXVJ	18.85	v	████████

Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации клиентов телекоммуникационной компании по их характеристикам

Символ «v» стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты идентификации являются отличными.

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.

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 характеристик клиентов на возможность ухода из компании.

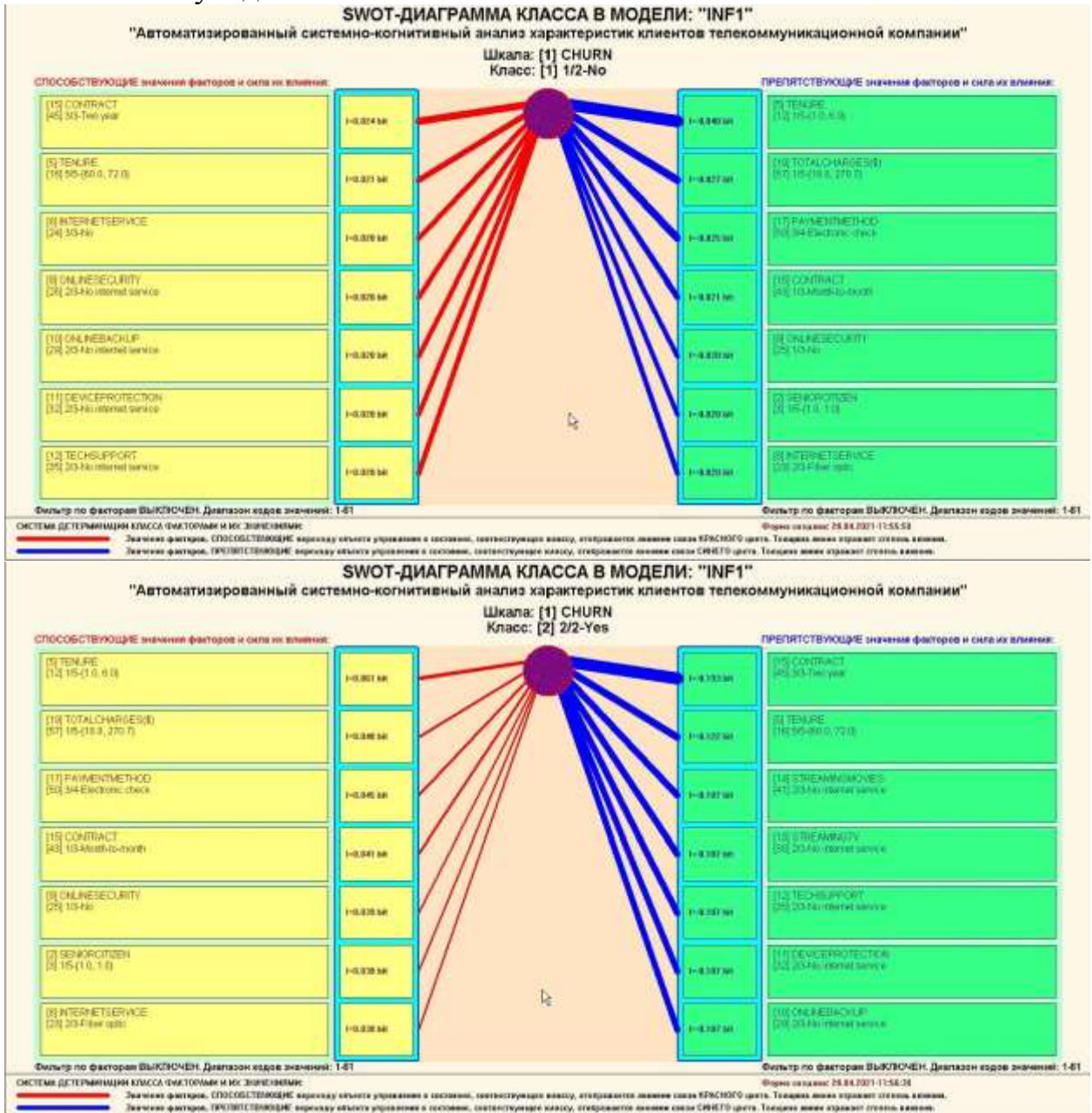




Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации характеристик оружия

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. Ниже представлен первый акт внедрения системы «Эйдос» который датируется 1987 годом, а первый подобный расчет относится к 1981 году.

<p>У Т В Е Р Ж Д А Ю</p> <p>Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н. А.А. Хагуров 1987г.</p> 		<p>У Т В Е Р Ж Д А Ю</p> <p>Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н. Э.М. Трахов 1987г.</p>
А К Т		
<p>Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИЦ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома"; - разработаны математическая модель и программное обеспечение подсистемы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М; - на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчёты по задаче в объёме: 		
<p>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:</p>		
<ul style="list-style-type: none"> - процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов; - распределение информативностей признаков (в битах) для распознавания социальных типов корреспондентов; - позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных типов на языке 212 признаков; - обобщённая характеристика информативности признаков для выбора такого минимального набора признаков, который содержит максимум информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет). 		
<p>Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.</p>		
<p>От ИСИ АН СССР:</p> <p>Мл. научный сотрудник <u>Кириченко М.М.</u> 19.05.1987г.</p> <p>Мл. научный сотрудник <u>Ляшко Г.А.</u> 19.05.1987г.</p>	<p>От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":</p> <p>Зав.отделом аэрокосмических и тематических исследований №4, к.э.н. <u>Самсонов Г.А.</u> 19.05.1987г.</p> <p>Главный конструктор проекта <u>Коренец В.И.</u> 19.05.87г.</p> <p>Главный конструктор проекта <u>Луценко Е.В.</u> 19.05.87г.</p>	

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

На рисунке 15 приведены примеры нескольких инвертированных SWOT-диаграмм, которые, наоборот, показывают, как факт ухода клиента из компании влияет на отдельные характеристики.

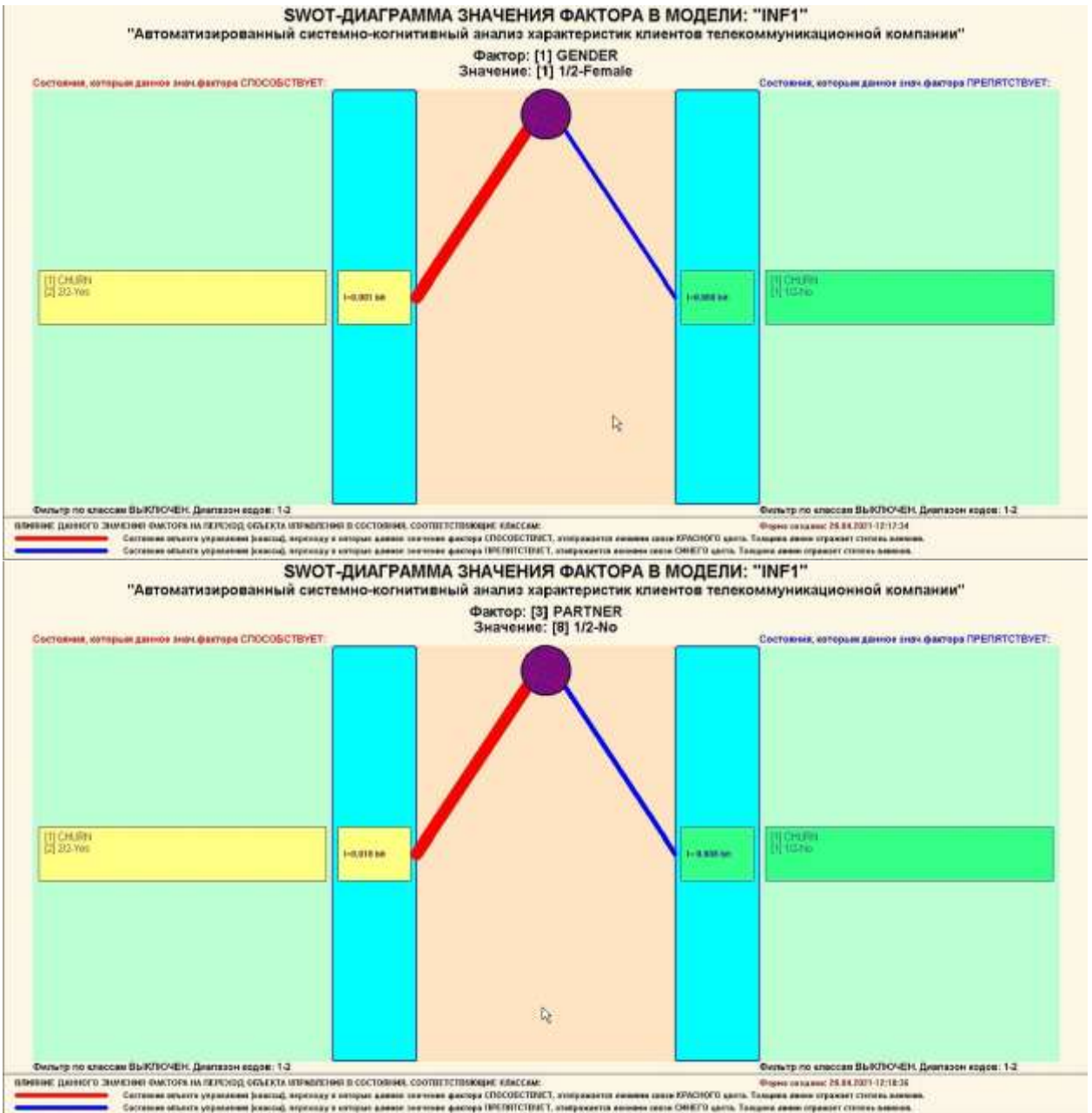


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных видов оружия на его характеристики

Исходя из примеров на рисунке 15 можно сделать вывод, что большая вероятность ухода из компании будет у незамужней клиентки, чем у женатого мужчины.

Несмотря на широкое распространение SWOT-анализ обладает и рядом спорных качеств, которые заметны при более глубоком анализе. Самый главных из таких – необходимость привлечения экспертов для проведения анализа результатов.

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.

В данной работе из-за ограничений на ее объем в рамках исследования модели 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).

На когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны **количественные** оценки сходства/различия основных классов исследуемой модели по связанным с ними значениям их характеристик. Поскольку в ней используется два класса, исходя из используемой предметной области (уход либо не уход клиента из компании), то на данной диаграмме отображены однозначные различия между противоположными классами.



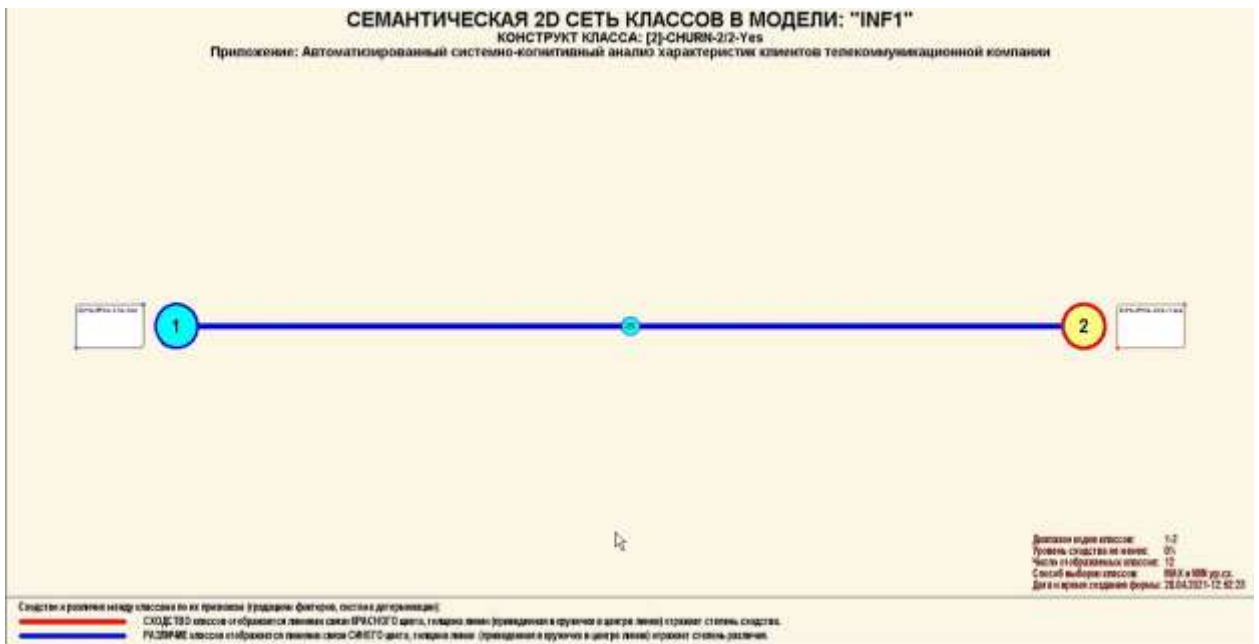


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия между фактом отказа клиентом от услуг компании, либо нет.

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

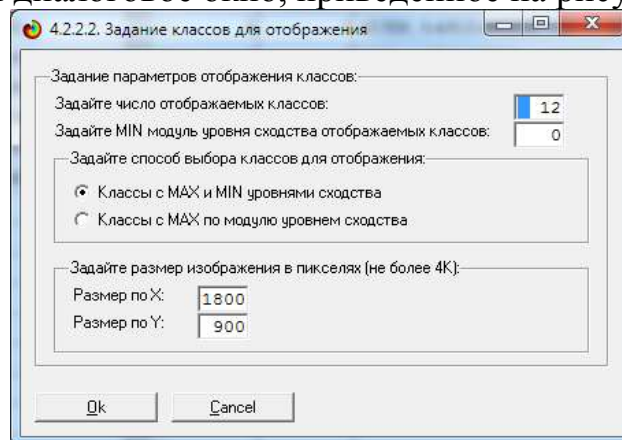


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

4.3.2. 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).

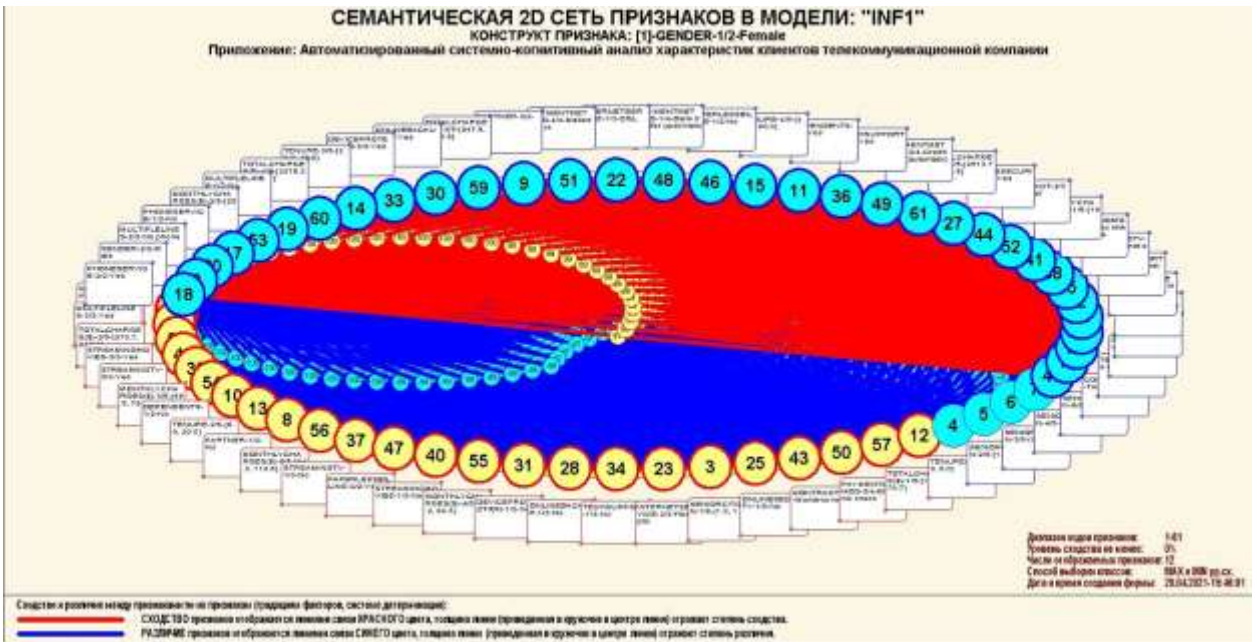


Рисунок 20. сходство/различие признаков оружия в соответствии с их характеристиками

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.

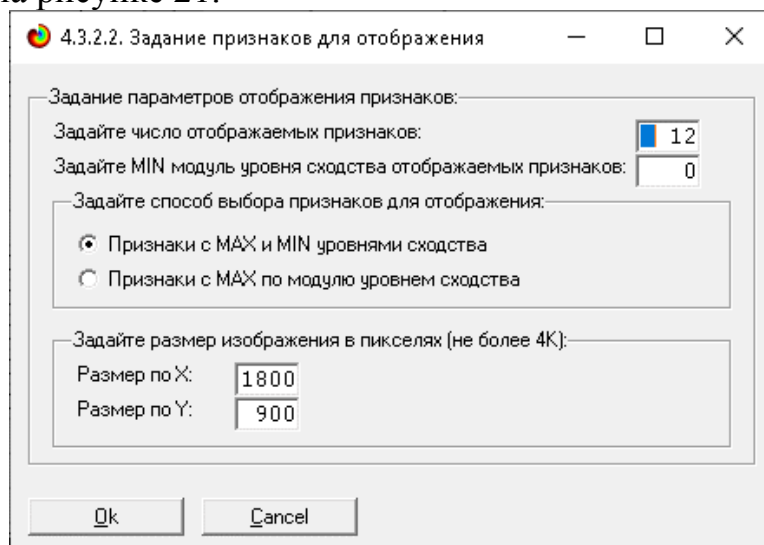


Рисунок 8. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 20

4.3.3. 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 9. 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).

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.

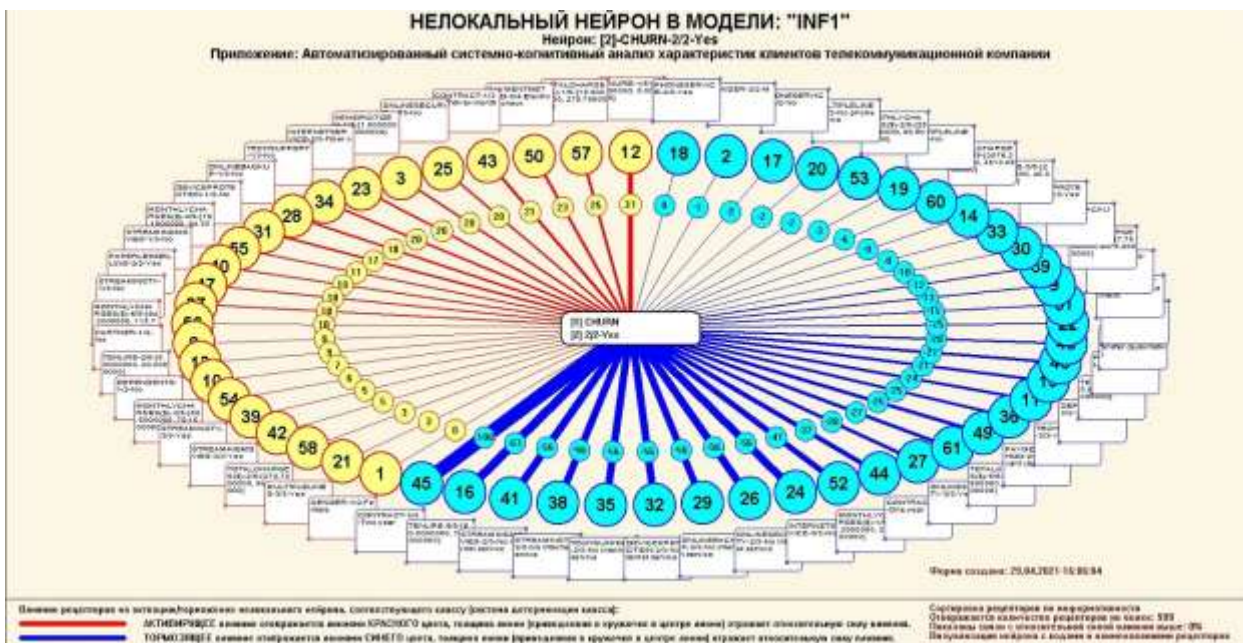


Рисунок 11. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений характеристик клиентов на факт ухода либо не ухода клиента из компании

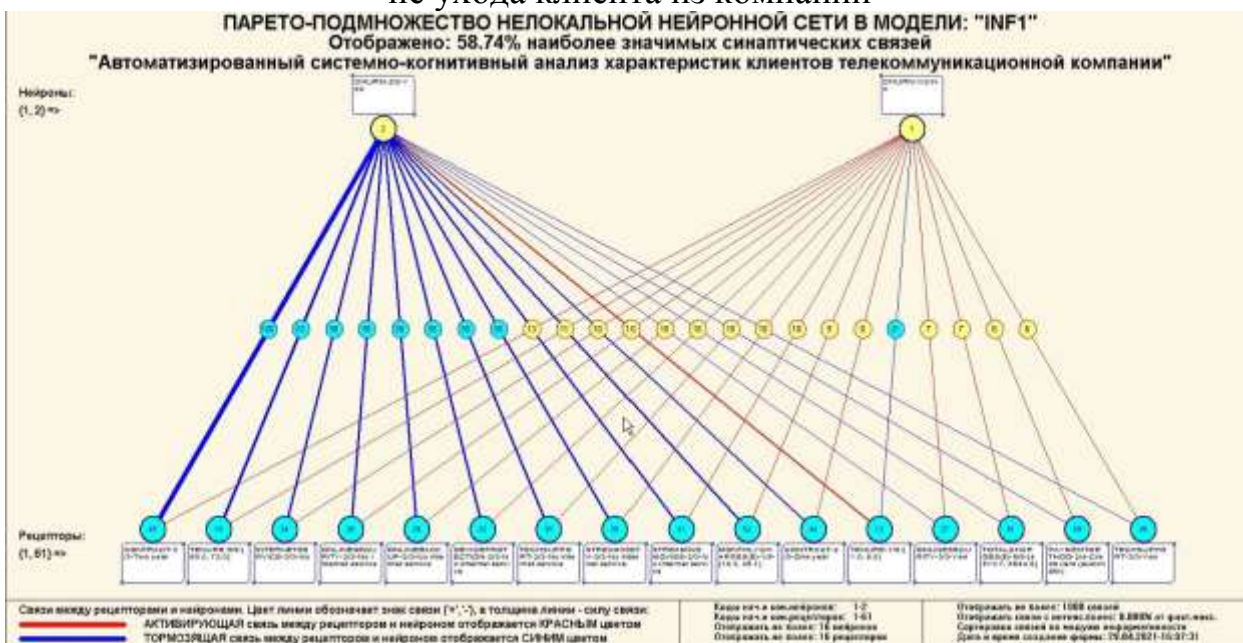


Рисунок 12. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений характеристик клиентов на факт ухода либо не ухода клиента из компании (фрагмент 58,74% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют факту отказа клиентом от услуг компании (уход), а рецепторы – характеристикам этих клиентов. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации.

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).

Модель системы «Эйдос» отличается от фреймовой модели представления знаний своей эффективной и простой программной реализацией из-за того, что разные фреймы отличаются друг от друга 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 следующим:

- 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации;
- 2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;
- 3) нейросеть является нелокальной.

4.3.5. 3D-интегральные когнитивные карты

На рисунке 26 приведен фрагмент 3D-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент 58,74% СК-модели INF1.

3D-интегральная когнитивная карта является отображением когнитивных диаграмм классов и значений факторов сразу на одном рисунке (рисунок 15).

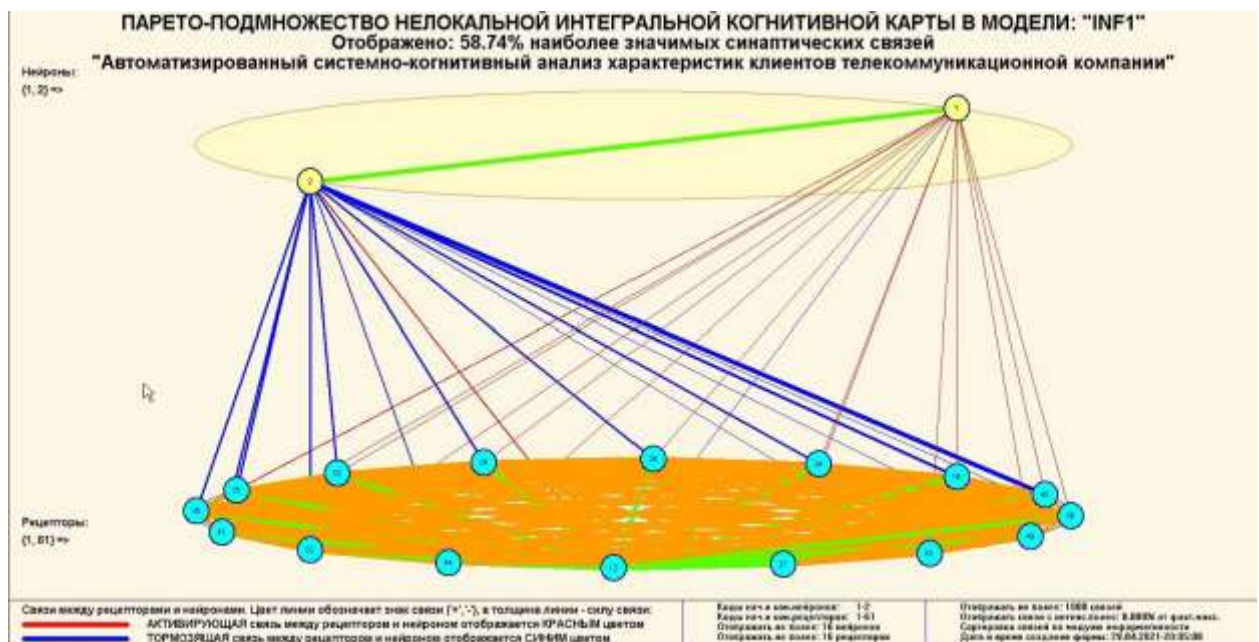


Рисунок 13. 3D-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.6. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем экран справки соответствующего режима в системе «Эйдос» (рисунок 16).

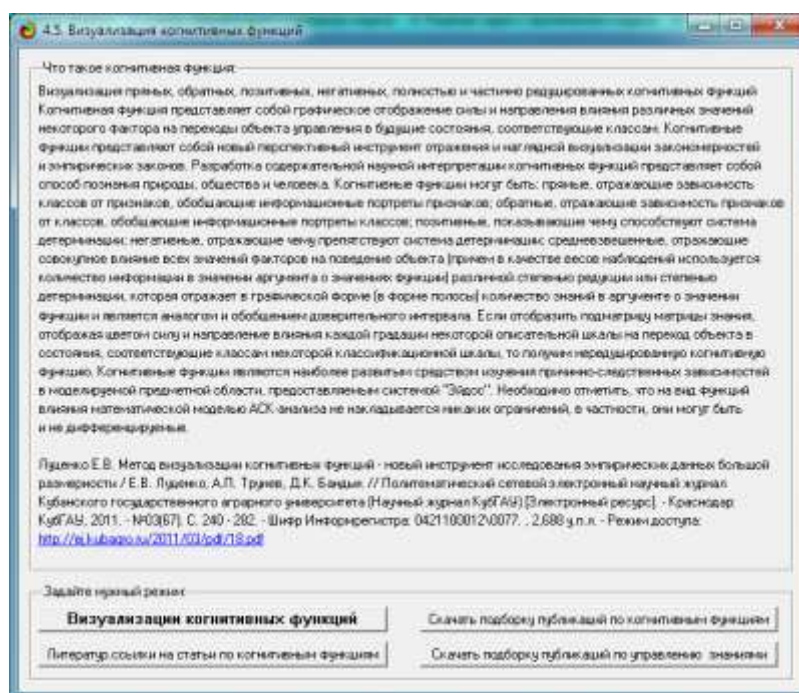


Рисунок 14. Справочное окно режима визуализации когнитивных функций

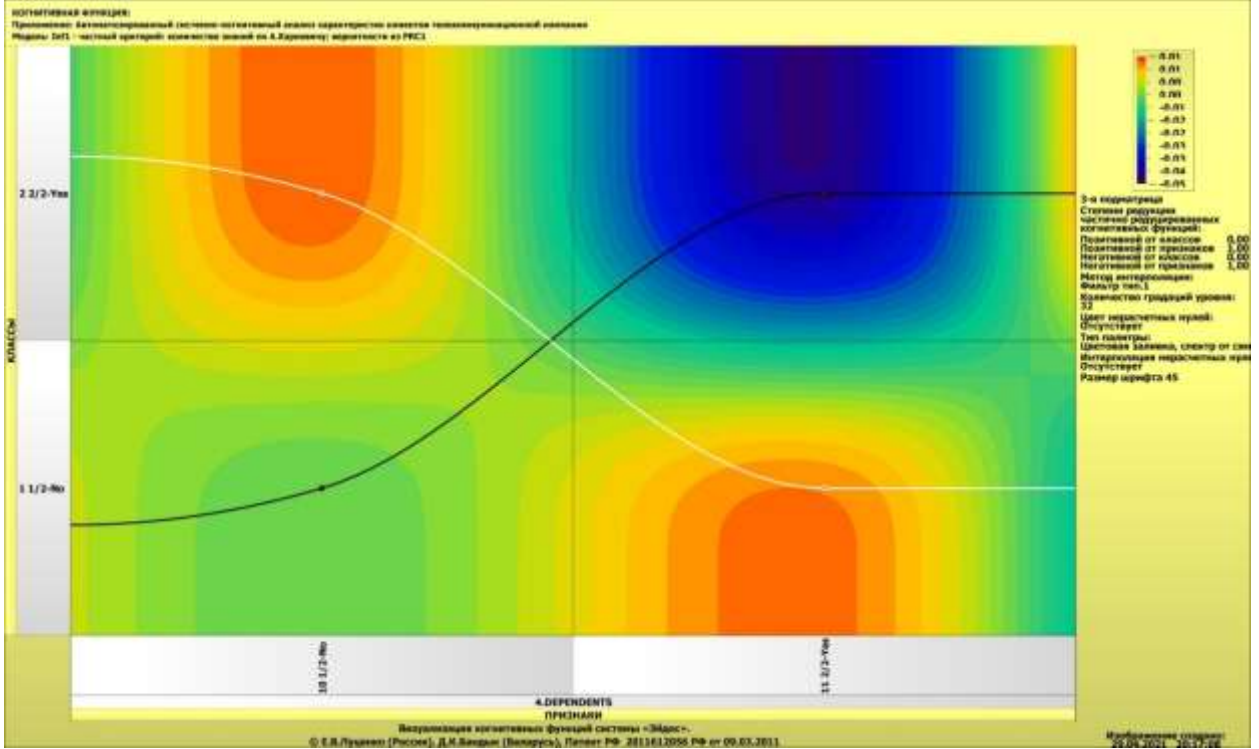
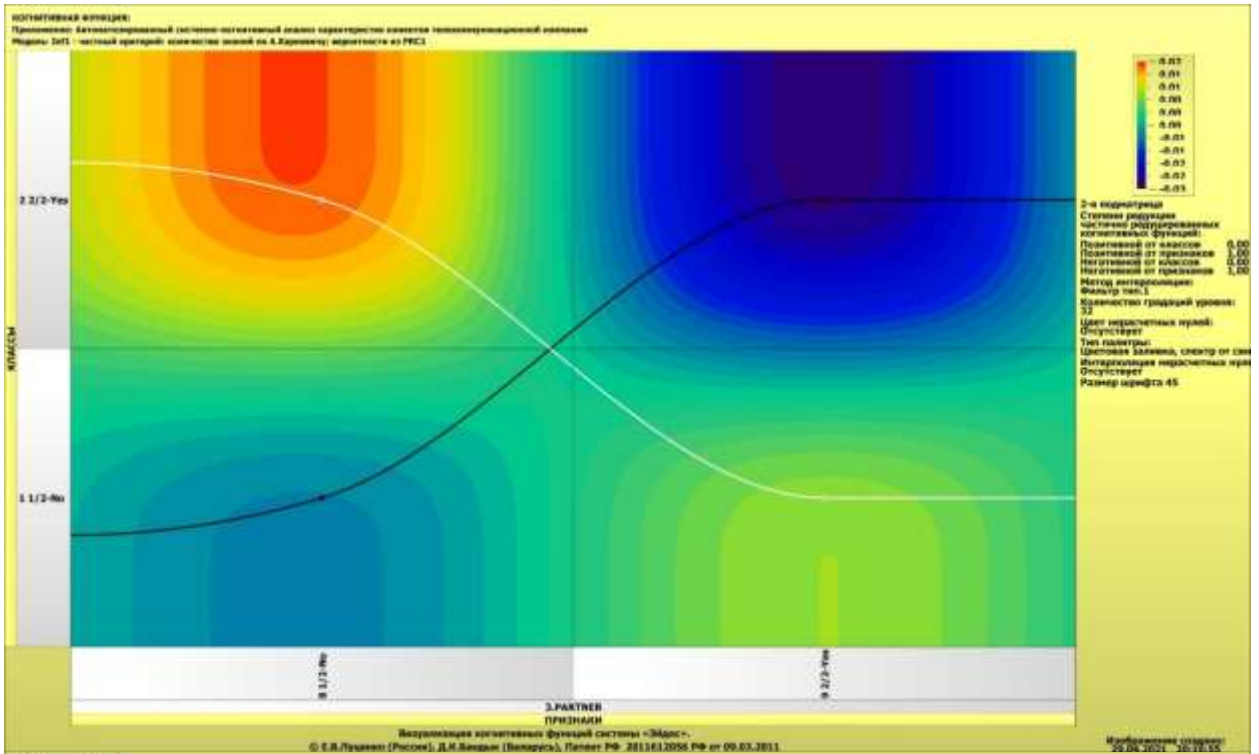
Когнитивная функция – это графическое отображение силы и направления влияния различных значений определённого фактора (признака) на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Классы являются градациями классификационных шкал.

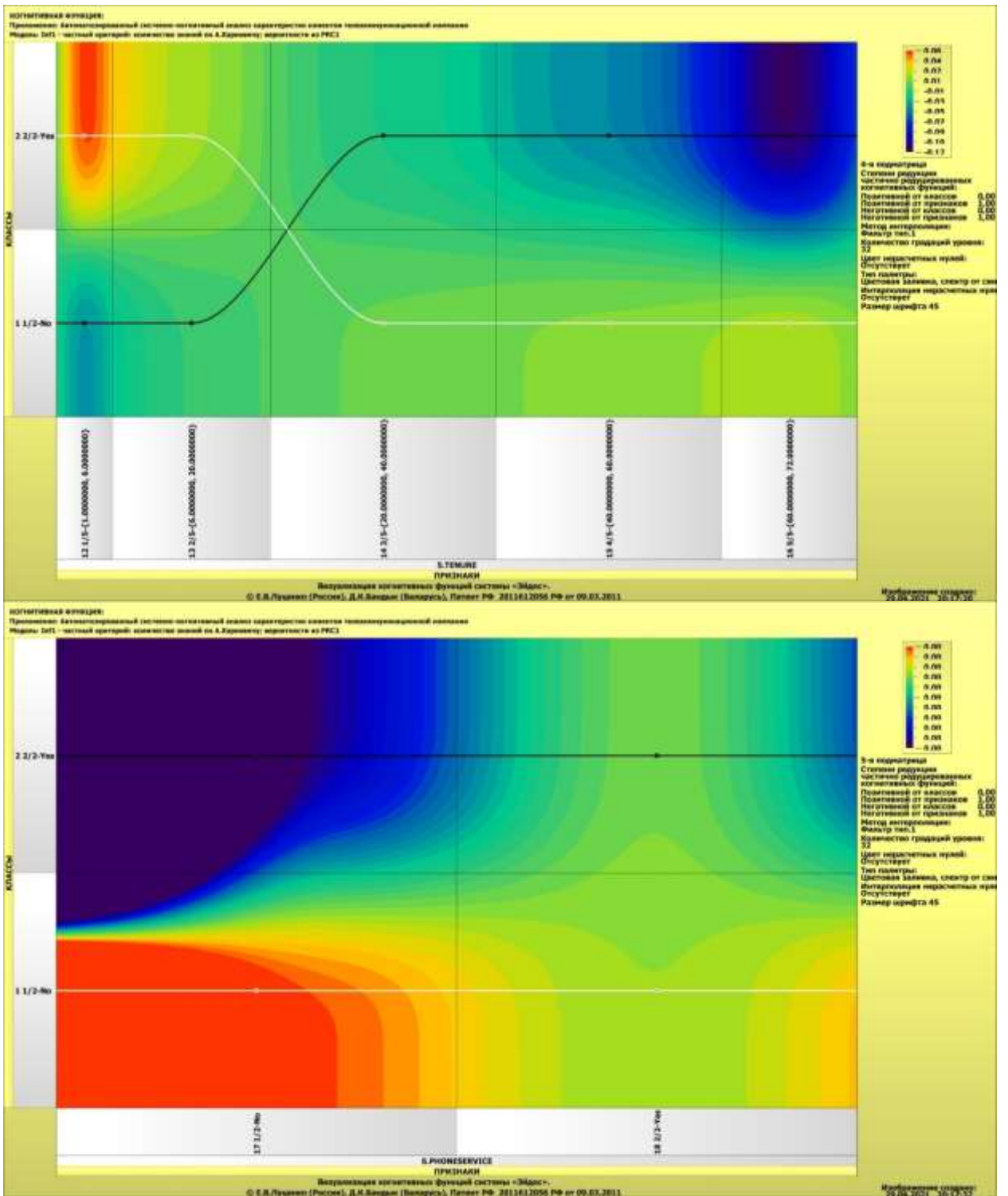
Когнитивные функции можно охарактеризовать как новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации эмпирических закономерностей и эмпирических законов.

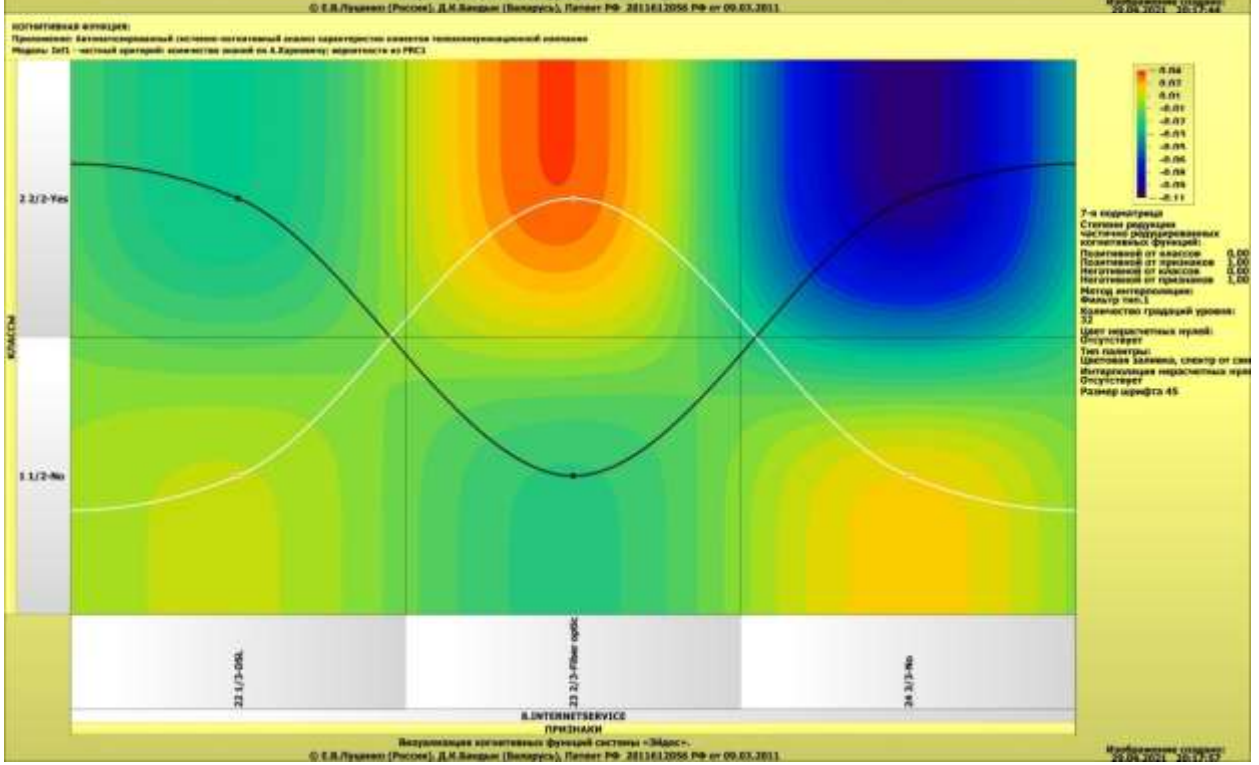
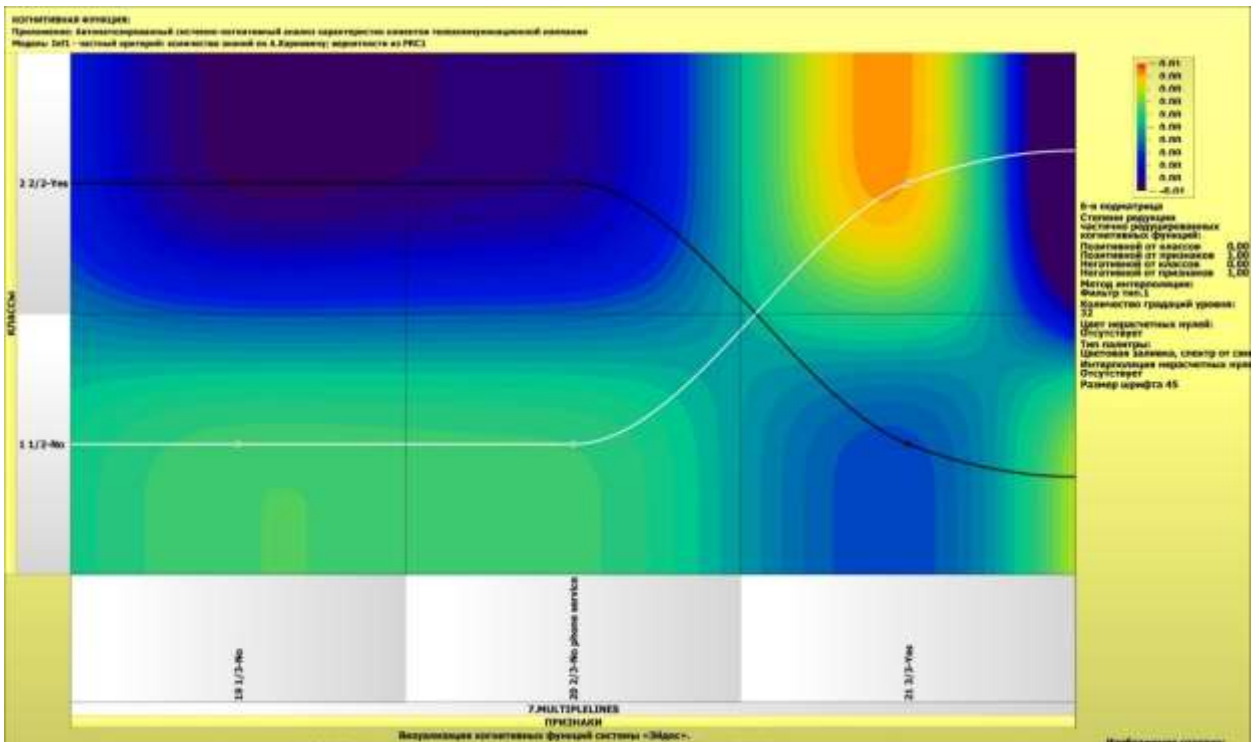
Когнитивные функции могут быть:

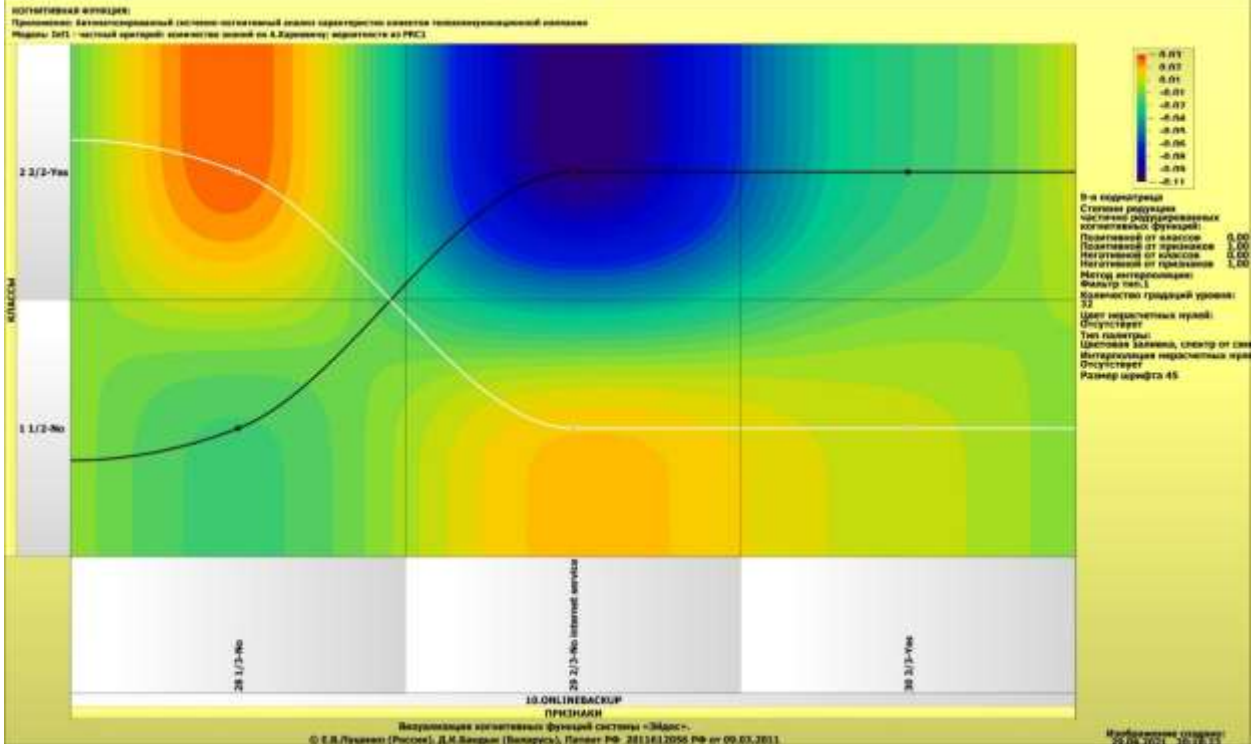
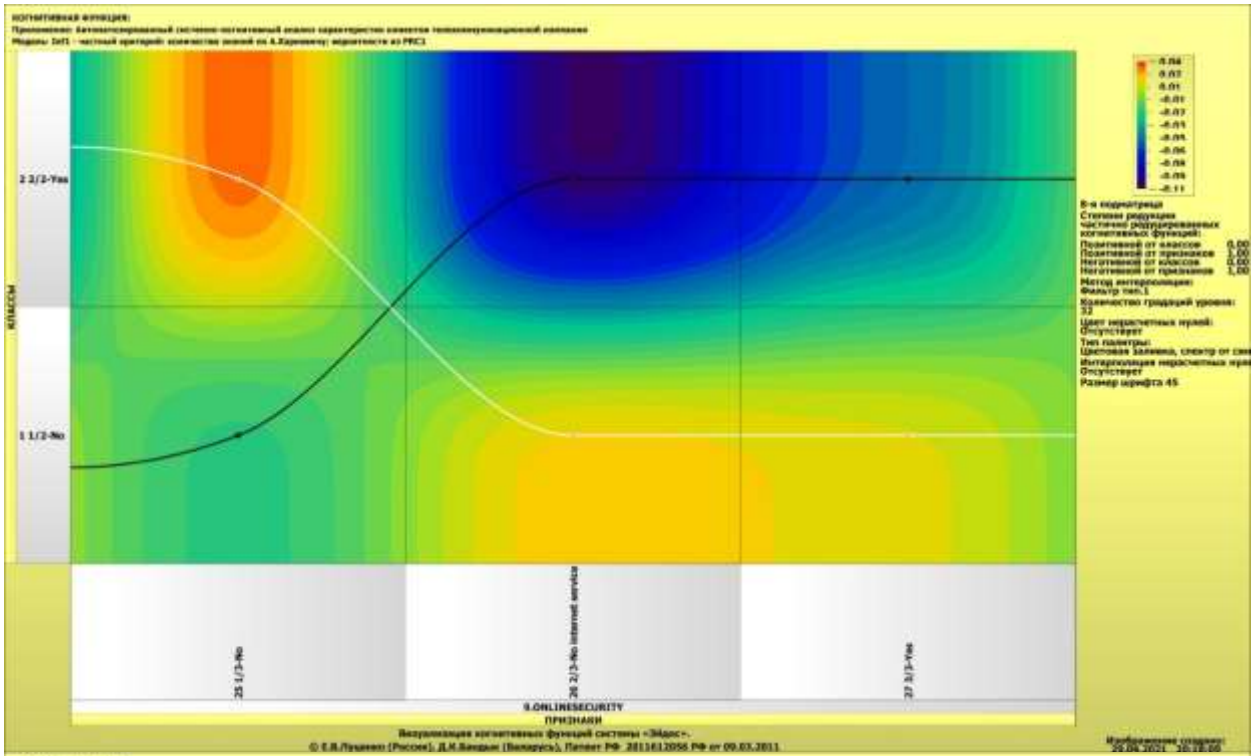
- 1) прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков;
- 2) обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов;
- 3) позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены белой линией);
- 4) негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации (обозначены черной линией);
- 5) средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта различной степенью редукции или степенью детерминации, которая отражает в графической форме (при помощи полосы разной толщины) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала.

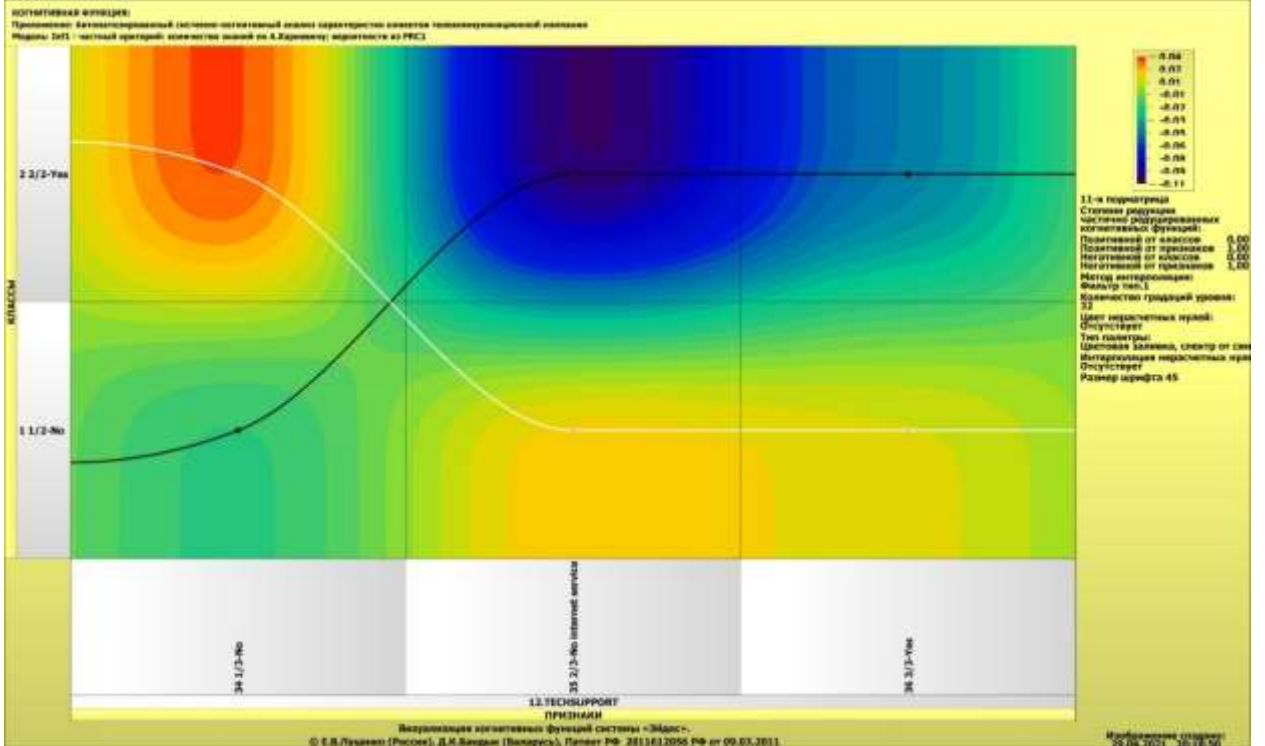
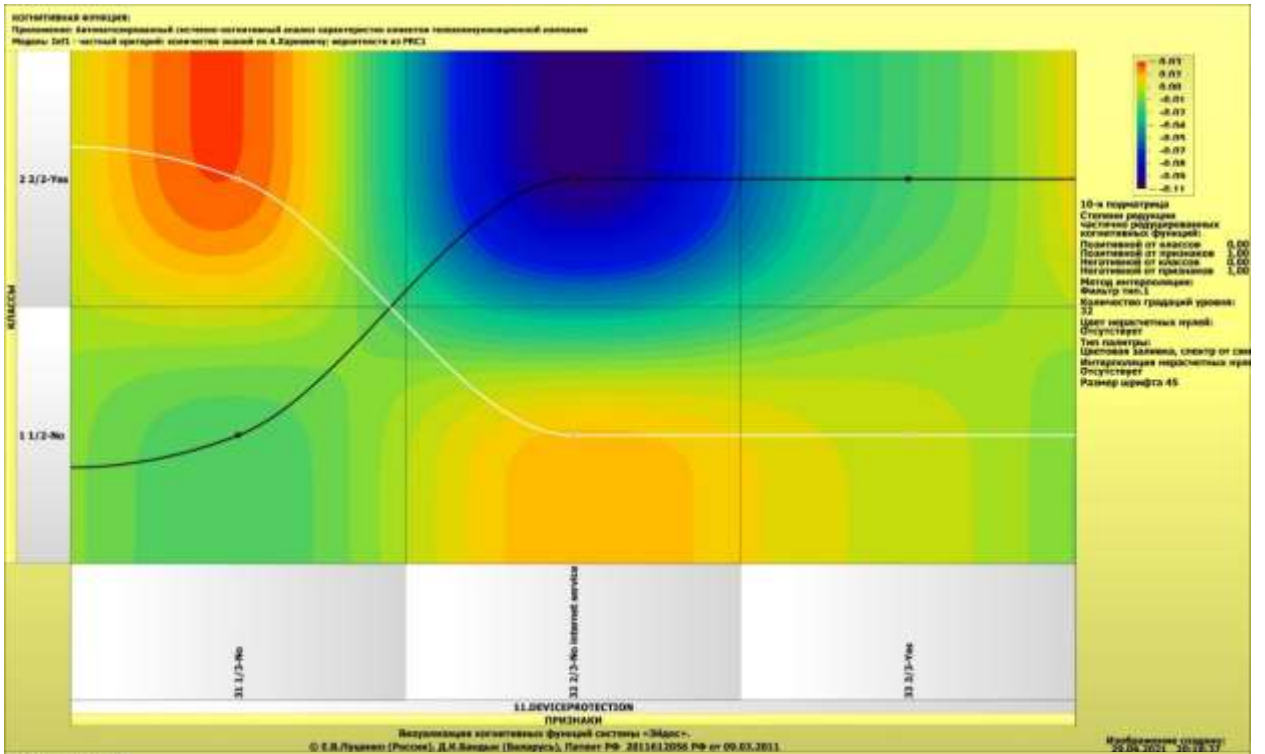
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

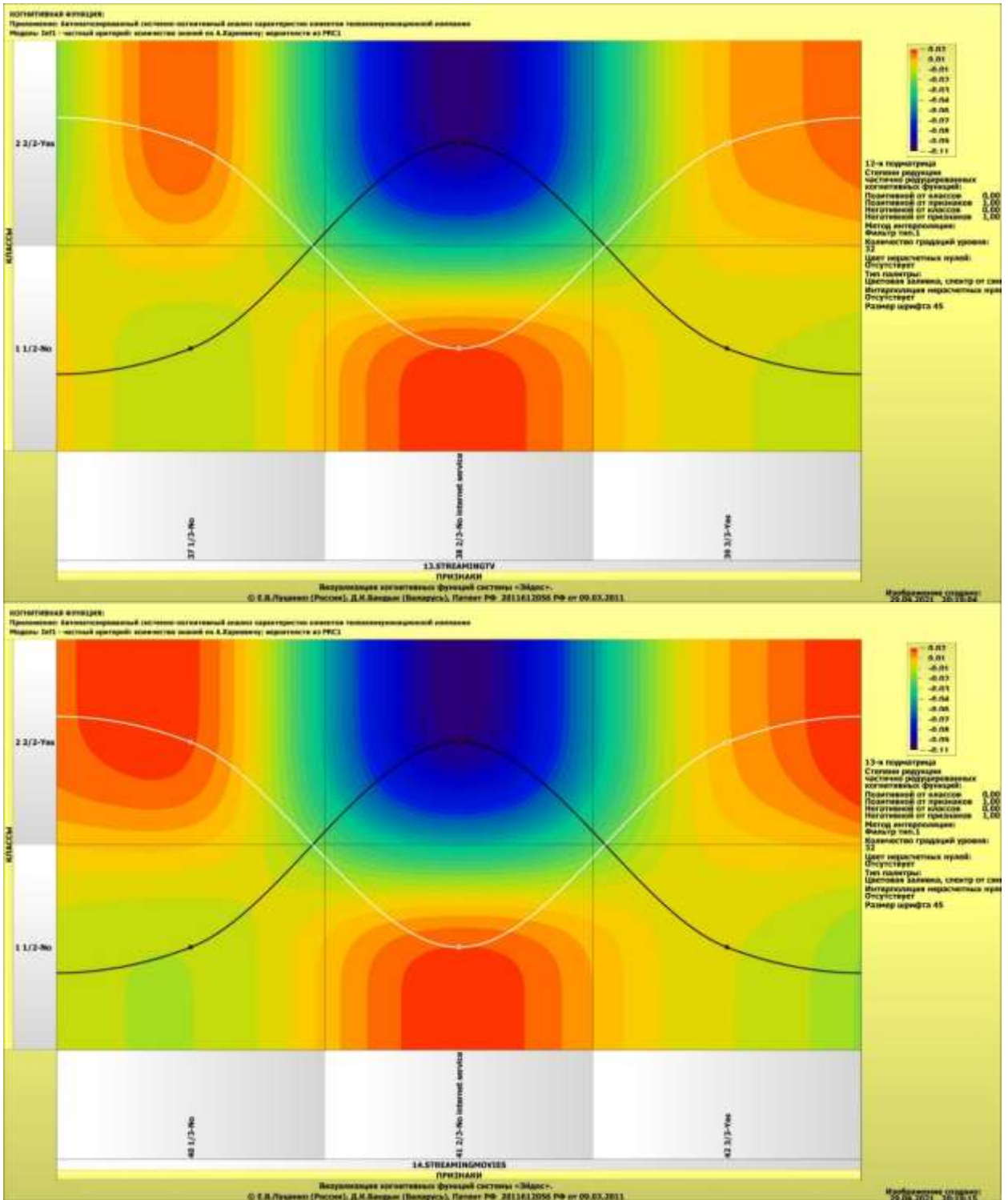


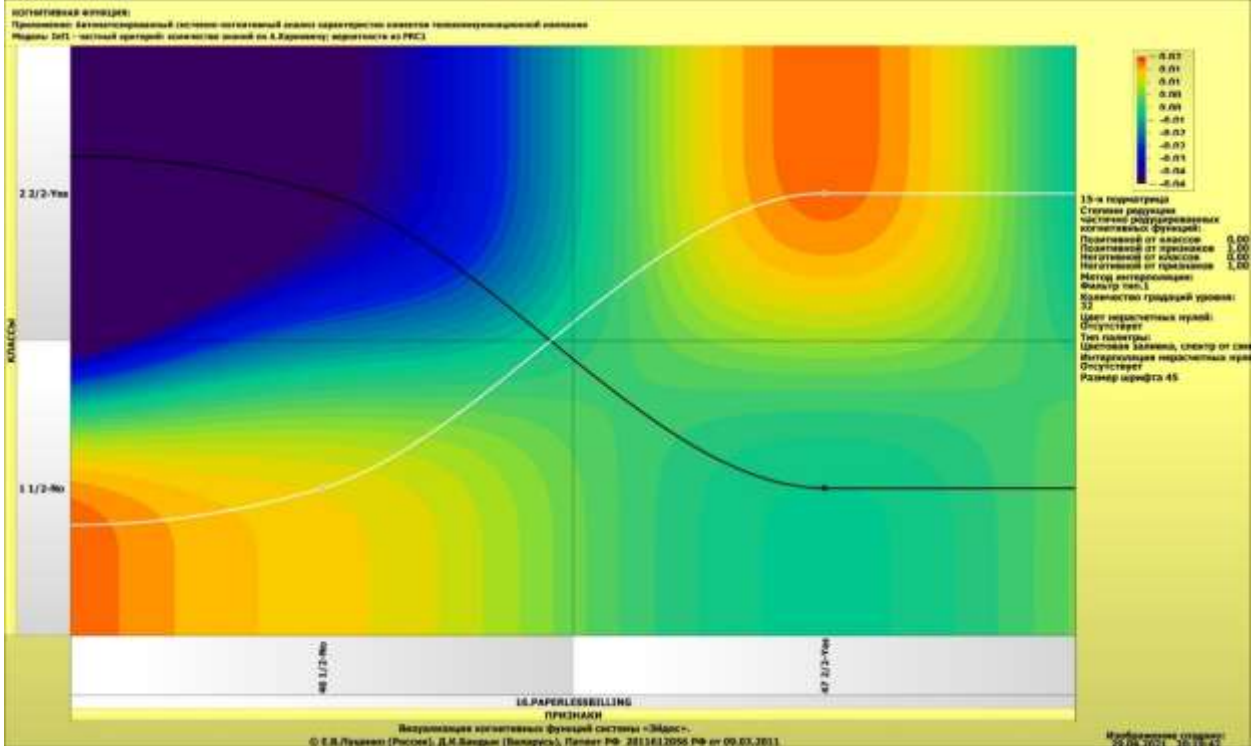
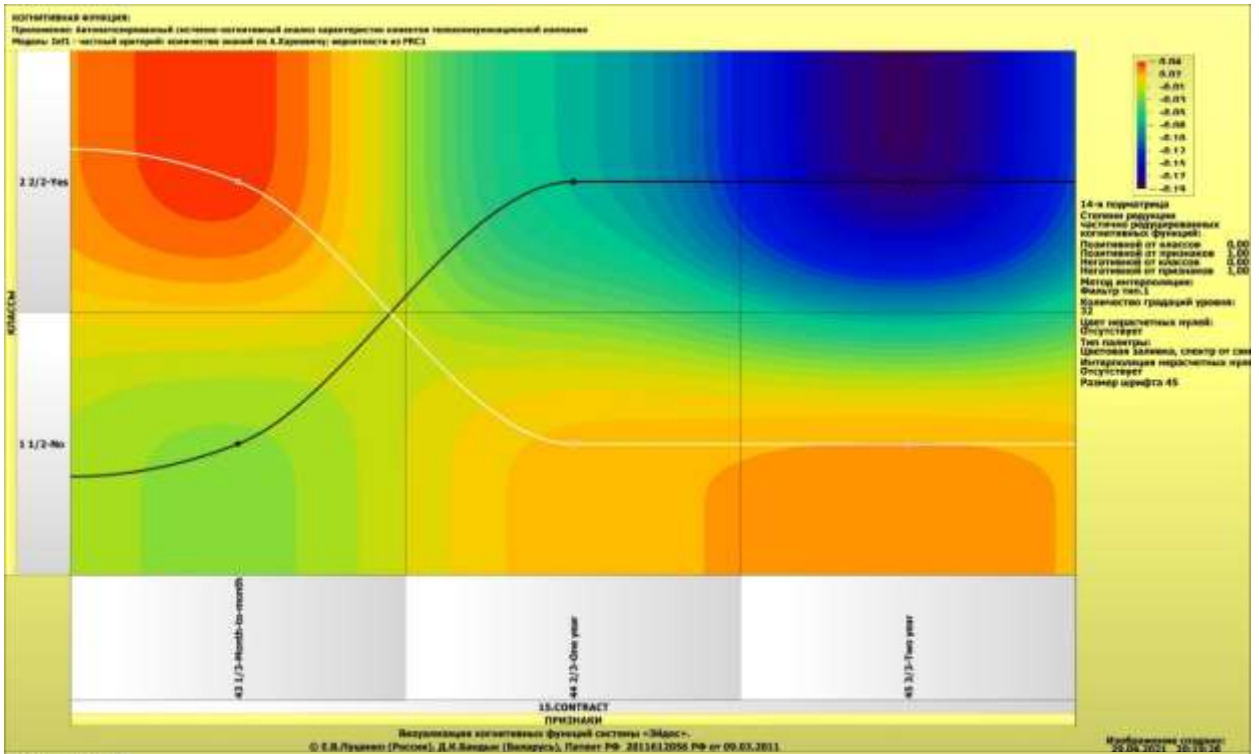


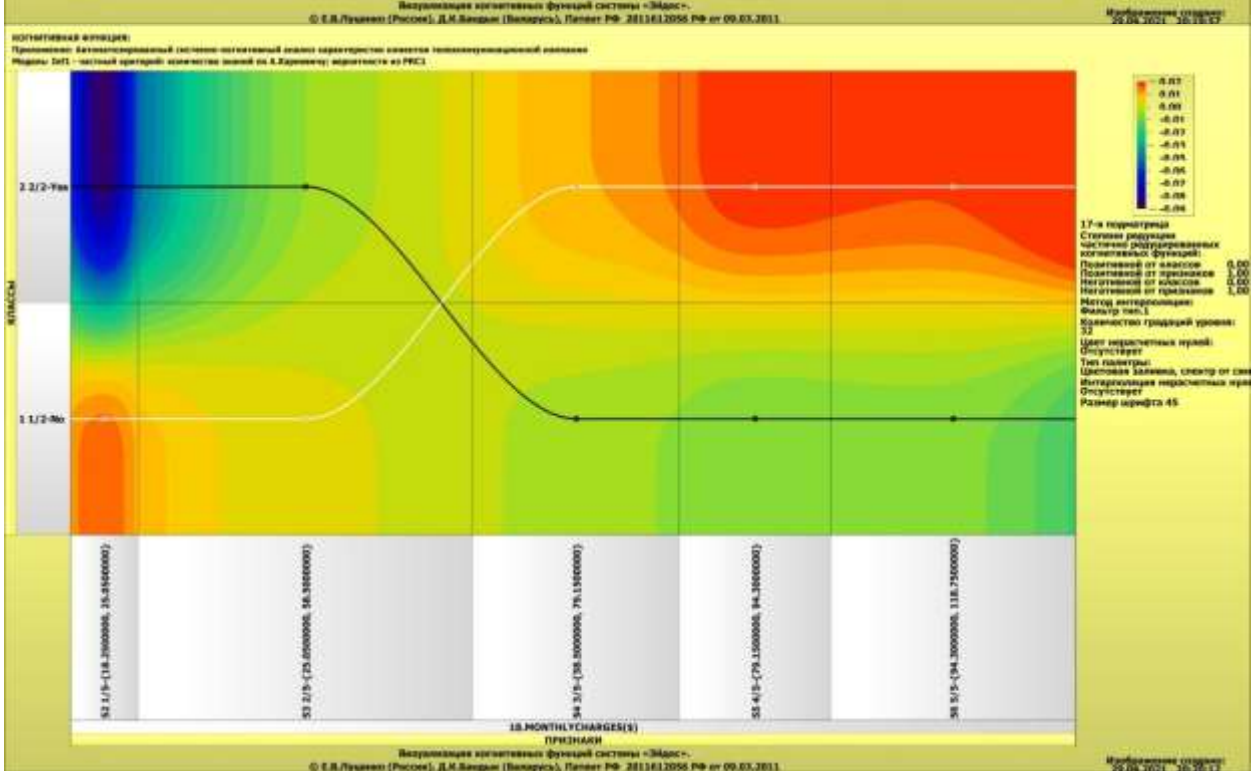
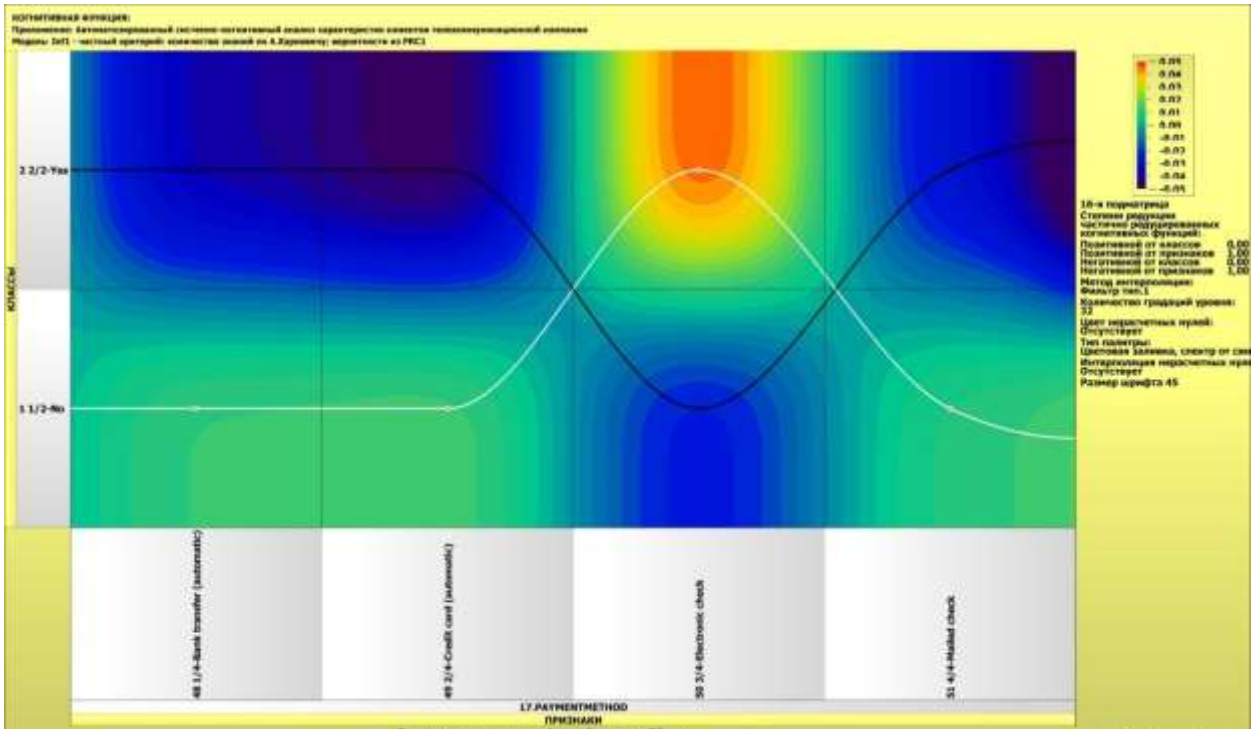












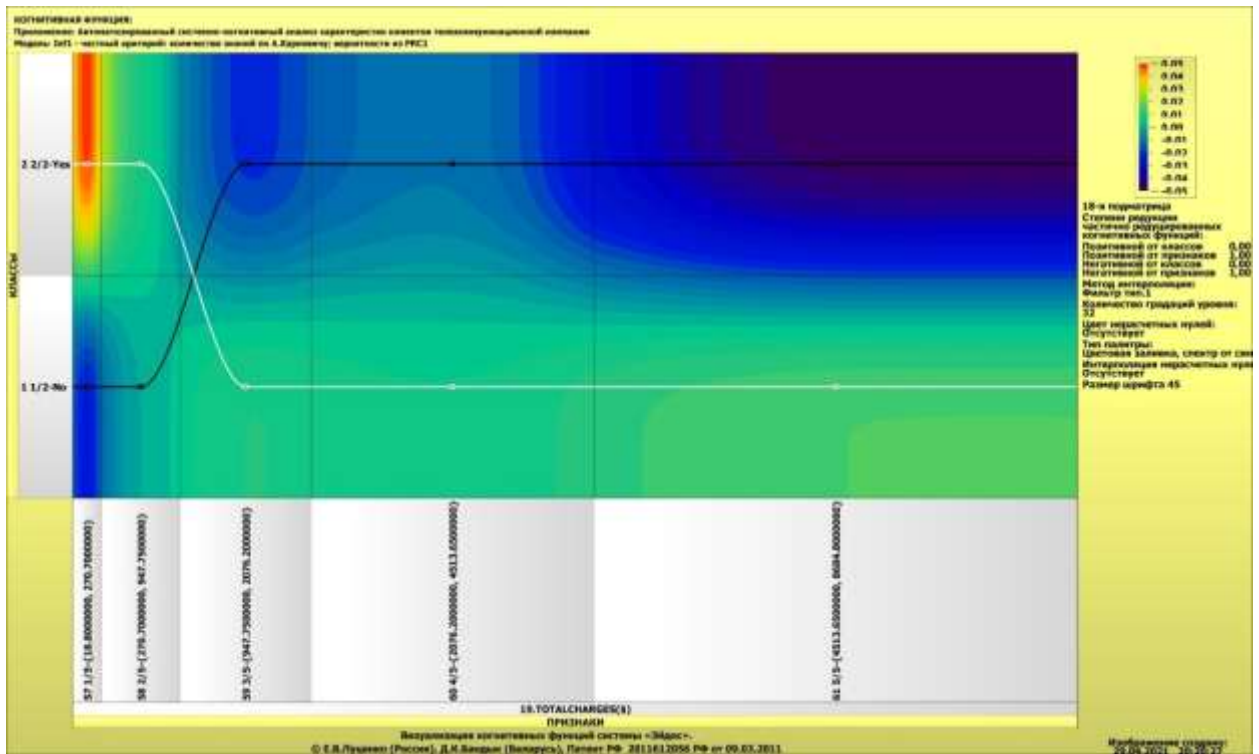


Рисунок 15. Когнитивные функции в СК-модели INF1, отражающих силу и направление влияния значений характеристик клиента телекоммуникационной компании на факт продления контракта

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 17, можно чётко проследить, как *определённые характеристики клиента влияют на его решение отказаться от услуг компании либо же продлить их.*

4.3.7. Сила и направление влияния значений характеристик клиента и сила влияния этих характеристик на класс (решение) клиента

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

Строки матриц моделей соответствуют значениям факторов, колонки – классам.

Числовые значения в ячейках матриц моделей, находящиеся на пересечении строк и колонок, отражают направление (знак) и силу влияния конкретного значения характеристики параметра клиента на его решение пользоваться услугами компании.

Если какое-то значение характеристики слабо влияет на класс, то в соответствующей строке матрицы модели будут малые по модулю значения разных знаков, если же влияние сильное – наоборот.

То же происходит и с получением клиентом некоторого класса, исходя из его решения: если значение какой-либо характеристики способствует получению некоторого определенного класса, то в соответствующей этому

Таблица 5 – Парето-таблица значимости градаций описательных шкал, т.е. сила влияния значений характеристик клиента на класс его решения в СК-модели INF1

№	Код	Наименование	Код шкалы	Значимость, %	Значимость нараст. итогом, %
1	45	CONTRACT-3/3-Two year	15	7,0787711	7,0787711
2	16	TENURE-5/5-{60.0000000, 72.0000000}	5	4,6749163	11,7536874
3	24	INTERNETSERVICE-3/3-No	8	4,1486344	15,9023218
4	26	ONLINESECURITY-2/3-No internet service	9	4,1486344	20,0509562
5	29	ONLINEBACKUP-2/3-No internet service	10	4,1486344	24,1995906
6	32	DEVICEPROTECTION-2/3-No internet service	11	4,1486344	28,3482250
7	35	TECHSUPPORT-2/3-No internet service	12	4,1486344	32,4968594
8	38	STREAMINGTV-2/3-No internet service	13	4,1486344	36,6454938
9	41	STREAMINGMOVIES-2/3-No internet service	14	4,1486344	40,7941282
10	52	MONTHLYCHARGES(\$)-1/5-{18.2500000, 25.0500000}	18	3,5374378	44,3315660
11	12	TENURE-1/5-{1.0000000, 6.0000000}	5	3,2742439	47,6058099
12	44	CONTRACT-2/3-One year	15	2,8632283	50,4690383
13	57	TOTALCHARGES(\$)-1/5-{18.8000000, 270.7000000}	19	2,4263696	52,8954079
14	50	PAYMENTMETHOD-3/4-Electronic check	17	2,2778104	55,1732183
15	27	ONLINESECURITY-3/3-Yes	9	2,1735664	57,3467847
16	61	TOTALCHARGES(\$)-5/5-{4513.6500000, 8684.8000000}	19	2,1498392	59,4966239
17	43	CONTRACT-1/3-Month-to-month	15	2,0266484	61,5232722
18	49	PAYMENTMETHOD-2/4-Credit card (automatic)	17	1,9871690	63,5104413
19	36	TECHSUPPORT-3/3-Yes	12	1,9576748	65,4681160
20	25	ONLINESECURITY-1/3-No	9	1,8980962	67,3662123
21	3	SENIORCITIZEN-1/5-{1.0000000, 1.0000000}	2	1,8940487	69,2602610
22	23	INTERNETSERVICE-2/3-Fiber optic	8	1,8842526	71,1445136
23	11	DEPENDENTS-2/2-Yes	4	1,8808505	73,0253642
24	34	TECHSUPPORT-1/3-No	12	1,8556942	74,8810584
25	15	TENURE-4/5-{40.0000000, 60.0000000}	5	1,7162627	76,5973211
26	46	PAPERLESSBILLING-1/2-No	16	1,7085549	78,3058760
27	28	ONLINEBACKUP-1/3-No	10	1,6881007	79,9939767
28	31	DEVICEPROTECTION-1/3-No	11	1,5947315	81,5887081
29	48	PAYMENTMETHOD-1/4-Bank transfer (automatic)	17	1,5864198	83,1751279
30	22	INTERNETSERVICE-1/3-DSL	8	1,1942127	84,3693406
31	51	PAYMENTMETHOD-4/4-Mailed check	17	1,1917095	85,5610501
32	9	PARTNER-2/2-Yes	3	1,0801311	86,6411812
33	55	MONTHLYCHARGES(\$)-4/5-{79.1500000, 94.3000000}	18	1,0268912	87,6680724
34	59	TOTALCHARGES(\$)-3/5-{947.7500000, 2076.2000000}	19	0,9925565	88,6606289
35	40	STREAMINGMOVIES-1/3-No	14	0,9331439	89,5937728
36	47	PAPERLESSBILLING-2/2-Yes	16	0,9153358	90,5091086
37	37	STREAMINGTV-1/3-No	13	0,9115326	91,4206412
38	56	MONTHLYCHARGES(\$)-5/5-{94.3000000, 118.7500000}	18	0,8939043	92,3145455
39	8	PARTNER-1/2-No	3	0,8301215	93,1446670
40	30	ONLINEBACKUP-3/3-Yes	10	0,7893237	93,9339907
41	13	TENURE-2/5-{6.0000000, 20.0000000}	5	0,7721564	94,7061471
42	33	DEVICEPROTECTION-3/3-Yes	11	0,6730109	95,3791580
43	14	TENURE-3/5-{20.0000000, 40.0000000}	5	0,6276447	96,0068028
44	10	DEPENDENTS-1/2-No	4	0,6140962	96,6208990
45	60	TOTALCHARGES(\$)-4/5-{2076.2000000, 4513.6500000}	19	0,5222159	97,1431149
46	54	MONTHLYCHARGES(\$)-3/5-{58.5000000, 79.1500000}	18	0,5042188	97,6473337
47	39	STREAMINGTV-3/3-Yes	13	0,4478396	98,0951733
48	42	STREAMINGMOVIES-3/3-Yes	14	0,4314144	98,5265877
49	58	TOTALCHARGES(\$)-2/5-{270.7000000, 947.7500000}	19	0,2652315	98,7918193
50	21	MULTIPLELINES-3/3-Yes	7	0,2430901	99,0349094
51	19	MULTIPLELINES-1/3-No	7	0,2265590	99,2614683
52	53	MONTHLYCHARGES(\$)-2/5-{25.0500000, 58.5000000}	18	0,2079948	99,4694632
53	17	PHONESERVICE-1/2-No	6	0,2043438	99,6738069
54	20	MULTIPLELINES-2/3-No phone service	7	0,2043438	99,8781507
55	2	GENDER-2/2-Male	1	0,0799959	99,9581466
56	1	GENDER-1/2-Female	1	0,0416229	99,9997695
57	18	PHONESERVICE-2/2-Yes	6	0,0002305	100,0000000
58	4	SENIORCITIZEN-2/5-{1.0000000, 1.0000000}	2	0,0000000	100,0000000
59	5	SENIORCITIZEN-3/5-{1.0000000, 1.0000000}	2	0,0000000	100,0000000
60	6	SENIORCITIZEN-4/5-{1.0000000, 1.0000000}	2	0,0000000	100,0000000
61	7	SENIORCITIZEN-5/5-{1.0000000, 1.0000000}	2	0,0000000	100,0000000

Из рисунка 18 и таблицы 5 видно, что 50% наиболее ценных для решения задачи идентификации характеристик оружия обуславливают 85%

суммарной ценности, а 50% суммарной ценности обеспечиваются 20% наиболее ценных характеристик оружия.

Из таблицы 5 видно, что наиболее сильное влияние на класс оружия оказывают значения характеристик:

- CONTRACT-3/3-Two year
- TENURE-5/5-{60.0000000, 72.0000000}
- INTERNETSERVICE-3/3-No
- ONLINESECURITY-2/3-No internet service
- ONLINEBACKUP-2/3-No internet service;

а наиболее низкое:

- PHONESERVICE-2/2-Yes
- SENIORCITIZEN-2/5-{1.0000000, 1.0000000}
- SENIORCITIZEN-3/5-{1.0000000, 1.0000000}
- SENIORCITIZEN-4/5-{1.0000000, 1.0000000}
- SENIORCITIZEN-5/5-{1.0000000, 1.0000000}.

Ценность же характеристик клиентов (всей описательной шкалы или фактора), для решения этих задач можно количественно оценивать как среднее от ценности значений этого параметра (таблица 6).

Таблица 6 – Парето-таблица значимости описательных шкал, т.е. сила влияния характеристик клиента на класс его решения в СК-модели INF1

№	Код	Название описательной шкалы	Значимость, %	Значимость нарастающим итогом
1	15	CONTRACT	13,0487627	13,0487627
2	9	ONLINESECURITY	8,9621322	22,0108949
3	12	TECHSUPPORT	8,6805390	30,6914339
4	8	INTERNETSERVICE	7,8793039	38,5707378
5	5	TENURE	7,2382857	45,8090235
6	10	ONLINEBACKUP	7,2240221	53,0330456
7	11	DEVICEPROTECTION	6,9954274	60,0284729
8	14	STREAMINGMOVIES	6,0107255	66,0391984
9	13	STREAMINGTV	6,0050713	72,0442697
10	17	PAYMENTMETHOD	5,7590315	77,8033012
11	16	PAPERLESSBILLING	4,2910253	82,0943265
12	19	TOTALCHARGES(\$)	4,1579033	86,2522298
13	4	DEPENDENTS	4,0801621	90,3323919
14	18	MONTHLYCHARGES(\$)	4,0363761	94,3687681
15	3	PARTNER	3,1239724	97,4927404
16	2	SENIORCITIZEN	1,2389892	98,7317296
17	7	MULTIPLELINES	0,7348173	99,4665469
18	6	PHONESERVICE	0,3345616	99,8011086
19	1	GENDER	0,1988914	100,0000000

Из таблицы 7 видно, что наиболее сильное влияние на решение клиента об отказе либо продлении услуг телекоммуникационной компании оказывает время, в течении которого человек пользовался услугами телекоммуникационной компании, а наиболее низкое – пол человека.

4.3.8. Степень детерминированности класса (решения) клиента

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается *степенью вариабельности значений*

классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №291 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. Информационно-когнитивная технология исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК (когнитивная структуризация предметной области) / Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №09(163). С. 303 – 318. – IDA [article ID]: 1632009026. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/26.pdf>, 1 у.п.л.
3. Луценко Е.В. Информационно-когнитивная технология исследования влияния инвестиций на результаты деятельности АПК (формализация предметной области) / Е.В. Луценко, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №10(164). С. 128 – 140. – IDA [article ID]: 1642010009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/10/pdf/09.pdf>, 0,812 у.п.л.
4. Луценко Е.В. Синтез и верификации статистических и системно-когнитивных моделей влияния инвестиций на результаты деятельности АПК / Луценко Е.В., Лаптев В.Н. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – №04(168). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2021/04/pdf/09.pdf>, 1,188 у.п.л. – IDA [article ID]: 1682104009. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-168-009>
5. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.
6. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.
7. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х+++» / 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.

8. 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: 0420800012091, IDA [article ID]: 0410807010. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.

9. Луценко Е.В. Системное обобщение принципа Эшби и повышение уровня системности модели объекта познания как необходимое условие адекватности процесса его познания / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2020. - №09(163). С. 100 - 134. - IDA [article ID]: 1632009009. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/09.pdf>, 2,188 у.п.л.

10. Луценко Е.В. Эффективность объекта управления как его эмерджентное свойство и повышение уровня системности как цель управления / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2021. - №01(165). - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2021/01/pdf/09.pdf>, 1,313 у.п.л. - IDA [article ID]: 1652101009. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-165-009>

11. 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.

12. 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.

13. Луценко Е.В., Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Оpubл. От 10.01.2012. - Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.

14. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2003. - №01(001). С. 79 - 91. - IDA [article ID]: 0010301011. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.

15. Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций - новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №03(067). С. 240 - 282. - Шифр Информрегистра: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 у.п.л.

16. Работы проф.Е.В.Луценко & С^о по когнитивным функциям. http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm

17. 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.

18. Луценко Е.В. Детальный численный пример сценарного Автоматизированного системно-когнитивного анализа в интеллектуальной системе "Эйдос" / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №08(162). С. 273 – 355. – IDA [article ID]: 1622008020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/08/pdf/20.pdf>, 5,188 у.п.л.

19. 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>

20. 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-Х++» / 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.

21. Луценко Е.В. Агломеративная когнитивная кластеризация нозологических образов в ветеринарии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №04(138). С. 122 – 139. – IDA [article ID]: 1381804033, doi: [10.21515/1990-4665-138-033](https://doi.org/10.21515/1990-4665-138-033). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/04/pdf/33.pdf>, 1,125 у.п.л.

22. Автоматизированный системно-когнитивный анализ силы и направления влияния морфологических свойств помидоров на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их выращивания и степень детерминированности этих результатов в условиях неотапливаемых теплиц Юга России / Е.В. Луценко, Р.А. Гиш, Е.К. Печурина, С.С. Цыгикало // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – №06(150). С. 92 – 142. – IDA [article ID]: 1501906015, doi: [10.21515/1990-4665-150-015](https://doi.org/10.21515/1990-4665-150-015). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2019/06/pdf/15.pdf>, 3,188 у.п.л.