

УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ стоимости автомобилей 1985 года выпуска

Остроух Виктор Олегович
студент факультета ПИ, группы ИТ2002
ostroukhv@mail.ru

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

Целью данной работы является изучение влияния характеристик автомобилей 1985 года выпуска на стоимость. 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 1985 cars cost

Viktor Ostroukh
student of the faculty of PI, group IT2003
mark.pigarev@mail.ru

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

The purpose of this work is to study the impact of real estate 1985 cars on the value. 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

ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	5
ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	7
ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	12
ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	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. Агломеративная когнитивная кластеризация классов.....	23
4.3.3. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов	24
4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети.....	27
4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты.....	29
4.3.6. Когнитивные функции	29
7. ВЫВОДЫ	34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	34

Введение

Целью данной работы является изучение влияния характеристик автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость.

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.

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-X++» (система «Эйдос»).

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

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>), в которых не требуется автоматического, т.е. без непосредственного участия человека в реальном времени решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области;

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

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

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и 234, 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 мультязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf);

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции;

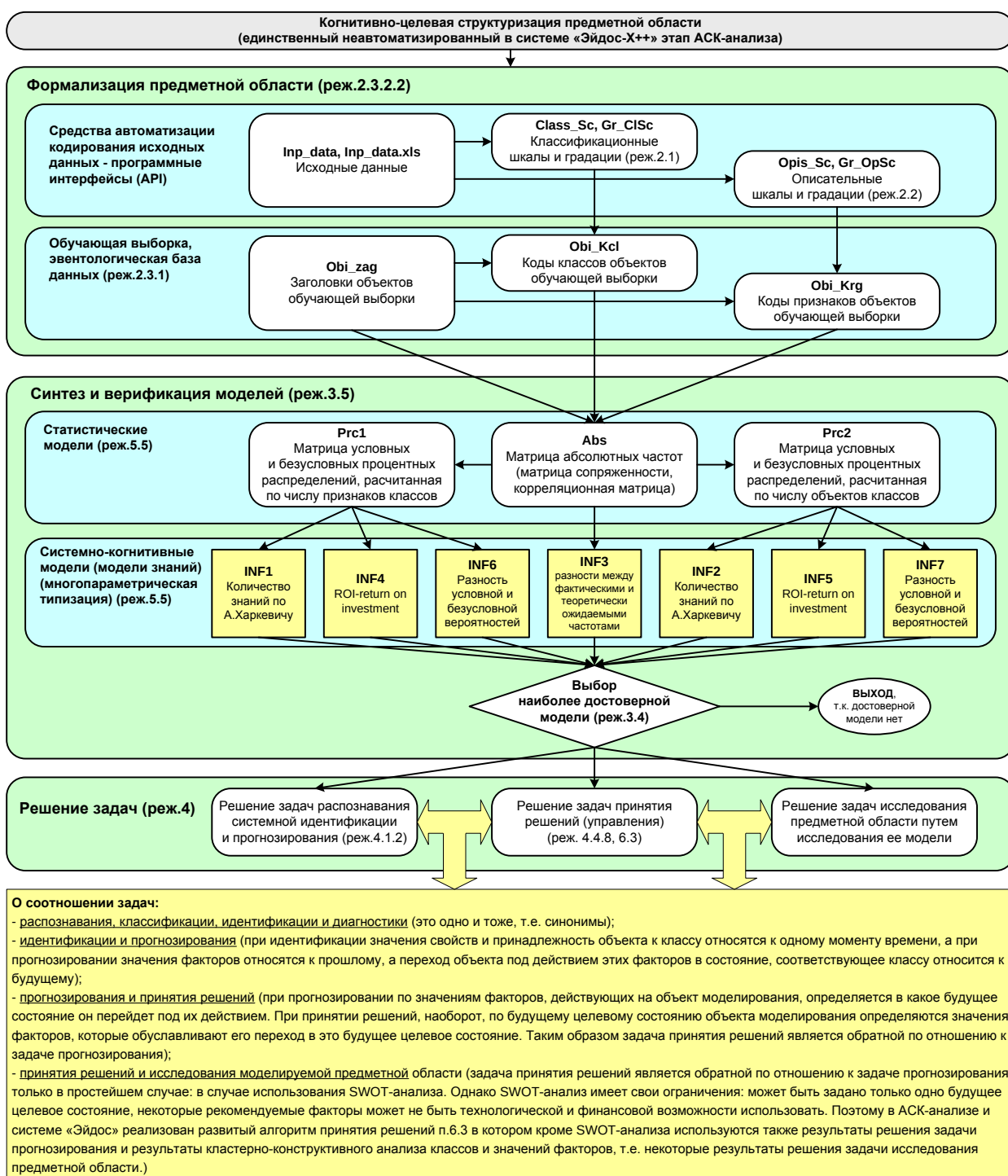
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)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

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

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

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

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



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

Рассмотрим решение поставленных задач в подробном численном примере.

**Задача 1: когнитивная структуризация
предметной области**

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы неформализуемым путем решаем на качественном уровне, что будем

рассматривать в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий).

При этом необходимо отметить, что системно-когнитивные модели (СК-модели) отражают лишь сам факт наличия зависимостей между значениями факторов и результатами их действия. Но они не отражают причин и механизмов такого влияния.

Это значит:

– во-первых, что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд является причинами, и то, что, казалось бы, является их последствиями, на самом деле является последствиями неких глубинных причин, которых мы не видим и никоим образом непосредственно не отражаем в модели;

– 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 категорию price (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – make, aspiration, num-of-doors, body-style, drive-wheels, engine-location, wheel-base, length, width, height, curb-weight, engine-type, num-of-cylinders, engine-size, fuel-system, bore, stroke, compression-ratio, horsepower, peak-rpm, city-mpg, highway-mpg, city-L/100km, horsepower-binned, diesel, gas, symboling, normalized-losses (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная шкала

Код	Наименование
1	Price

Таблица 2 – Описательные шкалы

1.	make
2.	aspiration
3.	num-of-doors
4.	body-style
5.	drive-wheels
6.	engine-location
7.	wheel-base
8.	length
9.	width
10.	height
11.	curb-weight
12.	engine-type
13.	num-of-cylinders
14.	engine-size
15.	fuel-system
16.	bore
17.	stroke
18.	compression-ratio
19.	horsepower
20.	peak-rpm
21.	city-mpg
22.	highway-mpg
23.	city-L/100km
24.	horsepower-binned
25.	diesel
26.	gas
27.	symboling
28.	normalized-losses

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) подробных таблиц по автомобилям 1985 года выпуска, найденных в интернете.

make	price	make	aspiration	num of doors	body-style	drive-wheels	engine-location	wheel-base	length	width	height	curb-weight	engine-type	num of cylinders	engine-size	fuel-system	bore	stroke	compression-ratio	horsepower	peak-rpm	city-mpg	highway-mpg	city-/100km	horsepower-binned	diesel	gas	symboling	normalized-losses
alfa-romero	16+04	alfa-romero	std	two	convertible	rwd	front	88.6	0.8111485	0.8902778	49	####	dohc	four	130	mpfi	17227	2E+04	9	111	5000	21	27	11.190476	Medium	0	1	3	122
alfa-romero	2E+04	alfa-romero	std	two	convertible	rwd	front	88.6	0.8111485	0.8902778	49	####	dohc	four	130	mpfi	17227	2E+04	9	111	5000	21	27	11.190476	Medium	0	1	3	122
alfa-romero	2E+04	alfa-romero	std	two	hatchback	rwd	front	94.5	0.8226814	0.9097222	52	####	ohcv	six	152	mpfi	24869	2E+04	9	154	5000	19	26	12.368421	Medium	0	1	1	122
audi	1E+04	audi	std	four	sedan	fwd	front	99.8	0.8486305	0.9194444	54	####	ohc	four	109	mpfi	43525	4E+04	10	102	5500	24	30	9.7916667	Medium	0	1	2	164
audi	2E+04	audi	std	four	sedan	4wd	front	99.4	0.8486305	0.9222222	54	####	ohc	five	136	mpfi	43525	4E+04	8	115	5500	18	22	13.055556	Medium	0	1	2	164
audi	2E+04	audi	std	two	sedan	fwd	front	99.8	0.8519942	0.9208333	53	####	ohc	five	136	mpfi	43525	4E+04	4E+04	110	5500	19	25	12.368421	Medium	0	1	2	122
audi	2E+04	audi	std	four	sedan	fwd	front	106	0.9259971	0.9916667	56	####	ohc	five	136	mpfi	43525	4E+04	4E+04	110	5500	19	25	12.368421	Medium	0	1	1	158
audi	2E+04	audi	std	four	wagon	fwd	front	106	0.9259971	0.9916667	56	####	ohc	five	136	mpfi	43525	4E+04	4E+04	110	5500	19	25	12.368421	Medium	0	1	1	122
audi	2E+04	audi	turbo	four	sedan	fwd	front	106	0.9259971	0.9916667	56	####	ohc	five	131	mpfi	41334	4E+04	4E+04	140	5500	17	20	13.823529	Medium	0	1	1	158
bmw	2E+04	bmw	std	two	sedan	rwd	front	101	0.8495915	0.9	54	####	ohc	four	108	mpfi	43954	4E+04	4E+04	101	5800	23	29	10.217391	Low	0	1	2	192
bmw	2E+04	bmw	std	four	sedan	rwd	front	101	0.8495915	0.9	54	####	ohc	four	108	mpfi	43954	4E+04	4E+04	101	5800	23	29	10.217391	Low	0	1	0	192
bmw	2E+04	bmw	std	two	sedan	rwd	front	101	0.8495915	0.9	54	####	ohc	six	164	mpfi	11383	4E+04	9	121	4250	21	28	11.190476	Medium	0	1	0	188
bmw	2E+04	bmw	std	four	sedan	rwd	front	101	0.8495915	0.9	54	####	ohc	six	164	mpfi	11383	4E+04	9	121	4250	21	28	11.190476	Medium	0	1	0	188
bmw	2E+04	bmw	std	four	sedan	rwd	front	104	0.9082172	0.9291667	56	####	ohc	six	164	mpfi	11383	4E+04	9	121	4250	20	25	27.699	Medium	0	1	1	122
bmw	3E+04	bmw	std	four	sedan	rwd	front	104	0.9082172	0.9291667	56	####	ohc	six	209	mpfi	22706	1E+04	8	182	5400	16	22	14.6875	High	0	1	0	122
bmw	4E+04	bmw	std	two	sedan	rwd	front	104	0.931283	0.9430556	54	####	ohc	six	209	mpfi	22706	1E+04	8	182	5400	16	22	14.6875	High	0	1	0	122
bmw	4E+04	bmw	std	four	sedan	rwd	front	110	0.9466603	0.9847222	56	####	ohc	six	209	mpfi	22706	1E+04	8	182	5400	15	20	15.666667	High	0	1	0	122
chevrolet	5151	chevrolet	std	two	hatchback	fwd	front	88.4	0.6780394	0.8375	53	####	l	three	61	2bbl	33270	4E+04	4E+04	48	5100	47	53	5	Low	0	1	2	121
chevrolet	6295	chevrolet	std	two	hatchback	fwd	front	94.5	0.7491591	0.8833333	52	####	ohc	four	90	2bbl	43893	4E+04	4E+04	70	5400	38	43	6.1842105	Low	0	1	1	98
chevrolet	6575	chevrolet	std	four	sedan	fwd	front	94.5	0.7630947	0.8833333	52	####	ohc	four	90	2bbl	43893	4E+04	4E+04	70	5400	38	43	6.1842105	Low	0	1	0	81
dodge	5572	dodge	std	two	hatchback	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	90	2bbl	35462	4E+04	2E+04	68	5500	37	41	6.3513514	Low	0	1	1	118
dodge	6377	dodge	std	two	hatchback	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	90	2bbl	35462	4E+04	4E+04	68	5500	31	38	7.5806452	Low	0	1	1	118
dodge	7957	dodge	turbo	two	hatchback	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	98	mpfi	43893	1E+04	4E+04	102	5500	24	30	9.7916667	Medium	0	1	1	118
dodge	6229	dodge	std	four	hatchback	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	90	2bbl	35462	4E+04	4E+04	68	5500	31	38	7.5806452	Low	0	1	1	148
dodge	6692	dodge	std	four	sedan	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	90	2bbl	35462	4E+04	4E+04	68	5500	31	38	7.5806452	Low	0	1	1	148
dodge	7609	dodge	std	four	sedan	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	90	2bbl	35462	4E+04	4E+04	68	5500	31	38	7.5806452	Low	0	1	1	148
dodge	8558	dodge	turbo	four	sedan	fwd	front	93.7	0.7558866	0.8861111	51	####	ohc	four	98	mpfi	43893	1E+04	4E+04	102	5500	24	30	9.7916667	Medium	0	1	1	148
dodge	8921	dodge	std	four	wagon	fwd	front	103	0.8390197	0.8972222	60	####	ohc	four	122	2bbl	12479	2E+04	4E+04	88	5000	24	30	9.7916667	Low	0	1	-1	110
dodge	1E+04	dodge	turbo	two	hatchback	fwd	front	95.9	0.8321922	0.9208333	50	####	ohc	four	156	mpfi	43985	4E+04	7	145	5000	19	24	12.368421	Medium	0	1	3	145
honda	6479	honda	std	two	hatchback	fwd	front	86.6	0.6948582	0.8875	51	####	ohc	four	92	1bbl	33270	2E+04	4E+04	58	4800	49	54	4.7959184	Low	0	1	2	137
honda	6855	honda	std	two	hatchback	fwd	front	86.6	0.6948582	0.8875	51	####	ohc	four	92	1bbl	33270	2E+04	4E+04	76	6000	31	38	7.5806452	Low	0	1	2	137
honda	5399	honda	std	two	hatchback	fwd	front	93.7	0.7208073	0.8888889	53	####	ohc	four	79	1bbl	33270	4E+04	4E+04	60	5500	38	42	6.1842105	Low	0	1	1	101
honda	6529	honda	std	two	hatchback	fwd	front	93.7	0.7208073	0.8888889	53	####	ohc	four	92	1bbl	33270	2E+04	4E+04	76	6000	30	34	7.8333333	Low	0	1	1	101

Рисунок 2 – Часть 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.

2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "ЭЙДОС-Х++"

Автоматическая формализация предметной области: генерация классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки на основе базы исходных данных: "Inp_data"

— Задайте тип файла исходных данных "Inp_data":

☐ XLS - MS Excel-2003 Стандарт XLS-файла

☒ XLSX- MS Excel-2007[2010] Стандарт XLS-файла

☐ DBF - DBASE IV (DBF/NTX) Стандарт DBF-файла

☐ CSV - CSV => DBF конвертер Стандарт CSV-файла

— Задайте параметры:

☒ Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных

☐ Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных

☐ Создавать БД средник по классам "Inp_davi.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:

☒ Формализации предметной области (на основе "Inp_data")

☐ Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp_rasp")

— Задайте способ выбора размера интервалов:

☐ Равные интервалы с разным числом наблюдений

☒ Разные интервалы с равным числом наблюдений

— Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp_data":

☒ Не применять сценарный метод АСК-анализа

☐ Применить сценарный метод АСК-анализа

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp_data":

Интерпретация TXT-полей классов:

Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

Интерпретация TXT-полей признаков:

Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

— Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

☒ Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

☐ Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")

☐ И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

Ok Cancel

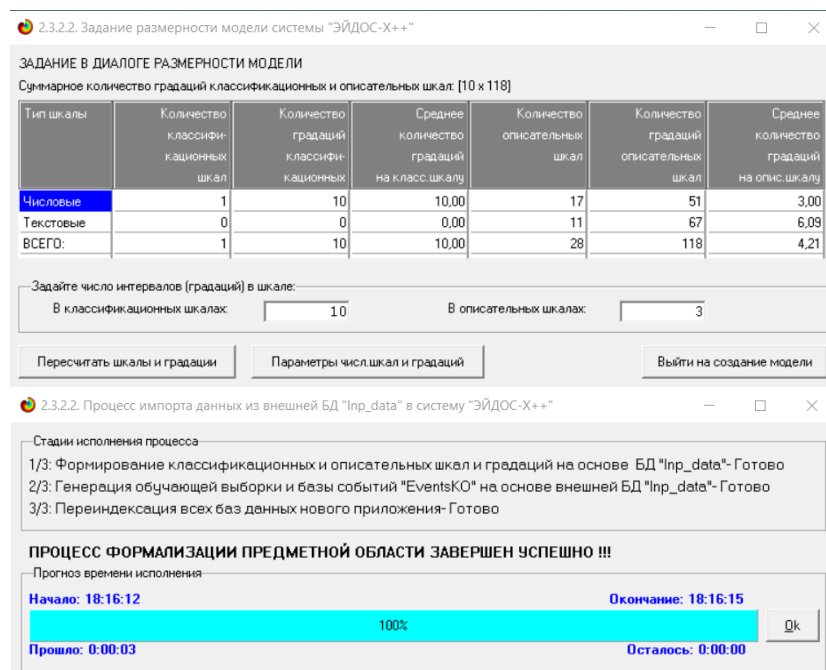


Рисунок 3. Экранная форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

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

На рисунке 4 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 значения параметров могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.

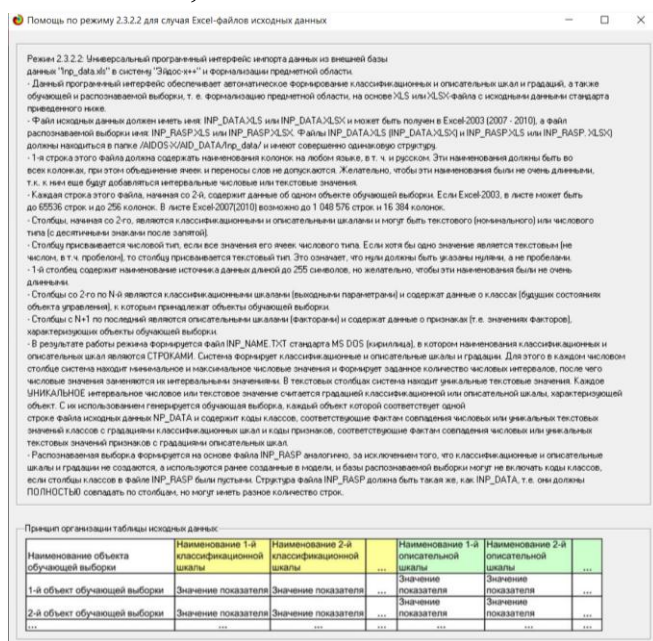


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 5 (таблица 3) и 13 описательных шкал с суммарным числом градаций 60 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (рисунок 5):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации

Код	Название
1	1/10-{5118.0000000, 6575.0000000}
2	2/10-{6575.0000000, 7299.0000000}
3	3/10-{7299.0000000, 7995.0000000}
4	4/10-{7995.0000000, 8949.0000000}
5	5/10-{8949.0000000, 10245.0000000}
6	6/10-{10245.0000000, 12290.0000000}
7	7/10-{12290.0000000, 15040.0000000}
8	8/10-{15040.0000000, 17075.0000000}
9	9/10-{17075.0000000, 22018.0000000}
10	10/10-{22018.0000000, 45400.0000000}

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации

код	название
1	1/22-alfa-romero
2	2/22-audi
3	3/22-bmw
4	4/22-chevrolet
5	5/22-dodge
6	6/22-honda
7	7/22-isuzu
8	8/22-jaguar
9	9/22-mazda
10	10/22-mercedes-benz
11	11/22-mercury
12	12/22-mitsubishi
13	13/22-nissan
14	14/22-peugot
15	15/22-plymouth
16	16/22-porsche
17	17/22-renault
18	18/22-saab
19	19/22-subaru
20	20/22-toyota
21	21/22-volkswagen
22	22/22-volvo
23	1/2-std
24	2/2-turbo
25	1/2-four
26	2/2-two
27	1/5-convertible
28	2/5-hardtop

29	3/5-hatchback
30	4/5-sedan
31	5/5-wagon
32	1/3-4wd
33	2/3-fwd
34	3/3-rwd
35	1/2-front
36	2/2-rear
37	1/3-{86.600000095.7000000}
38	2/3-{95.700000099.1000000},
39	3/3-{99.1000000120.9000000}67/67
40	1/3-{0.67803940.8121096
41	2/3-{0.81210960.8495915
42	3/3-{0.84959151.0000000}
43	1/3-{0.83750000.8944444
44	2/3-{0.89444440.9236111
45	3/3-{0.92361111.0000000}
46	1/3-{47.800000052.6000000}
47	2/3-{52.600000054.9000000}
48	3/3-{54.900000059.8000000}
49	1/3-{1488.00000002275.0000000}
50	2/3-{2275.00000002756.0000000}
51	3/3-{2756.00000004066.0000000}
52	1/6-dohc
53	2/6-l
54	3/6-ohc
55	4/6-ohcf
56	5/6-ohcv
57	6/6-rotor
58	1/7-eight
59	2/7-five
60	3/7-four
61	4/7-six
62	5/7-three
63	6/7-twelve
64	7/7-two
65	1/3-{61.0000000108.0000000}
66	2/3-{108.0000000132.0000000}
67	3/3-{132.0000000326.0000000}
68	1/8-1bbl
69	2/8-2bbl
70	3/8-4bbl
71	4/8-idi
72	5/8-mfi
73	6/8-mpfi
74	7/8-spdi
75	8/8-spfi
76	1/3-{3.329751222706.0000000}
77	2/3-{22706.000000042064.0000000}
78	3/3-{42064.000000046447.0000000}
79	1/3-{12844.000000023408.0000000}
80	2/3-{23408.000000043924.0000000}

81	3/3-{43924.000000047178.0000000}
82	1/3-{7.000000021.0000000}
83	2/3-{21.000000043958.0000000}
84	3/3-{43958.000000044095.0000000}
85	1/3-{48.000000082.0000000}
86	2/3-{82.0000000111.0000000}
87	3/3-{111.0000000262.0000000},
88	1/3-{4150.00000004800.0000000}
89	2/3-{4800.00000005400.0000000}
90	3/3-{5400.00000006600.0000000}
91	1/3-{13.000000022.0000000}
92	2/3-{22.000000027.0000000}
93	3/3-{27.000000049.0000000}
94	1/3-{16.000000027.0000000}
95	2/3-{27.000000033.0000000}
96	3/3-{33.000000054.0000000}
97	1/3-{4.79591848.7037037}
98	2/3-{8.703703711.1904762}
99	3/3-{11.190476243930.0000000}
100	1/4-
101	2/4-High
102	3/4-Low
103	4/4-Medium
104	1/3-{1.00000001.0000000}
105	2/3-{1.00000001.0000000}
106	3/3-{1.00000001.0000000}
107	1/3-{1.00000001.0000000}
108	2/3-{1.00000001.0000000}
109	3/3-{1.00000001.0000000}
110	1/6--1
111	2/6--2
112	3/6-0
113	4/6-1
114	5/6-2
115	6/6-3
116	1/3-{65.0000000104.0000000}
117	2/3-{104.0000000125.0000000}
118	3/3-{125.0000000256.0000000}

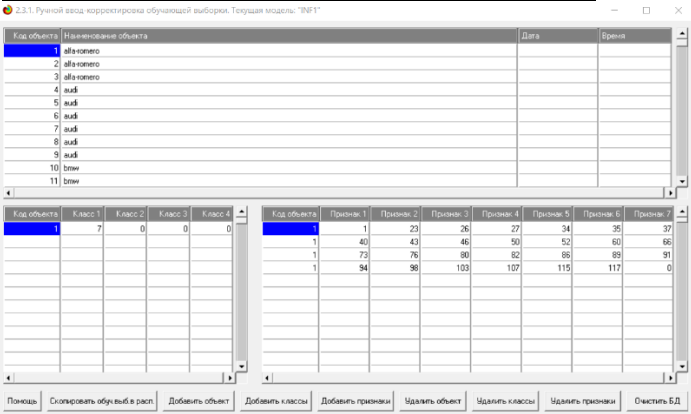


Рисунок 5. Обучающая выборка (фрагмент)

Обучающая выборка (рисунок 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).

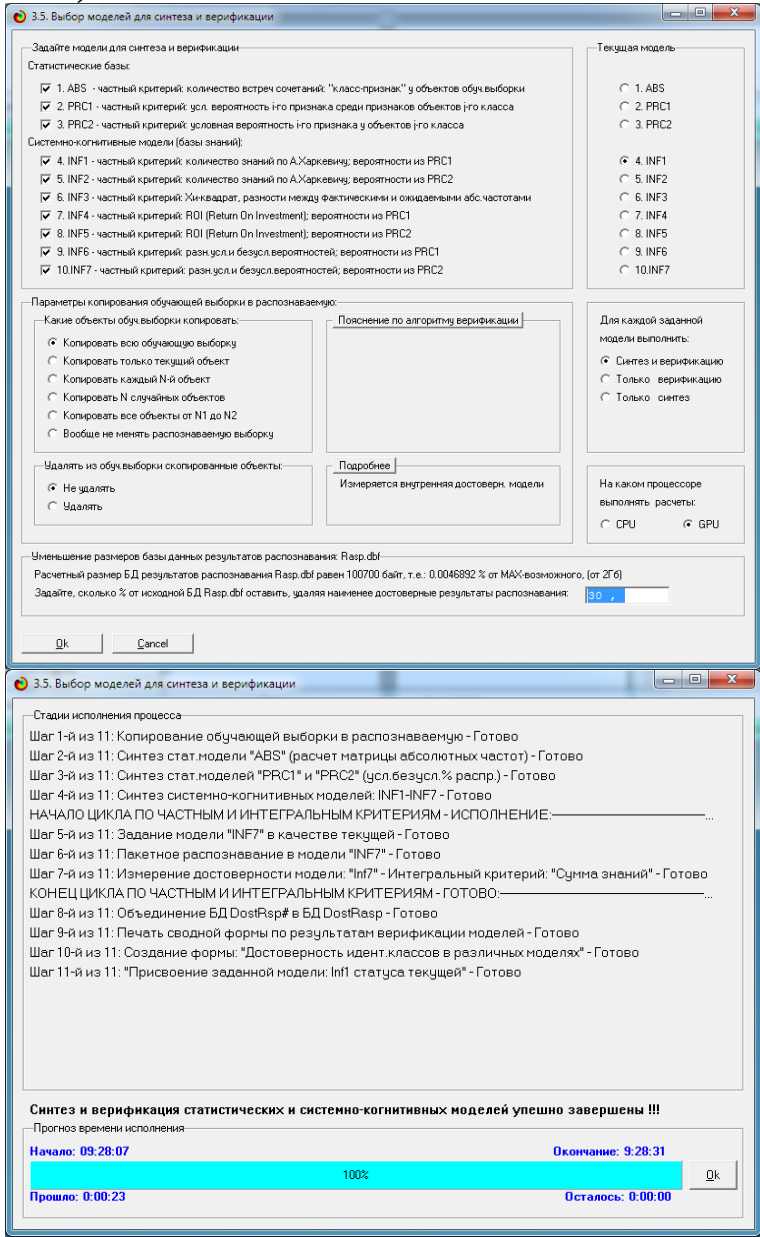


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

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

5.5. Модели: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обучающей выборки"

Код признака	Наименование описательных признаков	1. PRICE 1/10 (5118.000000, 6575.000000)	2. PRICE 2/10 (6575.000000, 7299.000000)	3. PRICE 3/10 (7299.000000, 7995.000000)	4. PRICE 4/10 (7995.000000, 8943.000000)	5. PRICE 5/10 (8943.000000, 10245.000000)	6. PRICE 6/10 (10245.000000, 12296.000000)	7. PRICE 7/10 (12296.000000, 15040.000000)	8. PRICE 8/10 (15040.000000, 17075.000000)	9. PRICE 9/10 (17075.000000, 22018.000000)	10. PRICE 10/10 (22018.000000, 45400.000000)	Средн
1	MAKE-1/22-alfa-romeo							1	2			
2	MAKE-2/22-audi							1	1	3	1	
3	MAKE-3/22-bmw								2	2	4	
4	MAKE-4/22-chevrolet	3										
5	MAKE-5/22-dodge	3	1	2	2			1				
6	MAKE-6/22-honda	3	4	1	1	1	2	1				
7	MAKE-7/22-isuzu		1				1					
8	MAKE-8/22-jaguar											
9	MAKE-9/22-mazda	2	2	1	2	1	5	1	1	2	3	
10	MAKE-10/22-mercedes-benz											
11	MAKE-11/22-mercury								1			6
12	MAKE-12/22-mitsubishi	2	2	1	2	3		3				
13	MAKE-13/22-nissan	1	4	3	3	1		3		3		
14	MAKE-14/22-peugeot						1	3	5	2		
15	MAKE-15/22-plymouth	2	1	2	1			1			3	
16	MAKE-16/22-porsche											
17	MAKE-17/22-renault					2						
18	MAKE-18/22-saab							2	1	1	2	
19	MAKE-19/22-subaru	1	2	3	1	3	2					
20	MAKE-20/22-toyota	3	3	4	6	6	5			4	1	
21	MAKE-21/22-volkswagen			3	2	3	2	2				
22	MAKE-22/22-volvo							2	3	3	4	2
23	ASPIRATION-1/2-old	20	20	17	19	17	17	12	17	12	14	
24	ASPIRATION-2/2-rubio			3	1	3	3	8	3	8	7	
25	NUM-OF-DOORS-1/2-low	4	12	12	14	12	11	12	12	13	13	

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

5.5. Модели: "5. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и ожидаемыми абсолютными"

Код признака	Наименование описательных признаков	1. PRICE 1/10 (5118.000000, 6575.000000)	2. PRICE 2/10 (6575.000000, 7299.000000)	3. PRICE 3/10 (7299.000000, 7995.000000)	4. PRICE 4/10 (7995.000000, 8943.000000)	5. PRICE 5/10 (8943.000000, 10245.000000)	6. PRICE 6/10 (10245.000000, 12296.000000)	7. PRICE 7/10 (12296.000000, 15040.000000)	8. PRICE 8/10 (15040.000000, 17075.000000)	9. PRICE 9/10 (17075.000000, 22018.000000)	10. PRICE 10/10 (22018.000000, 45400.000000)	Средн
1	MAKE-1/22-alfa-romeo	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.298	0.702	1.702	-0.299	-0.299	-0
2	MAKE-2/22-audi	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	-0.595	0.404	0.404	2.403	0	0
3	MAKE-3/22-bmw	-0.797	-0.797	-0.797	-0.797	-0.797	-0.794	1.205	1.205	3.203	3	3
4	MAKE-4/22-chevrolet	2.701	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.298	-0.298	-0.298	-0.299	-0.299	-0
5	MAKE-5/22-dodge	2.104	0.104	1.104	1.104	-0.896	-0.893	0.105	-0.895	-0.896	-0.896	-0
6	MAKE-6/22-honda	1.706	2.706	-0.294	-0.294	-0.294	0.710	-0.292	-1.292	-1.294	-1.294	-1
7	MAKE-7/22-isuzu	-0.199	0.801	-0.199	-0.199	-0.199	0.802	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0
8	MAKE-8/22-jaguar	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.299	-0.298	-0.298	-0.298	-0.299	-0.299	2
9	MAKE-9/22-mazda	0.307	0.307	-0.693	0.307	-0.693	3.313	-0.690	-0.690	0.307	-1	-1
10	MAKE-10/22-mercedes-benz	-0.797	-0.797	-0.797	-0.797	-0.797	-0.794	-0.795	-0.795	-0.797	-0.797	2
11	MAKE-11/22-mercury	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.099	-0.099	0.901	-0.100	-0.100	-0
12	MAKE-12/22-mitsubishi	0.706	0.706	-0.294	0.706	1.706	-1.290	1.706	-1.292	-1.294	-1.294	-1
13	MAKE-13/22-nissan	-0.792	2.208	1.208	1.208	-0.792	-1.786	1.211	-1.789	1.208	-1	-1
14	MAKE-14/22-penqot	-1.095	-1.095	-1.095	-1.095	-1.095	-0.091	1.907	3.907	0.905	-1	-1
15	MAKE-15/22-plymouth	1.303	0.303	0.303	0.303	-0.697	-0.694	0.304	-0.696	-0.697	-0.697	-0
16	MAKE-16/22-porsche	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.398	-0.397	-0.398	-0.398	0.602	2	2
17	MAKE-17/22-renault	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	1.601	-0.198	-0.199	-0.199	-0.199	-0.199	-0
18	MAKE-18/22-saab	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	-0.597	1.405	0.404	0.404	1.403	-0	-0
19	MAKE-19/22-subaru	-0.195	0.805	1.805	-0.195	1.805	0.810	-1.193	-1.193	-1.195	-1	-1
20	MAKE-20/22-toyota	-0.186	-0.186	0.814	2.814	1.825	1.825	-3.181	0.819	-2.186	-3	-3
21	MAKE-21/22-volkswagen	-1.195	-1.195	1.805	0.805	1.805	0.810	0.807	-1.193	-1.195	-1	-1
22	MAKE-22/22-volvo	-1.095	-1.095	-1.095	-1.095	-1.095	-0.911	0.907	1.907	2.905	0	0
23	ASPIRATION-1/2-old	3.570	3.570	0.570	2.570	0.570	0.631	-4.400	0.600	-4.400	-3	-3
24	ASPIRATION-2/2-rubio	-3.585	-3.585	-0.585	-2.585	-0.585	-0.571	4.422	-0.570	4.415	3	3
25	NUM-OF-DOORS-1/2-low	-7.451	0.549	0.549	2.549	0.549	-0.409	0.570	1.549	0.549	0	0

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

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

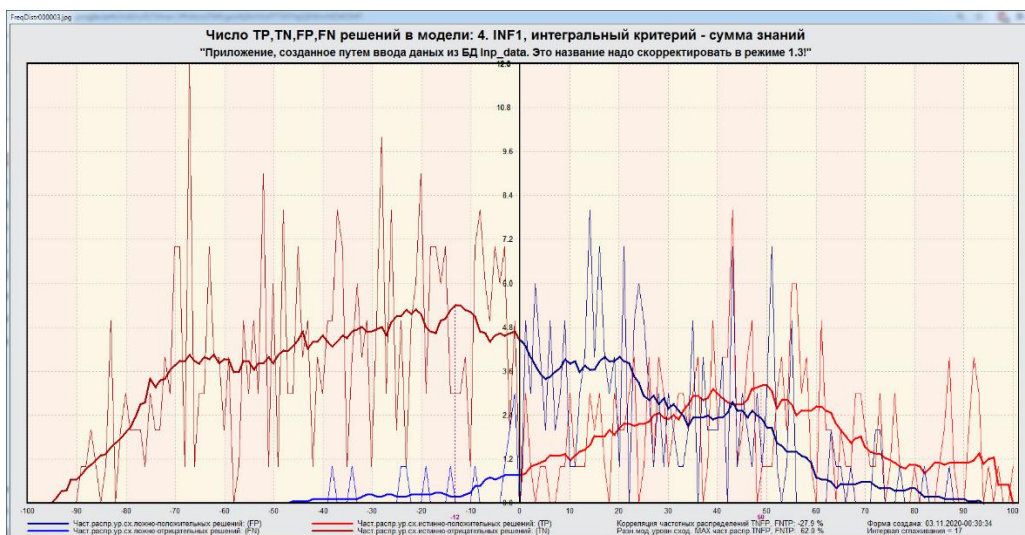


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

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 автомобилей 1985 года выпуска по ее 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»:

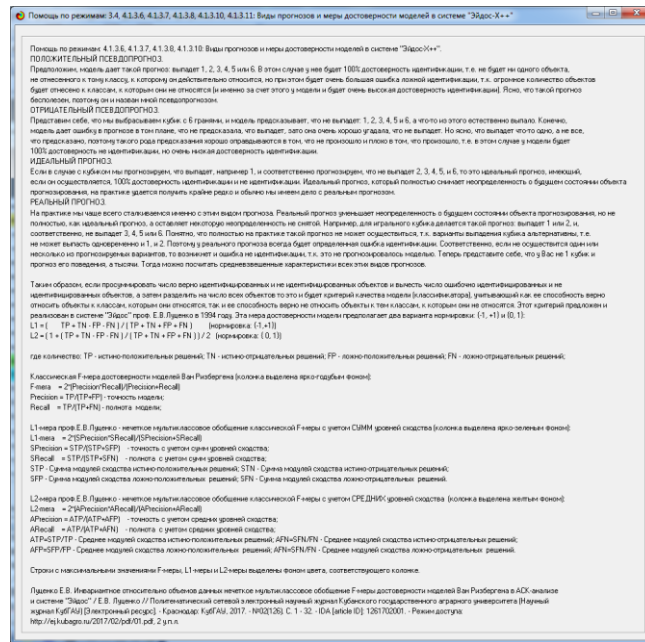
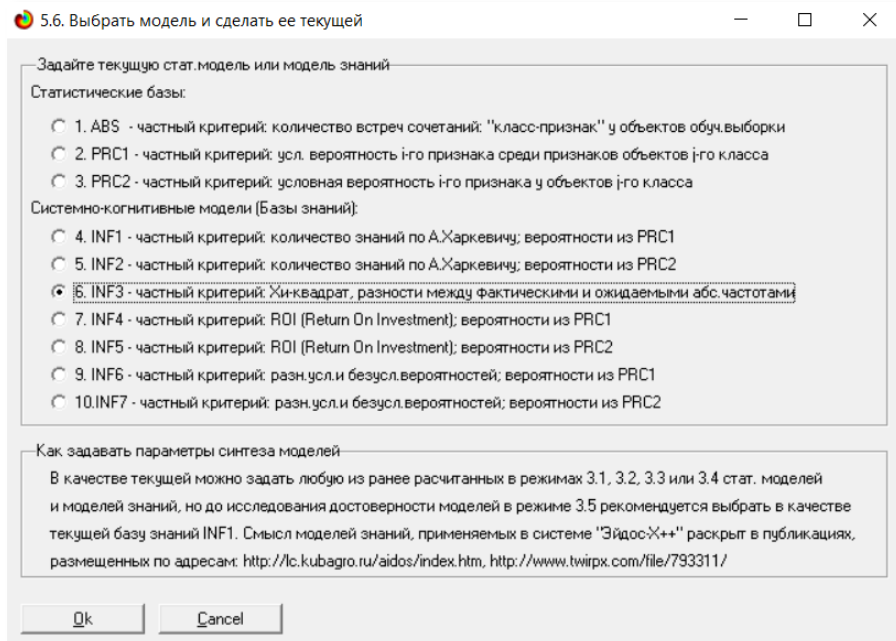


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

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



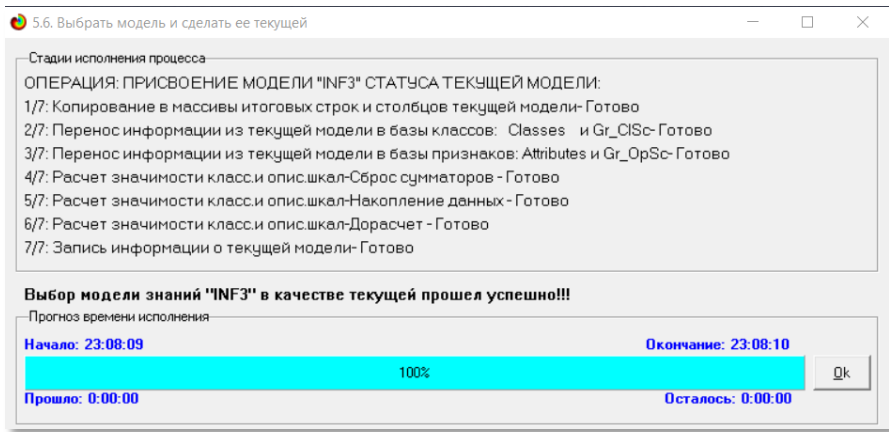


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf3 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу системной идентификации, т.е. определение класса автомобилей 1985 года выпуска на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU (рисунок 12).

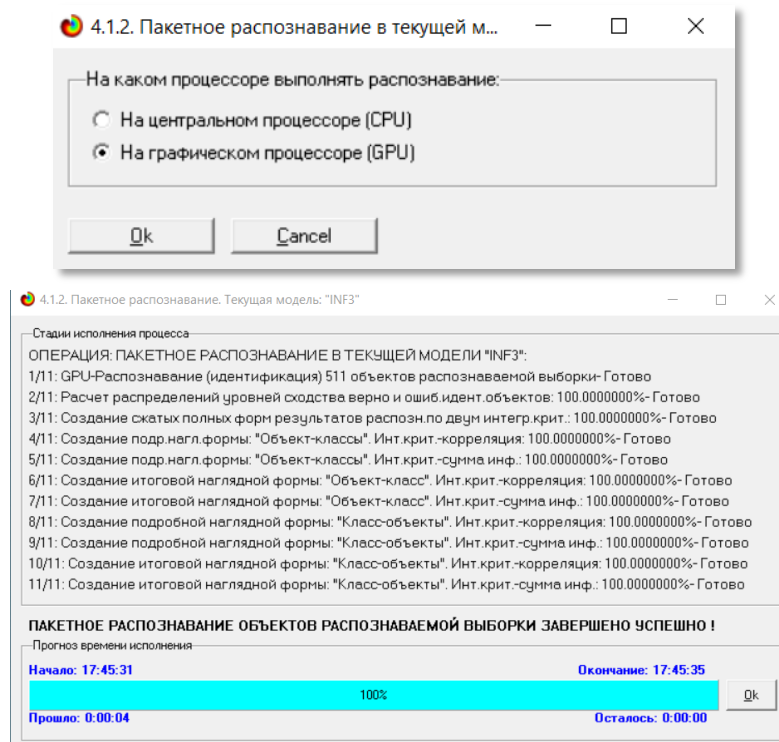


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 4 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).

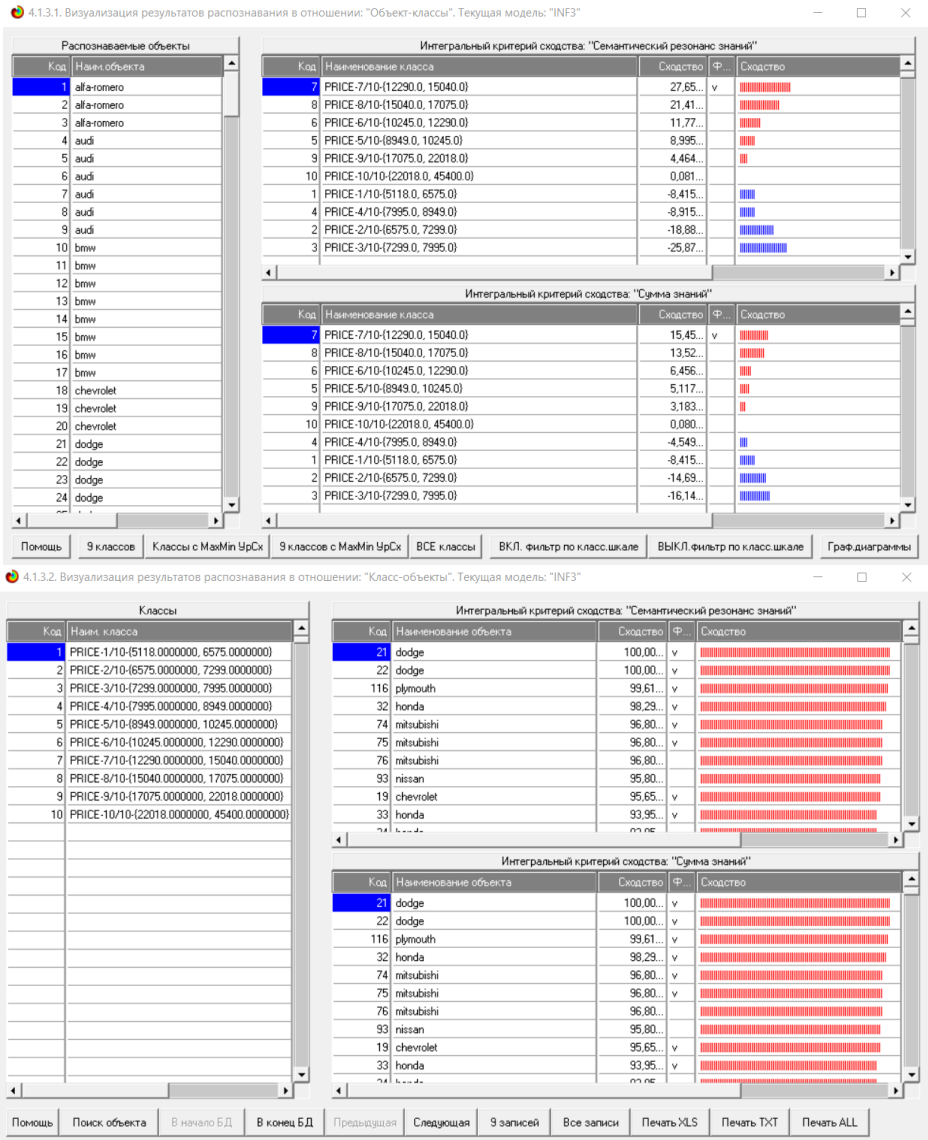


Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации автомобилей 1985 года выпуска по ее характеристикам

Символ «√» стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты идентификации являются отличными, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства выше 42%, т.е., по сути, результаты с более низким уровнем сходства надо просто игнорировать.

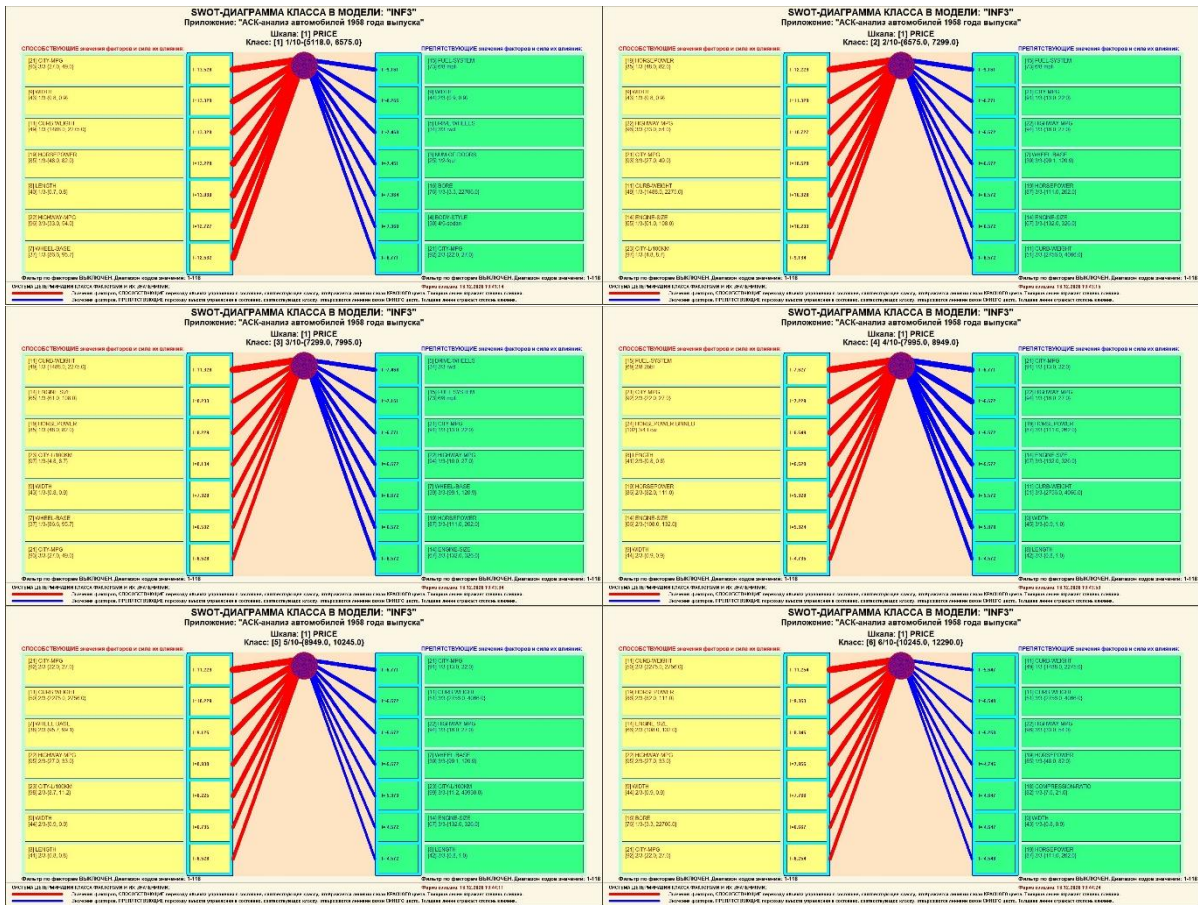
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

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 автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость.

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 автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость.



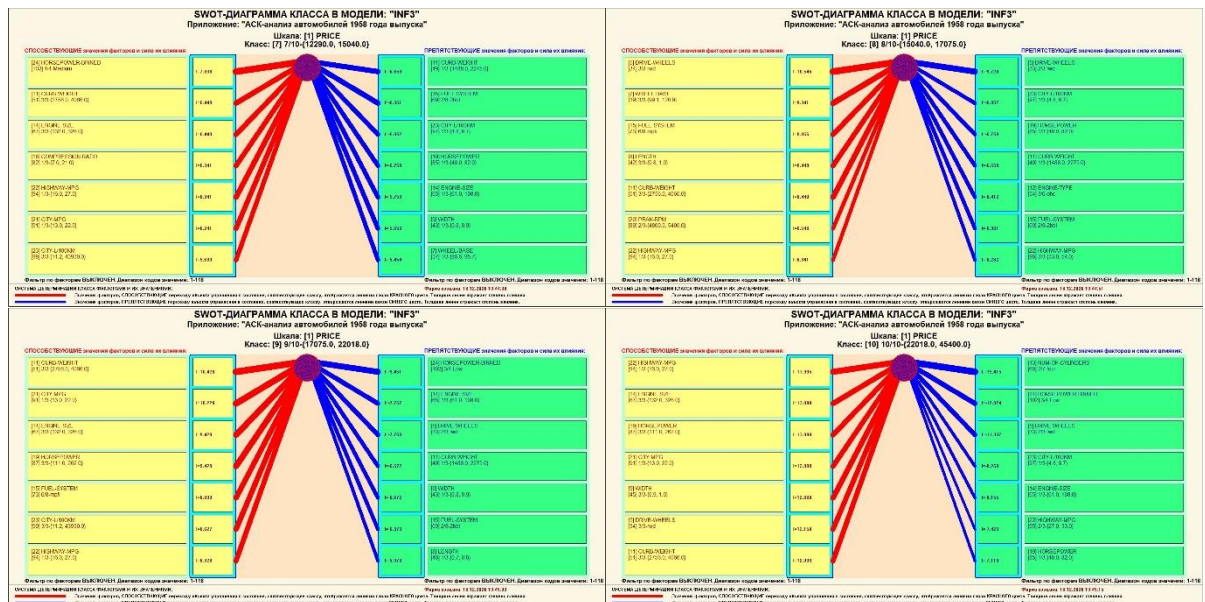


Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации характеристик автомобилей 1985 года выпуска

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений характеристик автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость.

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

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

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

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий Краснодарским
сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н.
А.А. Хагуров
1987г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала
ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М. Трахов
1987г.

А К Т

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:

- 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:

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 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).

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

От ИСИ АН СССР:

Мл.научный сотрудник

Кириченко М.М. Кириченко
19.05.1987г.

Мл.научный сотрудник

Ляшко Г.А. Ляшко
19.05.1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":

Зав.отделом аэрокосмических и
тематических изысканий №4, к.э.н.
Самсонов Г.А. Самсонов
19.05.1987г.

Главный конструктор проекта
Коренец В.И. Коренец
19.05.87. 1987г.

Главный конструктор проекта
Луценко Е.В. Луценко
19.05.87. 1987г.

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 автомобилей 1985 года выпуска 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.

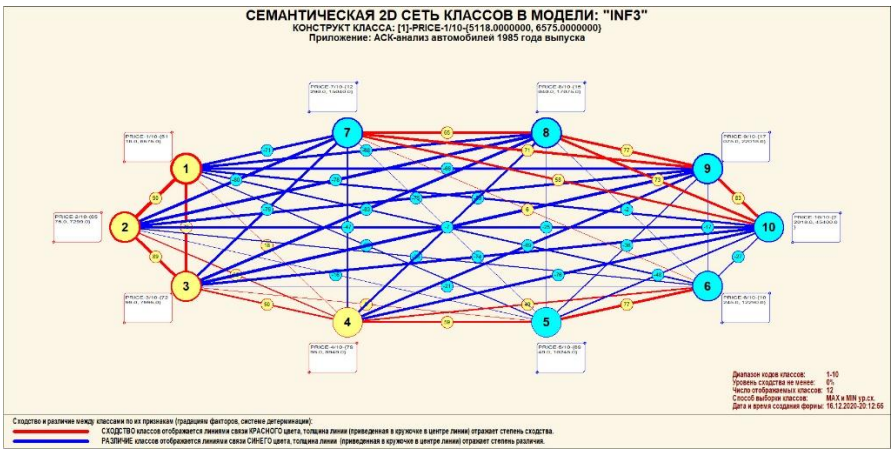


Рисунок 15. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия автомобилей 1985 года выпуска по связанным с ними значениям и их характеристик.

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

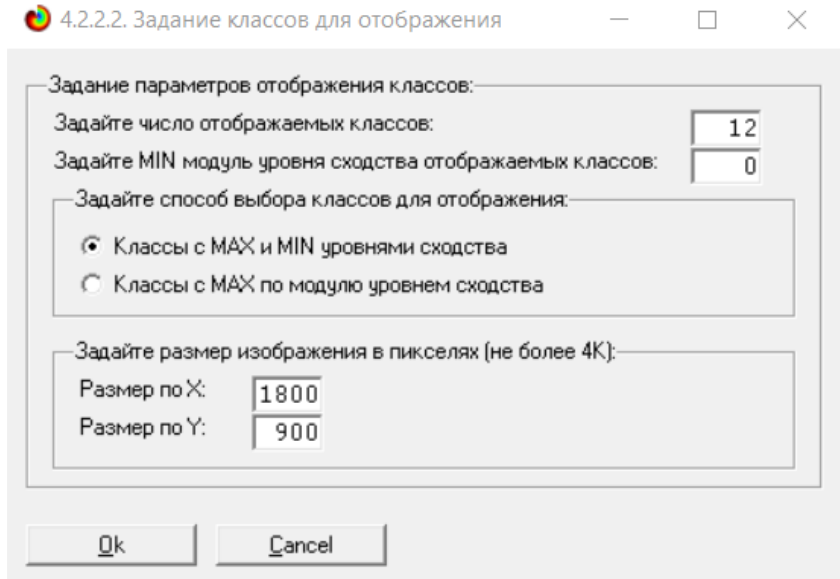


Рисунок 16. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

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):

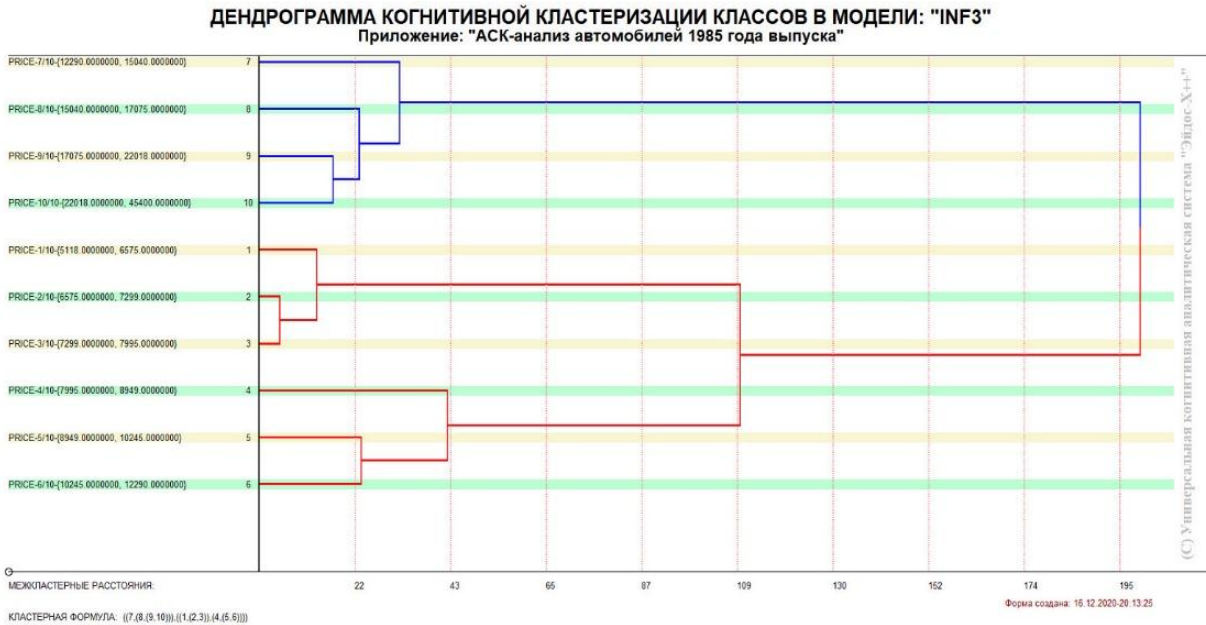


Рисунок 17. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие автомобилей 1985 года выпуска

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые виды автомобилей 1985 года выпуска 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:

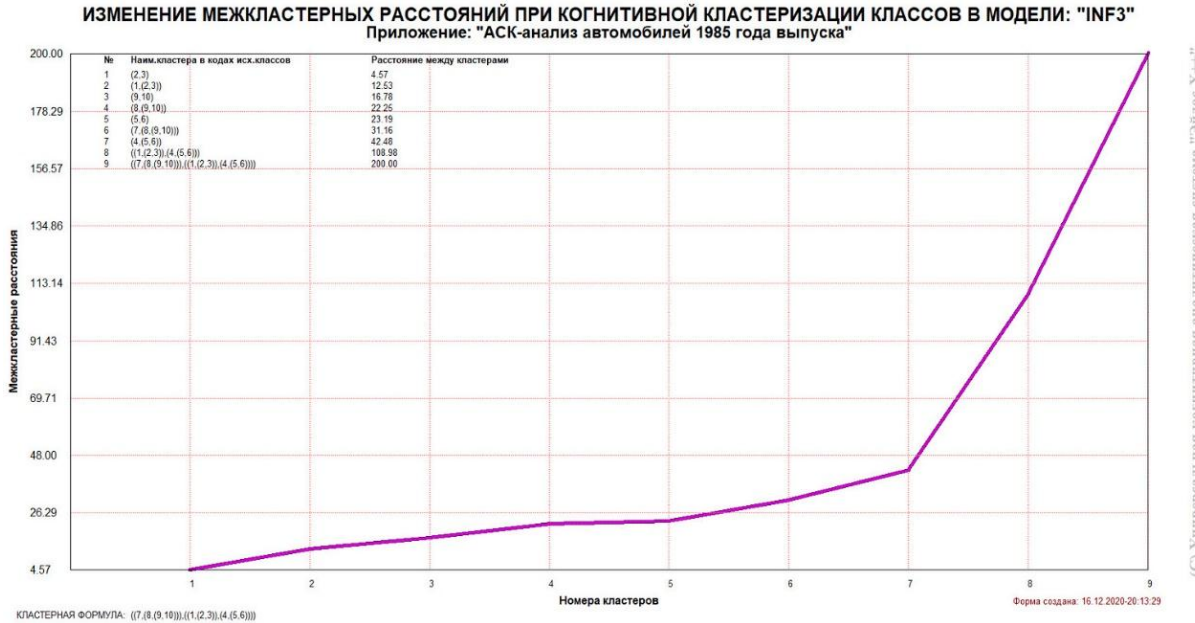
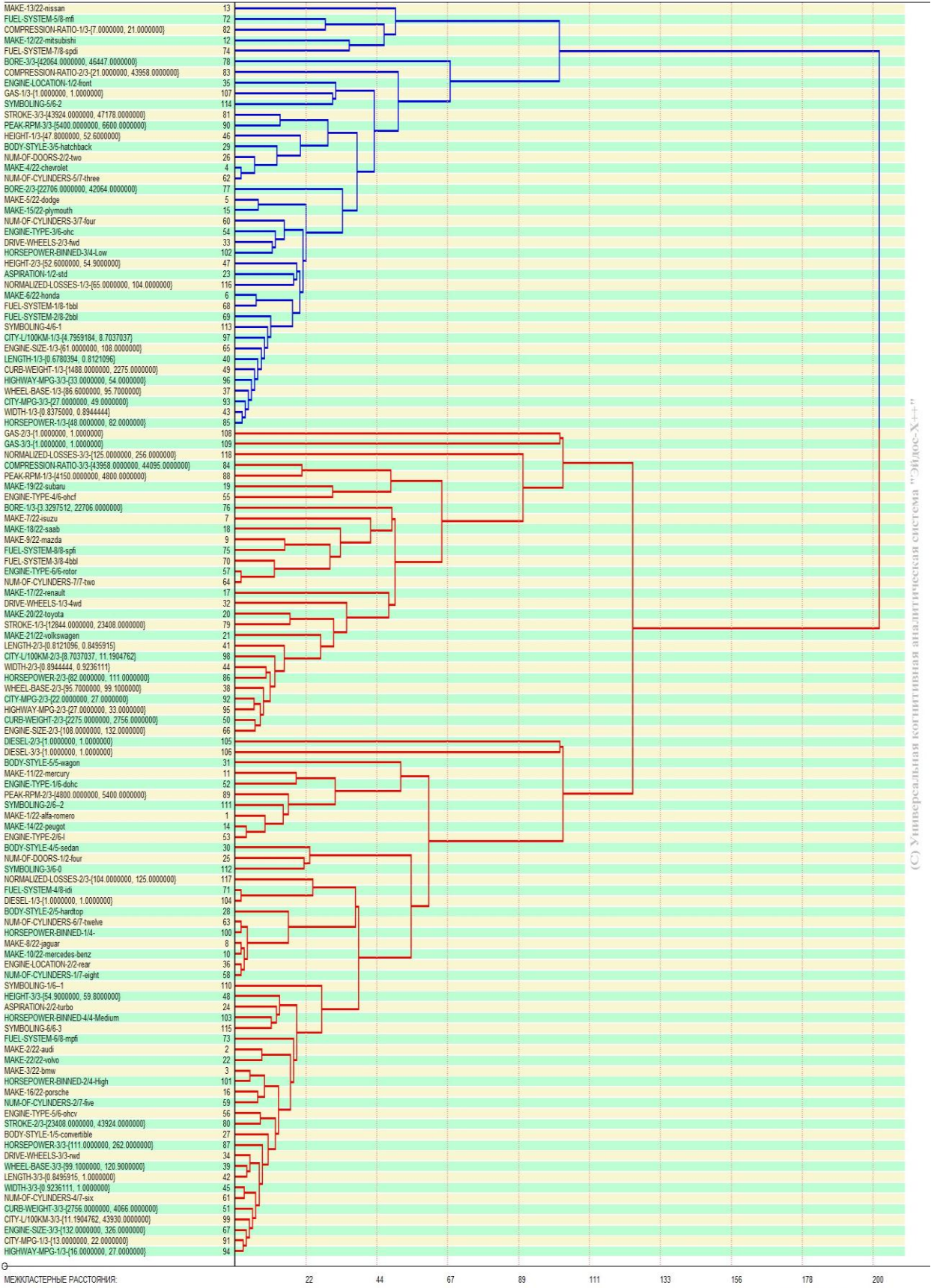


Рисунок 18. График изменения межкластерных расстояний

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.

ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "АСК-анализ стоимости автомобилей 1985 года выпуска"



(C) Универсальная когнитивная аналитическая система "Эйдос-X++"

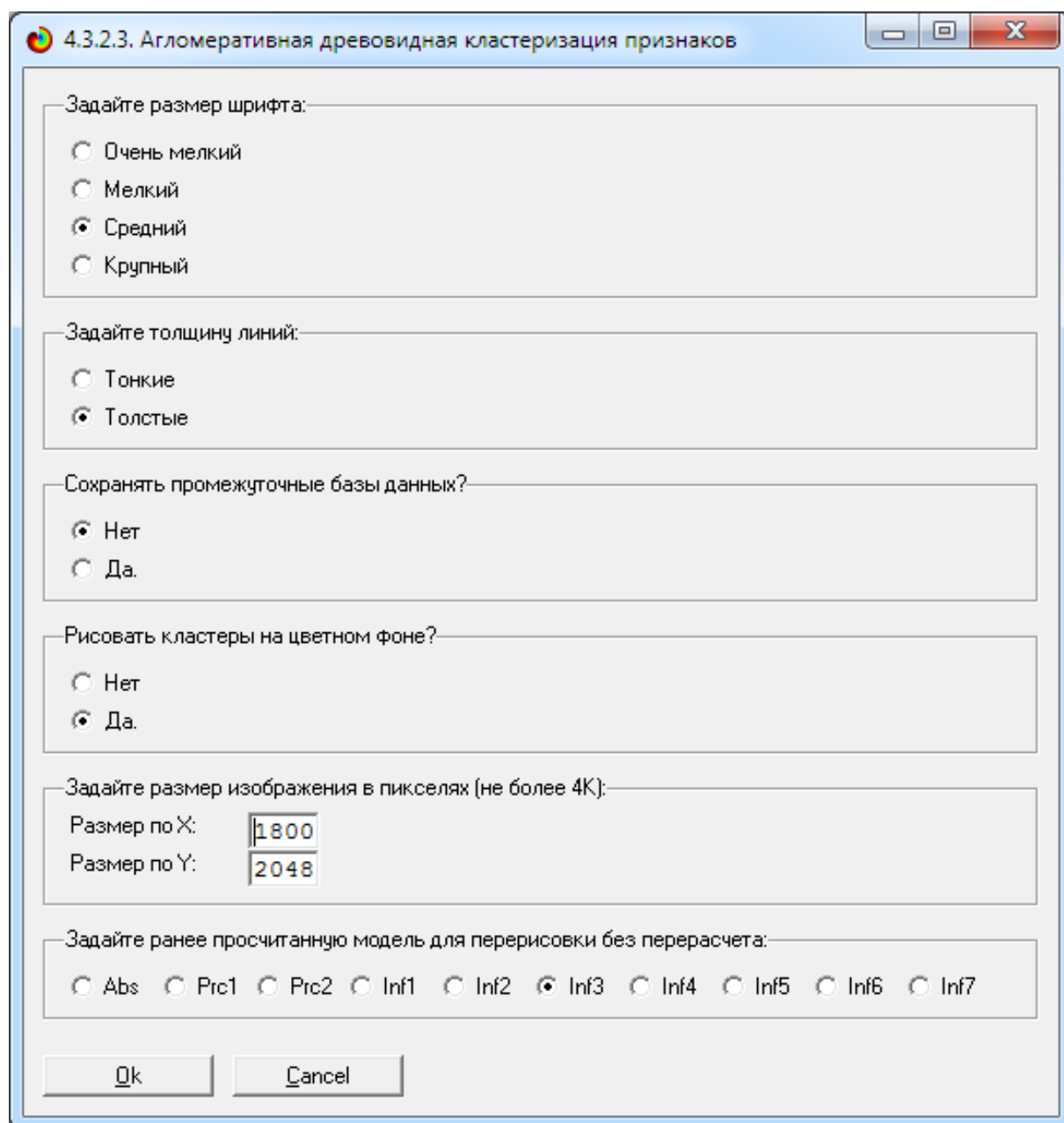


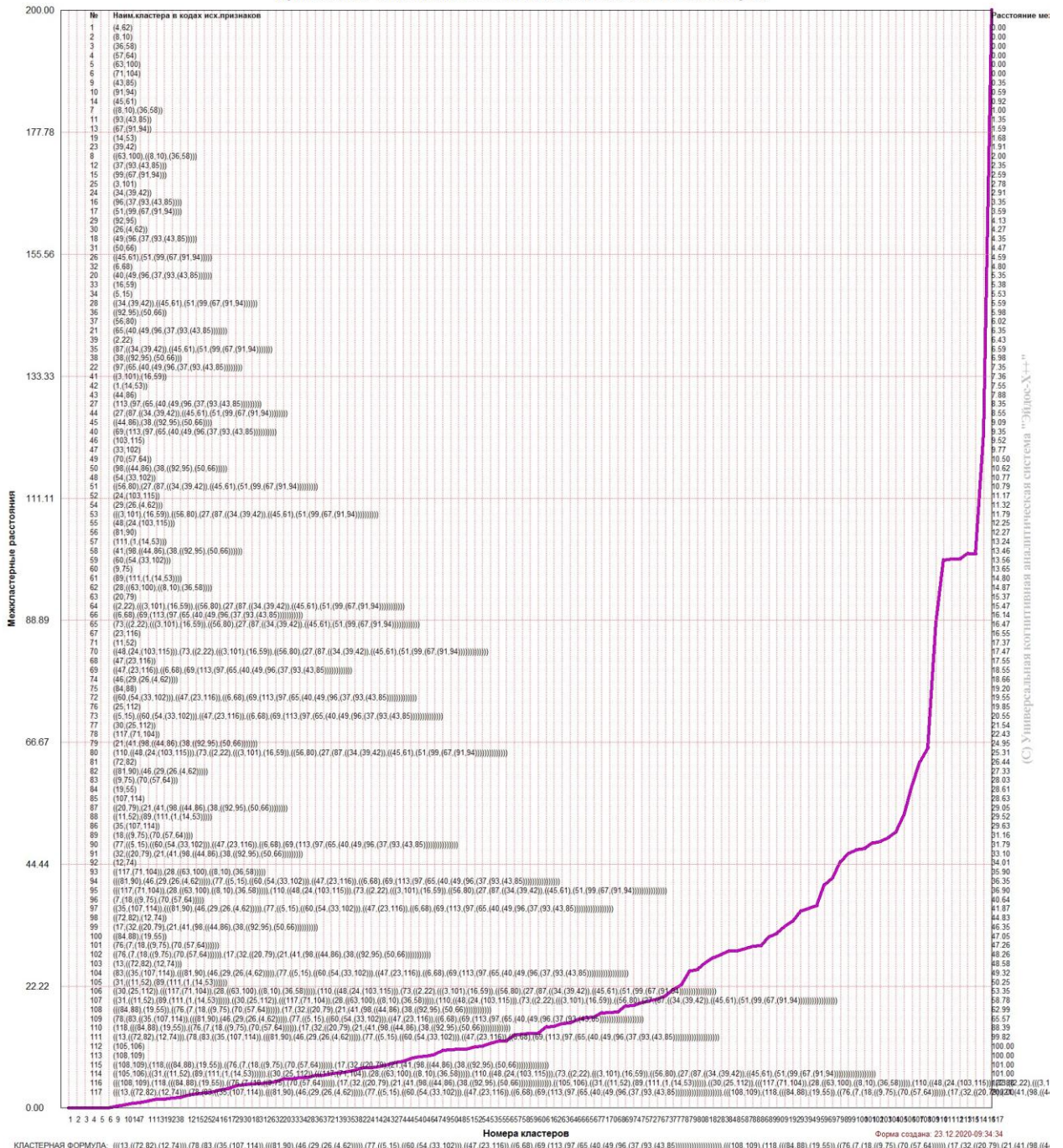
Рисунок 9. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков и параметры, при которых она получена

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

Хорошо видна группировка признаков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о автомобилях 1985 года выпуска. *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.

ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"
Приложение: "АСК-анализ стоимости автомобилей 1985 года выпуска"



**Рисунок 10. График изменения межкластерных расстояний
при когнитивной кластеризации значений факторов**

4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

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

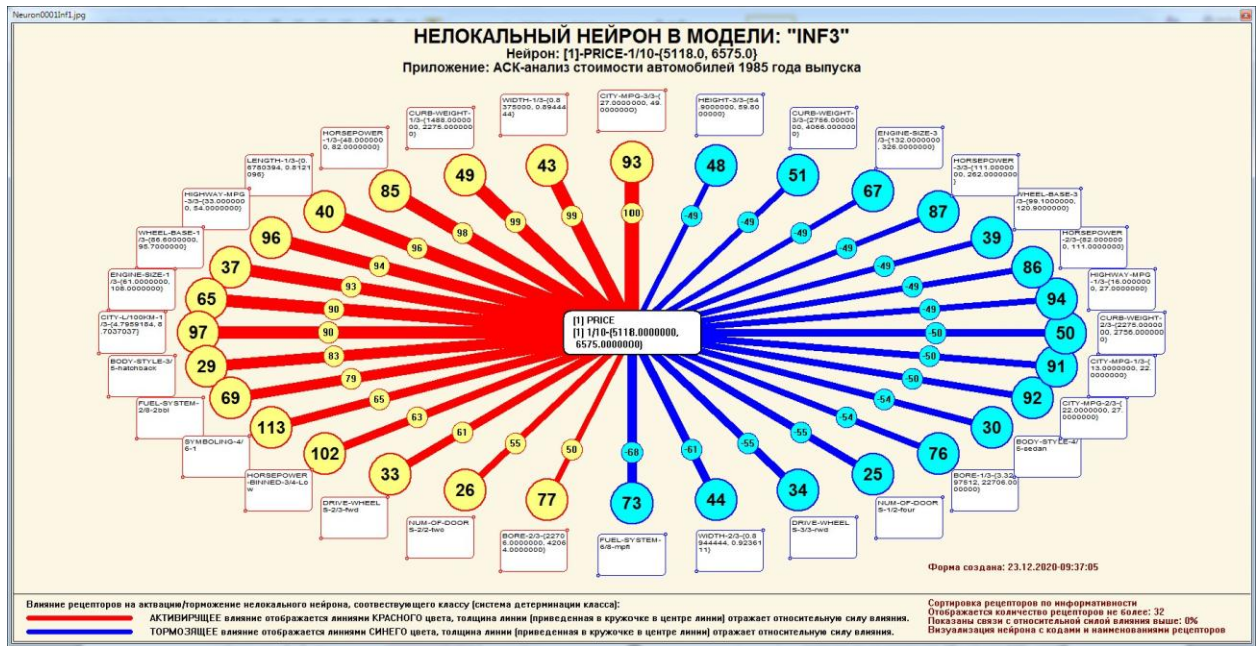


Рисунок 11. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений характеристик автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость

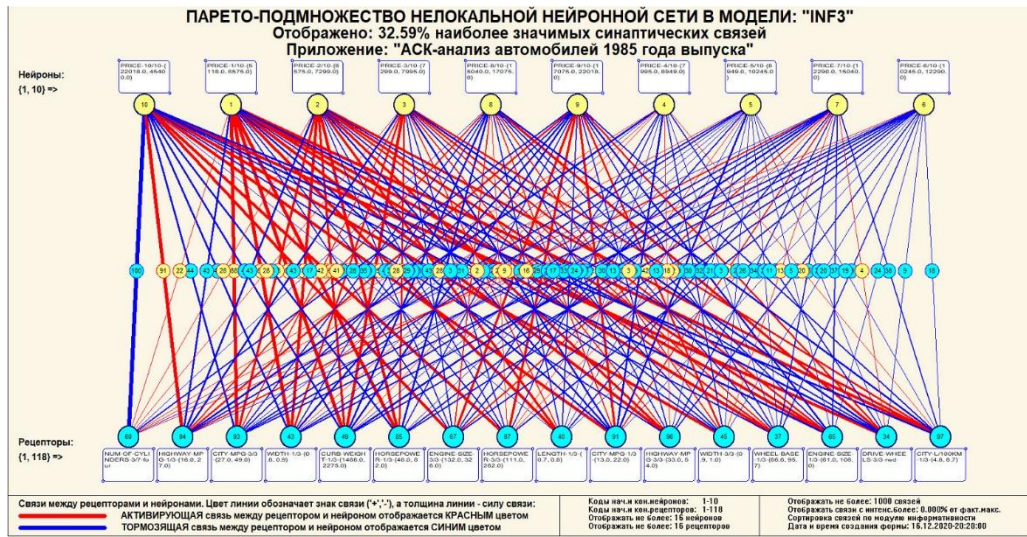


Рисунок 12. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений характеристик автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость (фрагмент 62% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют автомобилям 1985 года выпуска, 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».

4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 26 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 62% СК-модели Inf3.

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

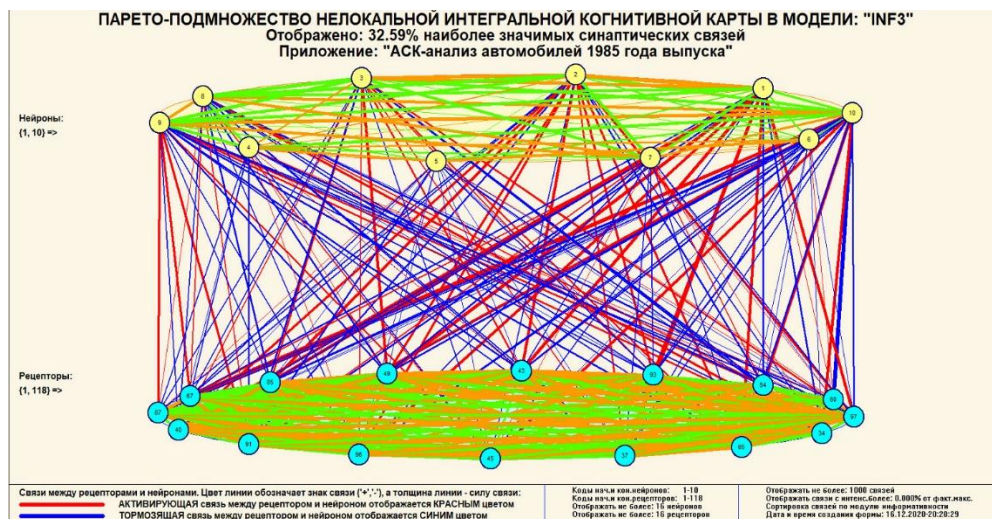


Рисунок 13. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.6. Когнитивные функции

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

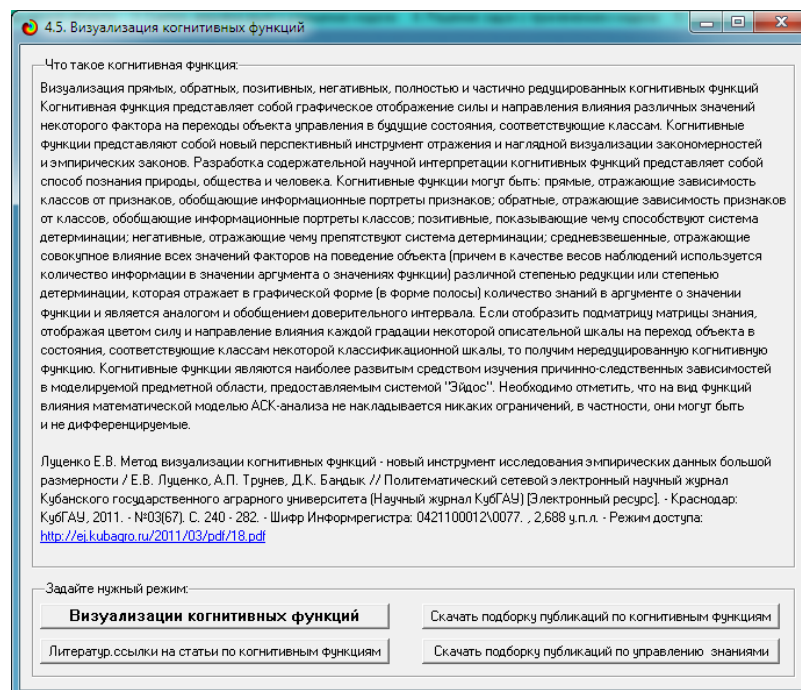


Рисунок 14. Help режима визуализации когнитивных функций

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.

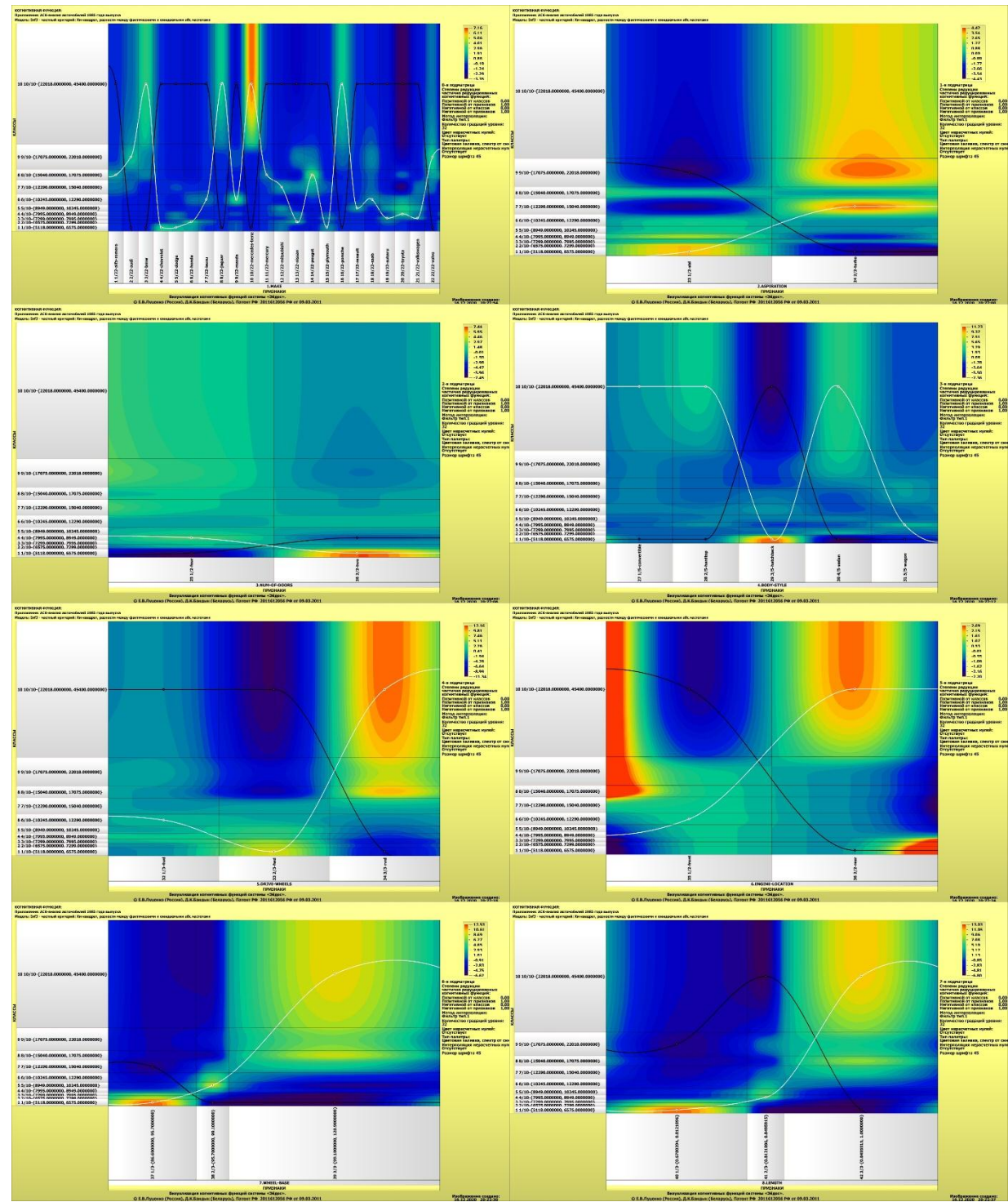
Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены 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.

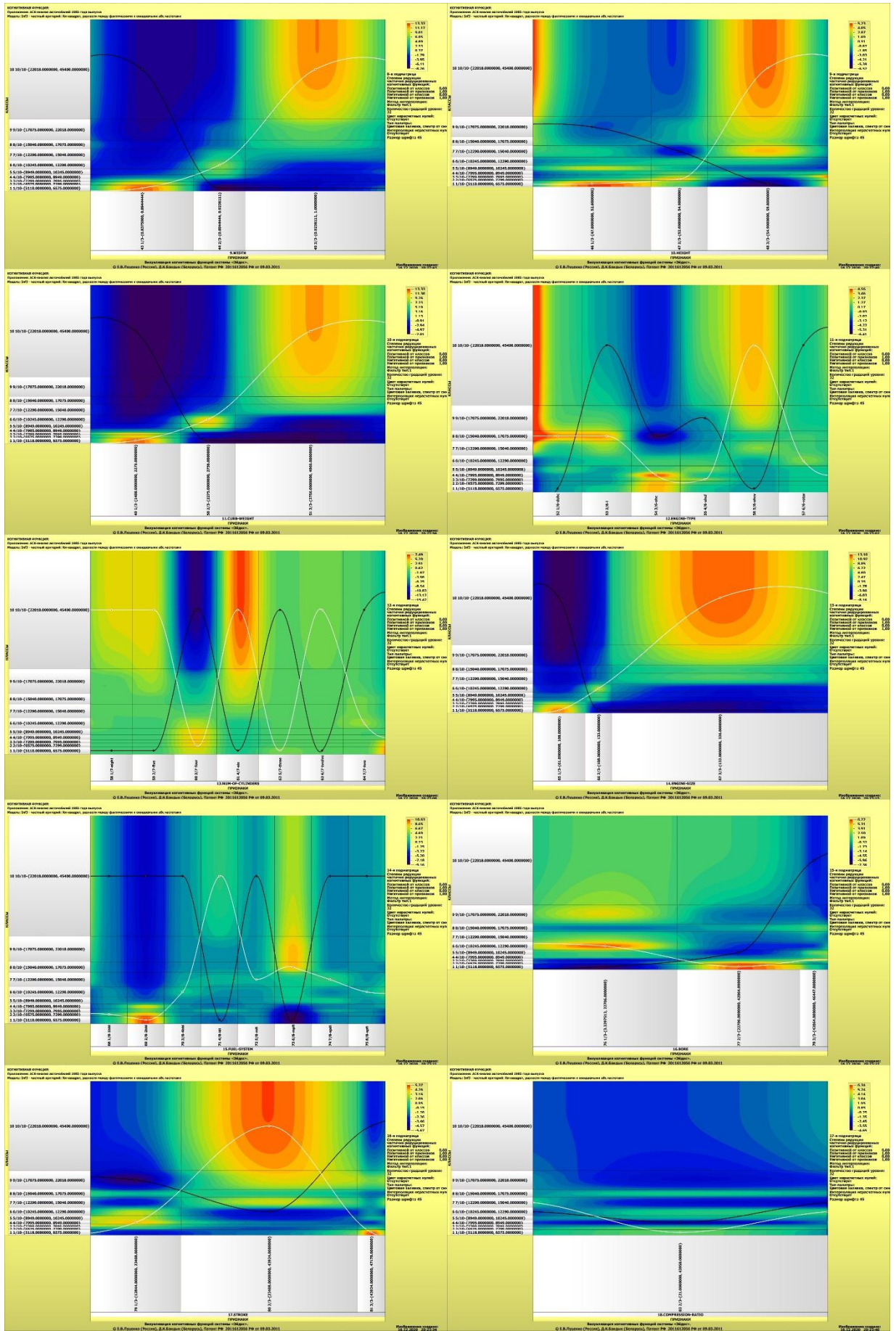
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

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) различных характеристик автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость.





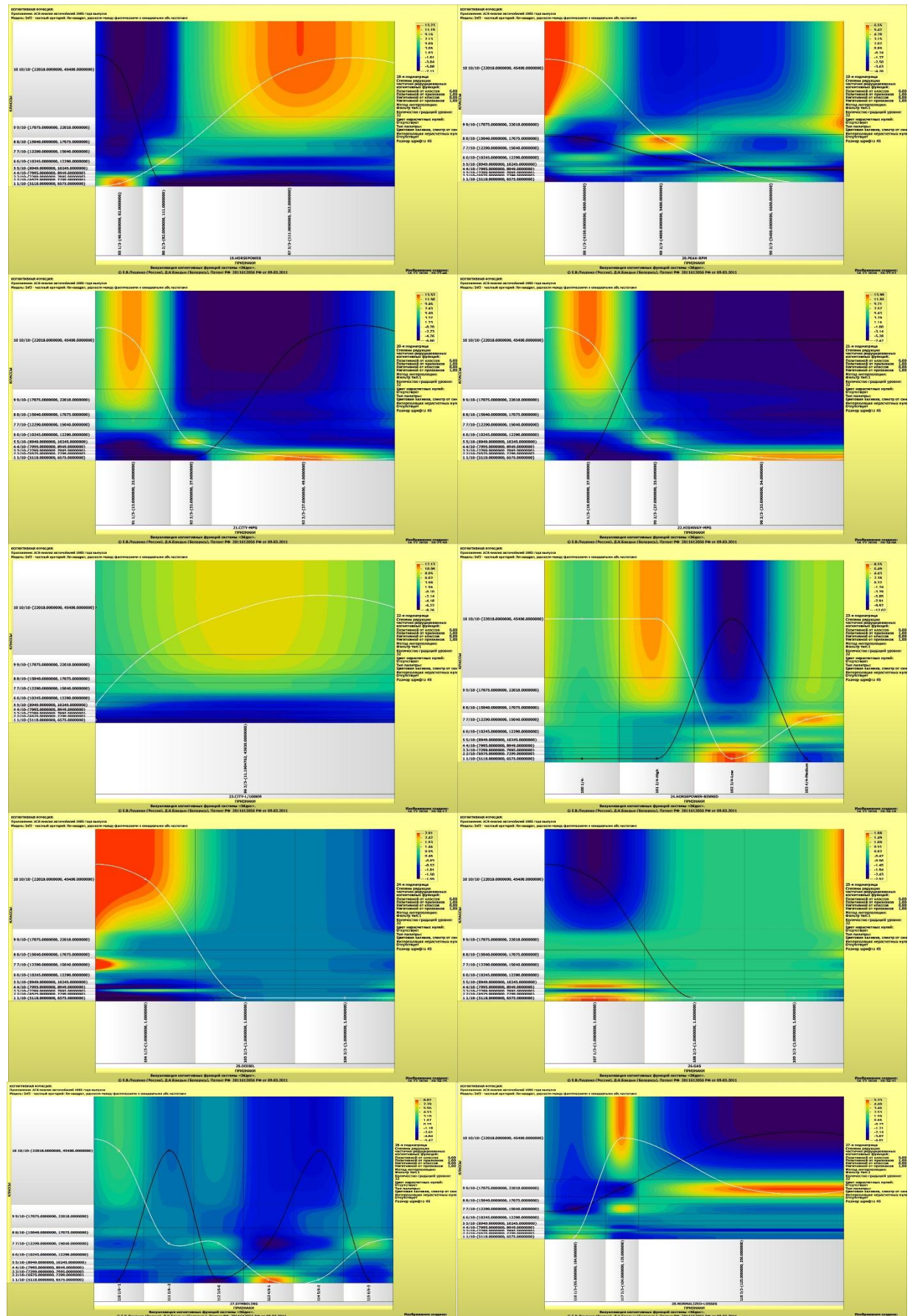


Рисунок 15. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих силу и направление влияния значений характеристик автомобилей 1985 года выпуска на ее стоимость

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 28, хорошо видно, что *зависимости между значениями характеристик автомобилей 1985 года выпуска и ее стоимостью 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 6 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным классам автомобилей 1985 года выпуска, изучено влияние характеристик автомобилей 1985 года выпуска на стоимость, 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 №235 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Список литературы

1. Лойко В.И. Подходы к автоматизации процессов управления производством продукции растениеводства / В.И. Лойко, С.А. Курносков, В.В. Ткаченко, Н.А. Ткаченко // Экономико-правовые аспекты реализации стратегии модернизации России: поиск модели эффективного социоэкономического развития: сб. стат. междунар. науч.-практ. конф., Сочи, 5-9 октября 2016 г. – М.: НИИ ЭИП2016. С. 128-132.
2. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Системы представления и приобретения знаний : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар: Экоинвест, 2018. – 513 с. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>
3. 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>
4. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСКанализе 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.
5. 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.

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. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системнокогнитивном 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.

8. 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.

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

10. 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.

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

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

13. 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>