

УДК 004.8

UDC 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ процессоров AMD**Automated system-cognitive analysis of processors AMD**

Величко Артем Сергеевич
студент факультета ПИ, группы ИТ2001
artyomvelichko13@gmail.com

Velichko Artyom Sergeevich
student of the faculty of PI, group IT2001
artyomvelichko13@gmail.com

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

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

Целью данной работы является изучение силы и направления влияния процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их соотношения цена/качество и степень детерминированности этих результатов. Достижение данной цели представляет большой научный и практический интерес как для ученых, а так и для обычных людей. Ученым это позволяет получить новые высокоэффективные типы процессоров AMD, а людям выбрать наиболее лучший с финансово-экономической точки зрения. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос». Подробно рассматривается численный пример, основанный на реальных данных по типам процессоров AMD

The purpose of this work is to study the strength and direction of the influence of AMD processors on the quantitative, qualitative, financial and economic results of their price / quality ratio and the degree of determinism of these results. Achievement of this goal is of great scientific and practical interest for both scientists and ordinary people. This allows scientists to obtain new highly efficient types of AMD processors, and people choose the best one from a financial and economic point of view. To achieve this goal, the Automated System-Cognitive Analysis (ASK-analysis) and its software toolkit - the intelligent system "Eidos" are used. A numerical example based on real data on AMD processor types is considered in detail

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

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM, AMD PROCESSORS

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	2
ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	6
ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	7
ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	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	25
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов	25
4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов	27
4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов.....	28
4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов.....	30

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети	32
4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты	33
4.3.7. Когнитивные функции	34
4.3.8. Сила и направление влияния значений факторов и сила влияния самих факторов на результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD.....	40
4.3.9. Степень детерминированности результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD значениями обуславливающих их факторов.....	43
4.3.10. Устойчивость результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD от значений обуславливающих их свойств	46
7. ВЫВОДЫ.....	51
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	52

Введение

Целью данной работы является изучение силы и направления влияния процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их соотношения цена/качество и степень детерминированности этих результатов.

Достижение данной цели представляет большой научный и практический интерес как для ученых, а так и для обычных людей. Ученым это позволяет получить новые высокоэффективные типы процессоров AMD, а людям выбрать наиболее лучший с финансово-экономической точки зрения.

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

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

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

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

- подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация);
- подзадача 4.2. Поддержка принятия решений;
- подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты, когнитивные функции).

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

АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации,

диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-X++» (система «Эйдос») [1].

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

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>), 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 209, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

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

- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

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

больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA);

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

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

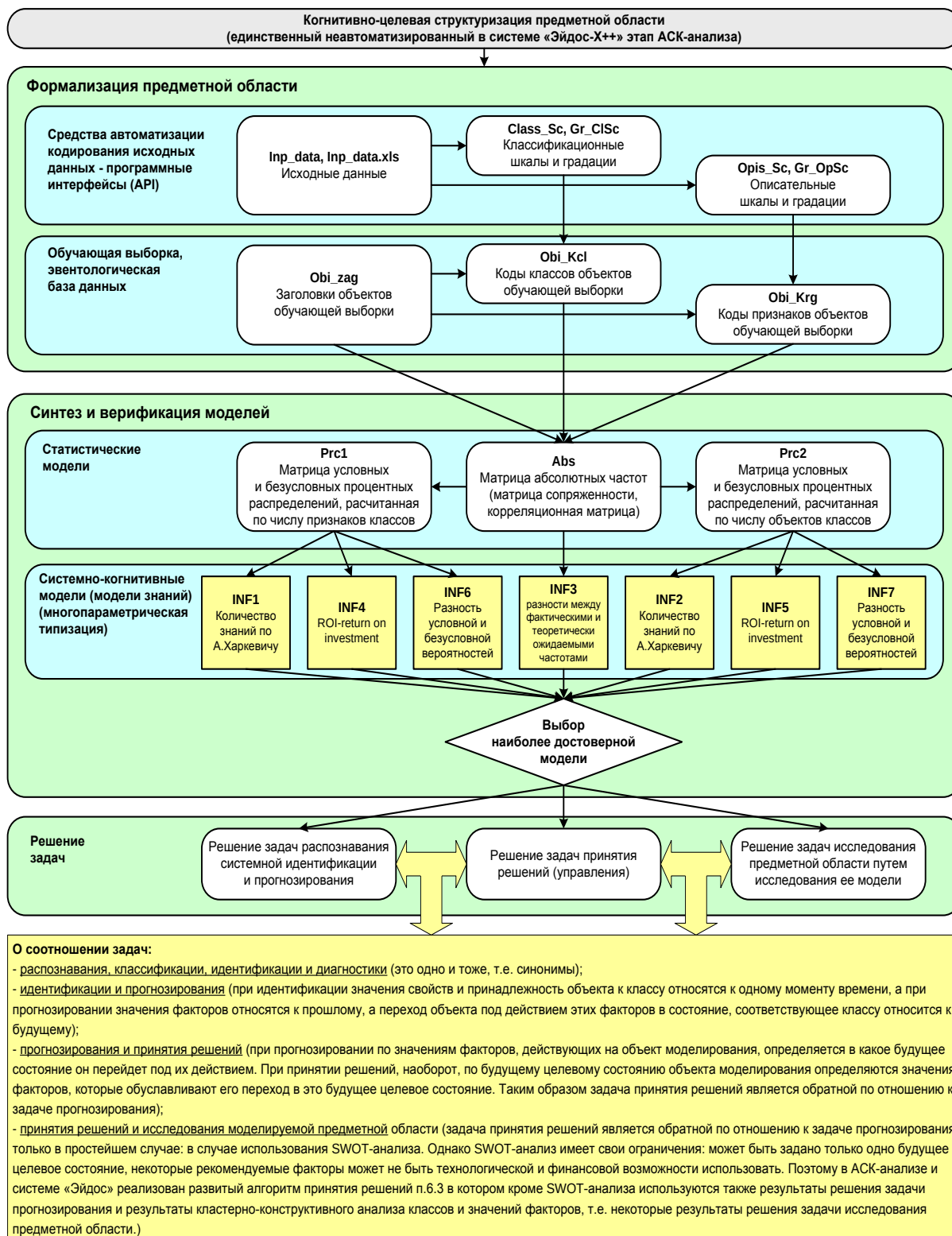
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)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

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

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

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

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



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

Рассмотрим решение поставленных задач в численном примере.

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области

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

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

В данной работе в качестве классификационных шкал выберем количественные, качественные и финансово-экономические результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти результаты – различные свойства процессоров AMD (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационные шкалы

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	CPU
2	PRICE (\$)
3	PLATFORM

Таблица 2 – Описательные шкалы

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	FAMILY
2	LAUNCH DATE
3	CPU CORES
4	THREADS
5	GPU CORES
6	BASE CLOCK (GHz)
7	MAX BOOST CLOCK (GHz)
8	ALL CORE BOOST SPEED (GHz)
9	TOTAL L1 CACHE (KB)
10	TOTAL L2 CACHE (MB)
11	TOTAL L3 CACHE (MB)
12	UNLOCKED
13	CMOS (nm)
14	PACKAGE
15	DEFAULT TDP / TDP AMD EPYC™ 7002 SERIES (W)
16	MAX TEMPS (°C)
17	SYSTEM MEMORY SPECIFICATION AMD EPYC™ 7002 SERIES (MHz)
18	SYSTEM MEMORY TYPE
19	MEMORY CHANNELS
20	PER SOCKET MEM BW (Gb/s)
21	GRAPHICS FREQUENCY (MHz)
22	GRAPHICS MODEL
23	GRAPHICS CORE COUNT

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (таблица 3) получены в результате работы над ценами, типами и самими процессорами AMD, а также из других подробных таблиц по процессорам AMD, найденных в интернете.

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

CPU	CPU	Price (\$)	Platform	Family	Launch Date	CPU Cores	Threads	GPU Cores	Base Clock (GHz)	Max Boost Clock (GHz)	All Core Boost Speed (GHz)	Total L1 Cache (KB)	Total L2 Cache (MB)	Total L3 Cache (MB)	Unlocked	CMOS (nm)	Package	Default TDP / TDP AMD EPC™ 7002 Series (W)	Max Temps (°C)	System Memory Specification AMD EPC™ 7002 Series (MHz)	System Memory Type	Memory Channels	Per Socket Mem BW (Gb/s)	Graphics Frequency (MHz)	Graphics Model	Graphics Core Count
AMD Ryzen	AMD Ryzen	80	Desktop	AMD Ryzen	2017	6	12	0	3.2	3.6	0	576	3	16	No	14	AM4	65	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	60	Desktop	AMD Ryzen	2017	4	8	0	3.5	3.7	0	384	2	16	No	14	AM4	65	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	239	Desktop	AMD Ryzen	2019	6	12	0	3.8	4.4	0	64	3	32	Yes	7	AM4	95	95	3200	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	199	Desktop	AMD Ryzen	2019	6	12	0	3.6	4.2	0	64	3	32	Yes	7	AM4	65	95	3200	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	250	Laptop	AMD Ryzen	2019	4	8	8	2.1	3.7	0	384	2	4	No	12	FP5	35	105	2400		2	0	1200	Radeon™	8
AMD Ryzen	AMD Ryzen	699	Laptop	AMD Ryzen	2019	4	8	8	2.1	3.7	0	384	2	4	No	12	FP5	15	105	2400		2	0	1200	Radeon™	8
AMD Ryzen	AMD Ryzen	170	Desktop	AMD Ryzen	2019	4	8	11	3.7	4.2	0	384	2	4	Yes	12	AM4	65	95	2933		2	0	1400	Radeon™	11
AMD Ryzen	AMD Ryzen	166	Desktop	AMD Ryzen	2018	6	12	0	3.6	4.2	0	576	3	16	Yes	12	AM4	95	95	2933	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	180	Laptop	AMD Ryzen	2018	4	8	8	3.2	3.6	0	192	2	4	No	14	FP5	45	95	3200		2	0	1100	Radeon™	8
AMD Ryzen	AMD Ryzen	110	Desktop	AMD Ryzen	2018	6	12	0	3.1	4	0	576	3	16	Yes	12	AM4	45	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	149	Desktop	AMD Ryzen	2018	6	12	0	3.4	3.9	0	576	3	16	Yes	12	AM4	65	95	2933	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	140	Desktop	AMD Ryzen	2018	4	8	0	3.6	4	0	384	2	8	Yes	12	AM4	65	95	2933	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	575	Laptop	AMD Ryzen	2017	4	8	8	2	3.6	0	384	2	4	No	14	FP5	15	95	2400		2	0	1100	Radeon™	8
AMD Ryzen	AMD Ryzen	247	Desktop	AMD Ryzen	2018	4	8	11	3.2	3.8	0	384	2	4	Yes	14	AM4	35	95	2933		2	0	1250	Radeon™	11
AMD Ryzen	AMD Ryzen	267	Desktop	AMD Ryzen	2018	4	8	11	3.6	3.9	0	384	2	4	Yes	14	AM4	65	95	2933		2	0	1250	Radeon™	11
AMD Ryzen	AMD Ryzen	155	Desktop	AMD Ryzen	2017	6	12	0	3.6	4	0	576	3	16	Yes	14	AM4	95	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	217	Desktop	AMD Ryzen	2017	6	12	0	3.2	3.6	0	576	3	16	Yes	14	AM4	65	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	145	Desktop	AMD Ryzen	2017	4	8	0	3.5	3.7	0	384	2	16	Yes	14	AM4	65	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0
AMD Ryzen	AMD Ryzen	167	Desktop	AMD Ryzen	2017	4	8	0	3.2	3.4	0	384	2	8	Yes	14	AM4	65	95	2667	DDR4	2	0	0	Discrete G	0

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

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

На рисунке 3 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 как сами свойства процессоров AMD, так и результаты их соотношения цена/качество, могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.

¹ Таблицу исходных данных 1 можно скачать с FTP-сервера системы «Эйдос» по ссылке:
<https://www.kaggle.com/ltcptgeneral/cpu-specifications?select=amd.csv>

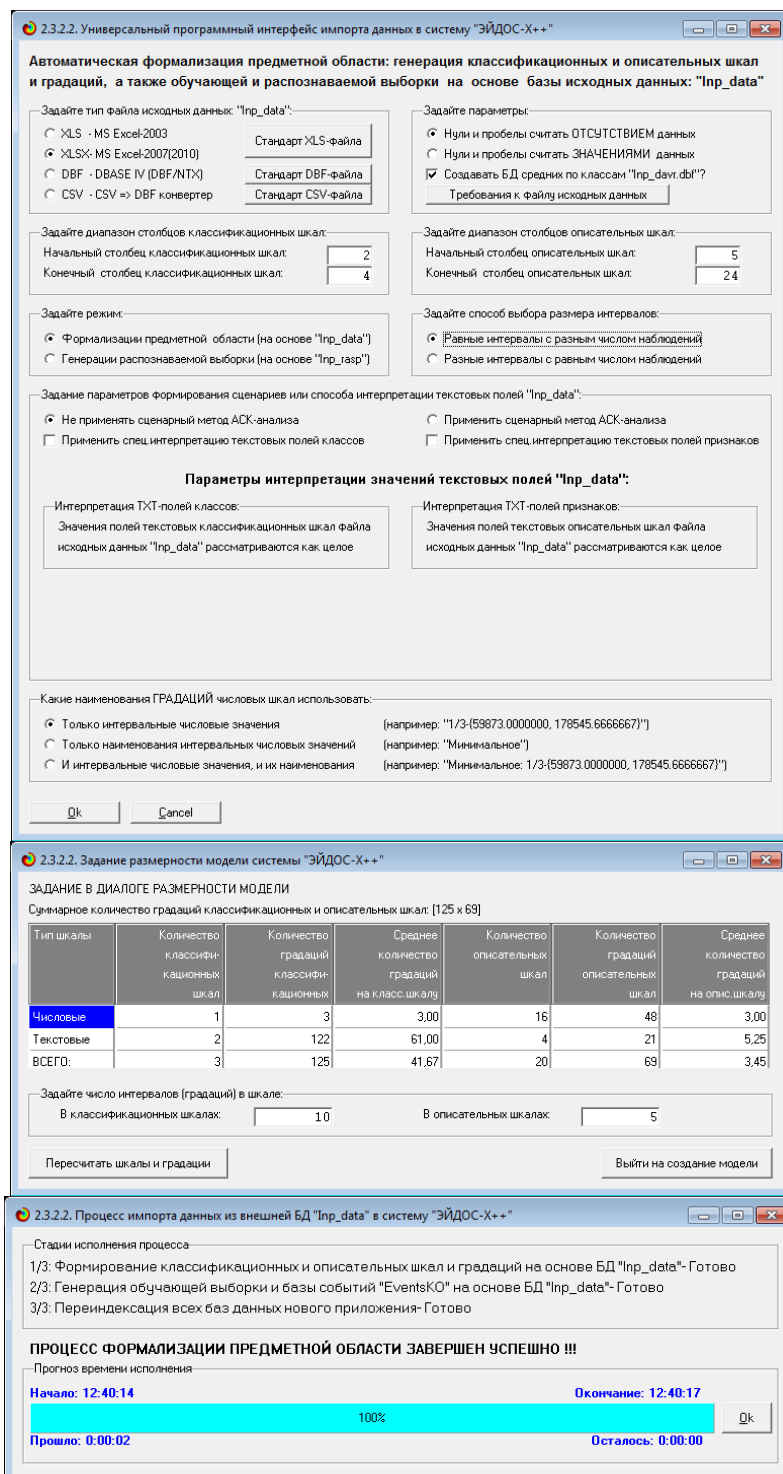


Рисунок 2. Экранные форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа²

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

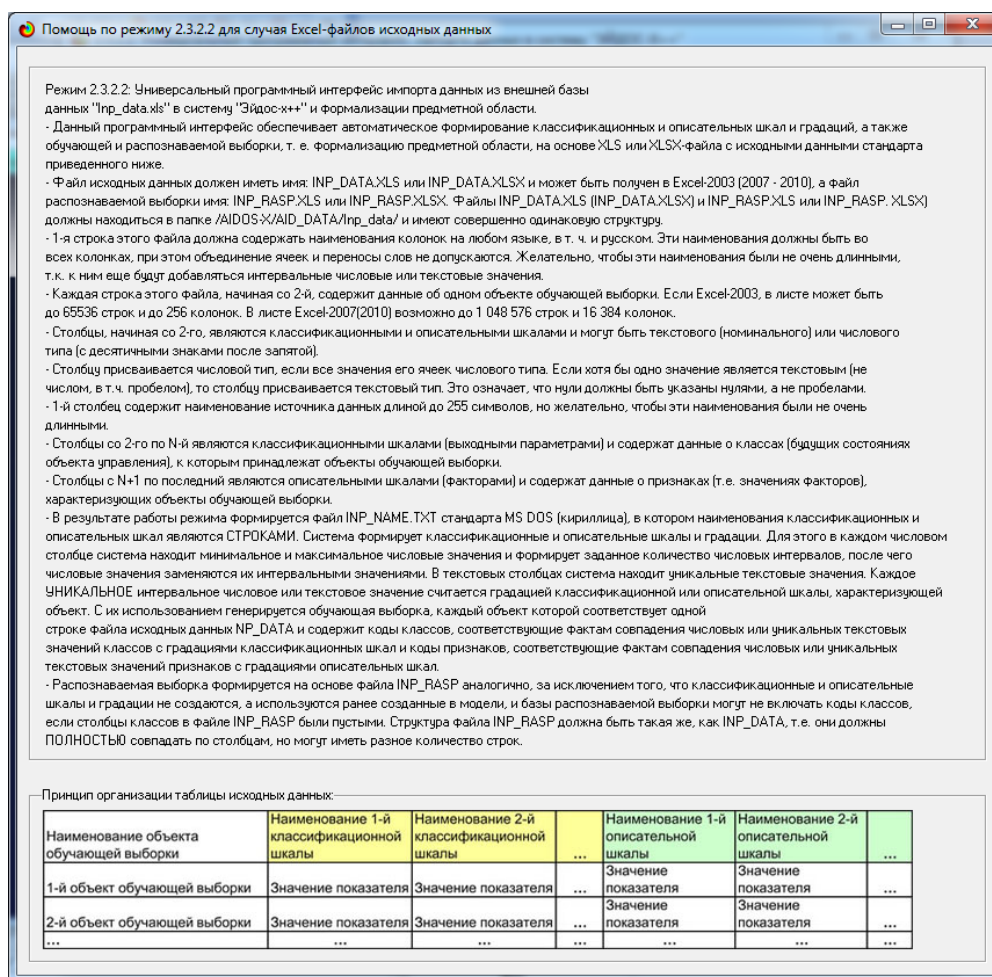


Рисунок 3. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформировано 11 классификационных шкал с суммарным количеством градаций (классов) 33 (таблица 4) и 13 описательных шкал с суммарным числом градаций 37. С использованием классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 4 и 5) исходные данные (таблица 3) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 6):

Таблица 4 – Классификационные шкалы и градации
(количественные, качественные и финансово-экономические
результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих
процессоров AMD)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	CPU
2	PRICE (\$)
3	PLATFORM

Таблица 5 – Описательные шкалы и градации
(различные свойства процессоров AMD
и степень их выраженности)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	FAMILY

2	LAUNCH DATE
3	CPU CORES
4	THREADS
5	GPU CORES
6	BASE CLOCK (GHz)
7	MAX BOOST CLOCK (GHz)
8	ALL CORE BOOST SPEED (GHz)
9	TOTAL L1 CACHE (KB)
10	TOTAL L2 CACHE (MB)
11	TOTAL L3 CACHE (MB)
12	UNLOCKED
13	CMOS (nm)
14	PACKAGE
15	DEFAULT TDP / TDP AMD EPYC™ 7002 SERIES (W)
16	MAX TEMPS (°C)
17	SYSTEM MEMORY SPECIFICATION AMD EPYC™ 7002 SERIES (MHz)
18	SYSTEM MEMORY TYPE
19	MEMORY CHANNELS
20	PER SOCKET MEM BW (Gb/s)
21	GRAPHICS FREQUENCY (MHz)
22	GRAPHICS MODEL
23	GRAPHICS CORE COUNT

Таблица 6 – Обучающая выборка

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
AMD Ryzen™ 5 PRO 1600	3	12	18	1	8	10	13
AMD Ryzen™ 5 PRO 1500	3	14	18	4	6	11	14
AMD Ryzen™ 5 3600X	3	11	18	2	6	11	14
AMD Ryzen™ 5 3600	3	13	18	2	6	11	14
AMD Ryzen™ 5 3550H	2	8	18	2	6	10	13
AMD Ryzen™ 5 3500U	3	10	18	2	6	10	13
AMD Ryzen™ 5 3400G with Radeon™ RX Vega 11 Graphics	2	15	18	3	6	10	13
AMD Ryzen™ 5 2600X	2	7	18	2	6	9	12
AMD Ryzen™ 5 2600H	1	6	18	2	6	9	12
AMD Ryzen™ 5 2600E	2	9	18	1	8	9	12
AMD Ryzen™ 5 2600	1	5	18	1	8	9	12
AMD Ryzen™ 5 2500X	1	4	17	5	6	10	12
AMD Ryzen™ 5 2500U	1	16	17	5	6	10	12

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

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

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

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

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

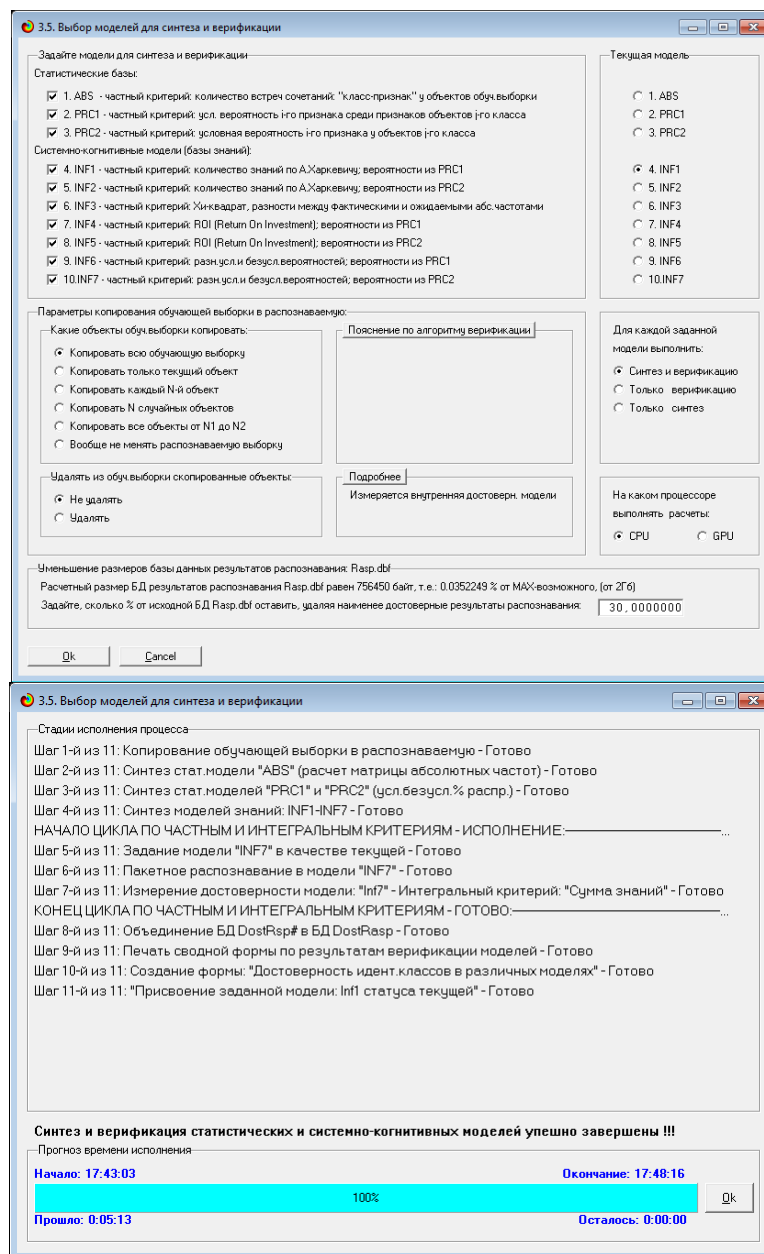


Рисунок 4. Экранная форма режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

Из рисунка 4 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 11 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможной обработку больших объемов исходных данных за разумное время. В процесс синтеза и верификации моделей осуществляется также расчет 10 выходных форм, на что уходит более 99% времени исполнения.

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

Скриншот фрагмента матрицы абсолютных частот. Таблица имеет 17 строк (модели процессоров) и 8 столбцов (конфигурации процессоров). В строке 1 (FAMILY-AMD A-Series Processors) значения равны 1. В строке 2 (FAMILY-AMD Athlon™ Processors) значения равны 1. В строке 3 (FAMILY-AMD Athlon™ Processors) значения равны 1. В строке 4 (FAMILY-AMD EPYC™) значения равны 1. В строке 5 (FAMILY-AMD Ryzen™) значения равны 1. В строке 6 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны 1. В строке 7 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны 1. В строке 8 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны 1. В строке 9 (LAUNCH DATE 1/3/2015-0000000, 2016-3333333) значения равны 1. В строке 10 (LAUNCH DATE 1/3/2015-3333333, 2017-6666667) значения равны 1. В строке 11 (LAUNCH DATE 1/3/2017-6666667, 2018-0000000) значения равны 1. В строке 12 (CPU CORES 1/3/12-0000000, 22-6666667) значения равны 1. В строке 13 (CPU CORES 1/3/12-6666667, 43-3333333) значения равны 1. В строке 14 (CPU CORES 1/3/14-3333333, 64-0000000) значения равны 1. В строке 15 (THREADS 1/3/12-0000000, 44-0000000) значения равны 1. В строке 16 (THREADS 1/3/14-0000000, 86-0000000) значения равны 1. В строке 17 (THREADS 1/3/16-0000000, 126-0000000) значения равны 1.

Рисунок 5. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

Скриншот фрагмента матрицы информативностей INF1. Таблица имеет 17 строк (модели процессоров) и 8 столбцов (конфигурации процессоров). В строке 1 (FAMILY-AMD A-Series Processors) значения равны 0.968. В строке 2 (FAMILY-AMD Athlon™ Processors) значения равны 0.968. В строке 3 (FAMILY-AMD Athlon™ Processors) значения равны 0.968. В строке 4 (FAMILY-AMD EPYC™) значения равны 0.968. В строке 5 (FAMILY-AMD Ryzen™) значения равны 0.968. В строке 6 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны 0.968. В строке 7 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны 0.968. В строке 8 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны 0.968. В строке 9 (LAUNCH DATE 1/3/2015-0000000, 2016-3333333) значения равны 0.968. В строке 10 (LAUNCH DATE 1/3/2015-3333333, 2017-6666667) значения равны 0.968. В строке 11 (LAUNCH DATE 1/3/2017-6666667, 2018-0000000) значения равны 0.968. В строке 12 (CPU CORES 1/3/12-0000000, 22-6666667) значения равны 0.196. В строке 13 (CPU CORES 1/3/12-6666667, 43-3333333) значения равны 0.196. В строке 14 (CPU CORES 1/3/14-3333333, 64-0000000) значения равны 0.196. В строке 15 (THREADS 1/3/12-0000000, 44-0000000) значения равны 0.196. В строке 16 (THREADS 1/3/14-0000000, 86-0000000) значения равны 0.196. В строке 17 (THREADS 1/3/16-0000000, 126-0000000) значения равны 0.196.

Рисунок 6. Матрица информативностей INF1 (фрагмент)

Скриншот фрагмента модели INF3. Таблица имеет 17 строк (модели процессоров) и 8 столбцов (конфигурации процессоров). В строке 1 (FAMILY-AMD A-Series Processors) значения равны 0.700. В строке 2 (FAMILY-AMD Athlon™ Processors) значения равны -0.023. В строке 3 (FAMILY-AMD Athlon™ Processors) значения равны -0.031. В строке 4 (FAMILY-AMD EPYC™) значения равны -0.253. В строке 5 (FAMILY-AMD Ryzen™) значения равны -0.015. В строке 6 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны -0.038. В строке 7 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны -0.041. В строке 8 (FAMILY-AMD Ryzen™ Processors) значения равны -0.207. В строке 9 (LAUNCH DATE 1/3/2015-0000000, 2016-3333333) значения равны 0.700. В строке 10 (LAUNCH DATE 1/3/2015-3333333, 2017-6666667) значения равны -0.238. В строке 11 (LAUNCH DATE 1/3/2017-6666667, 2018-0000000) значения равны -0.392. В строке 12 (CPU CORES 1/3/12-0000000, 22-6666667) значения равны 0.217. В строке 13 (CPU CORES 1/3/12-6666667, 43-3333333) значения равны -0.108. В строке 14 (CPU CORES 1/3/14-3333333, 64-0000000) значения равны -0.038. В строке 15 (THREADS 1/3/12-0000000, 44-0000000) значения равны 0.217. В строке 16 (THREADS 1/3/14-0000000, 86-0000000) значения равны -0.108. В строке 17 (THREADS 1/3/16-0000000, 126-0000000) значения равны -0.038.

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных свойств процессоров AMD рассматривается с одной единственной точки зрения: какое **количество информации** содержится в них о том, какими будут количественные, качественные и финансово-экономические результаты их соотношения цена/качество [2]. Поэтому не играет никакой роли в каких единицах измерения измеряются те или иные свойств процессоров AMD, а также в каких единицах измерения дает измеряются результаты их соотношения цена/качество, натуральных, в

процентах или стоимостных [2]. Это и есть решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос», отличающее их от других интеллектуальных технологий.

Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

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

Имя модели	Интегральный критерий	F-мера Ван Ризбергера	Сумма истинных положительных решений (TP)	Сумма истинных отрицательных решений (TN)	Сумма ложных положительных решений (FP)	Сумма ложных отрицательных решений (FN)	5-Точность модели	5-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В. Луценко	Средний модуль абсолютной ошибки	Средний модуль относительной ошибки	Средний модуль абсолютной ошибки по критерию	Средний модуль относительной ошибки по критерию	А-Точность модели по критерию	А-Полнота модели по критерию	L2-мера проф. Е.В. Луценко
1. ABS - частный критерий: количество истинных решений	Корреляция абс. частот с абс. частотами	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
2. ABS - частный критерий: количество истинных решений	Корреляция абс. частот с абс. частотами	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
3. PR1 - частный критерий: усл. вероятность ист. признака в сред.	Корреляция усл. частот с усл. частотами	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
4. PR2 - частный критерий: усл. вероятность ист. признака в сред.	Корреляция усл. частот с усл. частотами	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
5. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
6. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
7. INF3 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
8. INF4 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
9. INF5 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
10. INF6 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
11. INF7 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
12. INF8 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
13. INF9 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,161	270,524	33,081	1284,515	0,174	1,000	0,296	0,745	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8
14. INF10 - частный критерий: количество знаний по А.Христенко, в.	Сумма усл. частот по усл. частотам	0,141	145,917	54,338	0,729	1,000	0,843	0,482	0,812	0,050	0,340	0,686	1,000	0,8	0,9	0,8

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

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергера наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Резонанс знаний» ($F=0,338$ при максимуме 1,000), что неплохо, а по критерию L1 проф.Е.В.Луценко [3] наиболее достоверной также является СК-модель INF3, но с интегральным критерием «Сумма знаний» ($L1=0,830$ при максимуме 1,000), что является очень хорошим результатом.

Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели сильной причинно-следственной зависимости между свойствами процессоров и количественными, качественными и финансово-экономическими результатами их соотношения цена/качество.

На рисунке 9 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам прогнозирования результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD на основе их свойств в СК-модели INF3 по данным обучающей выборки:

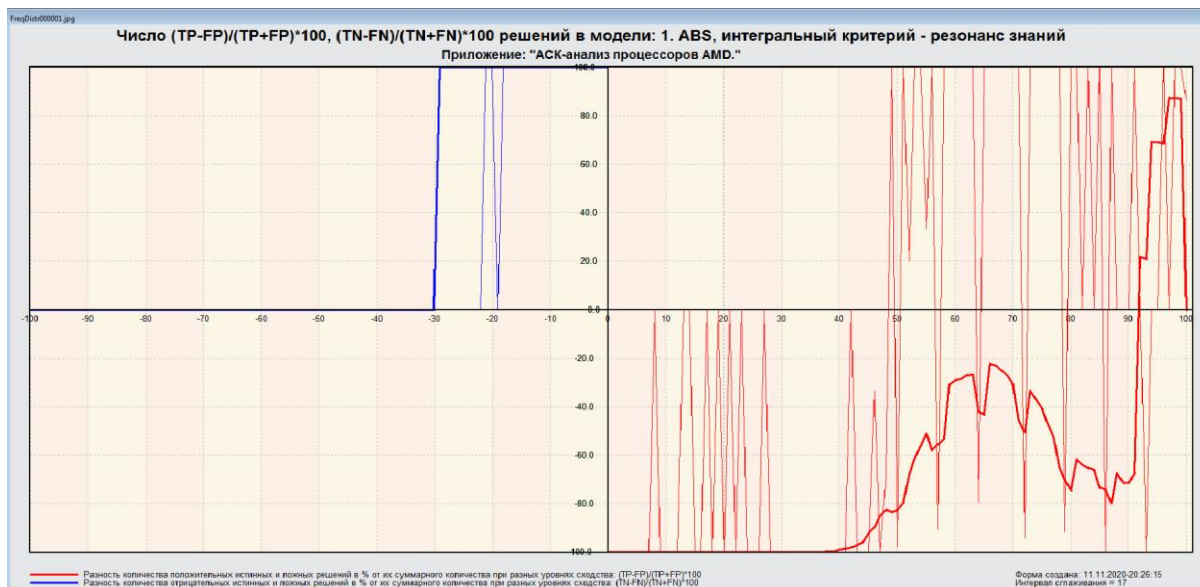


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

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

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

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

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

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

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

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

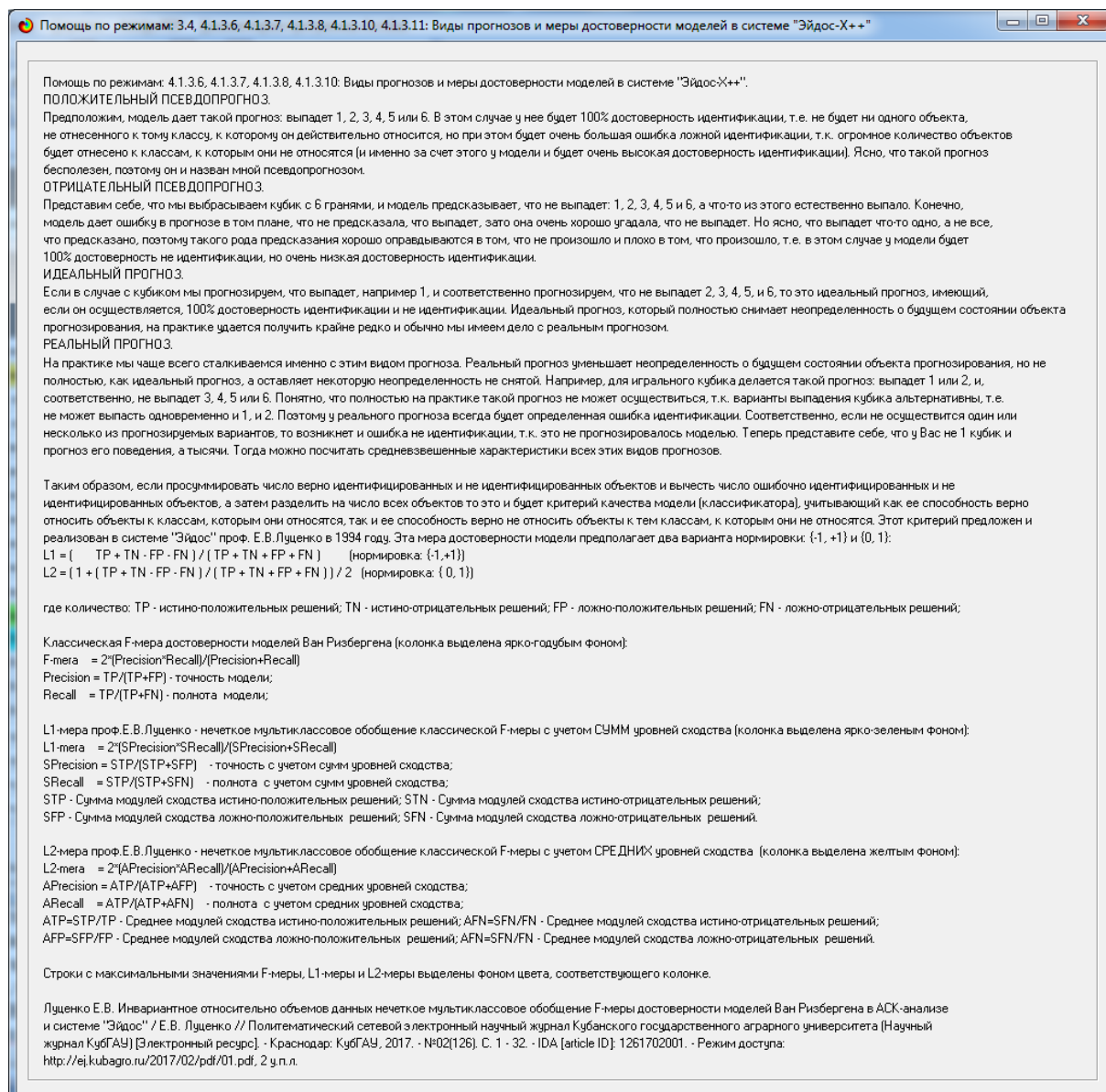


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергера и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко [3]

Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

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

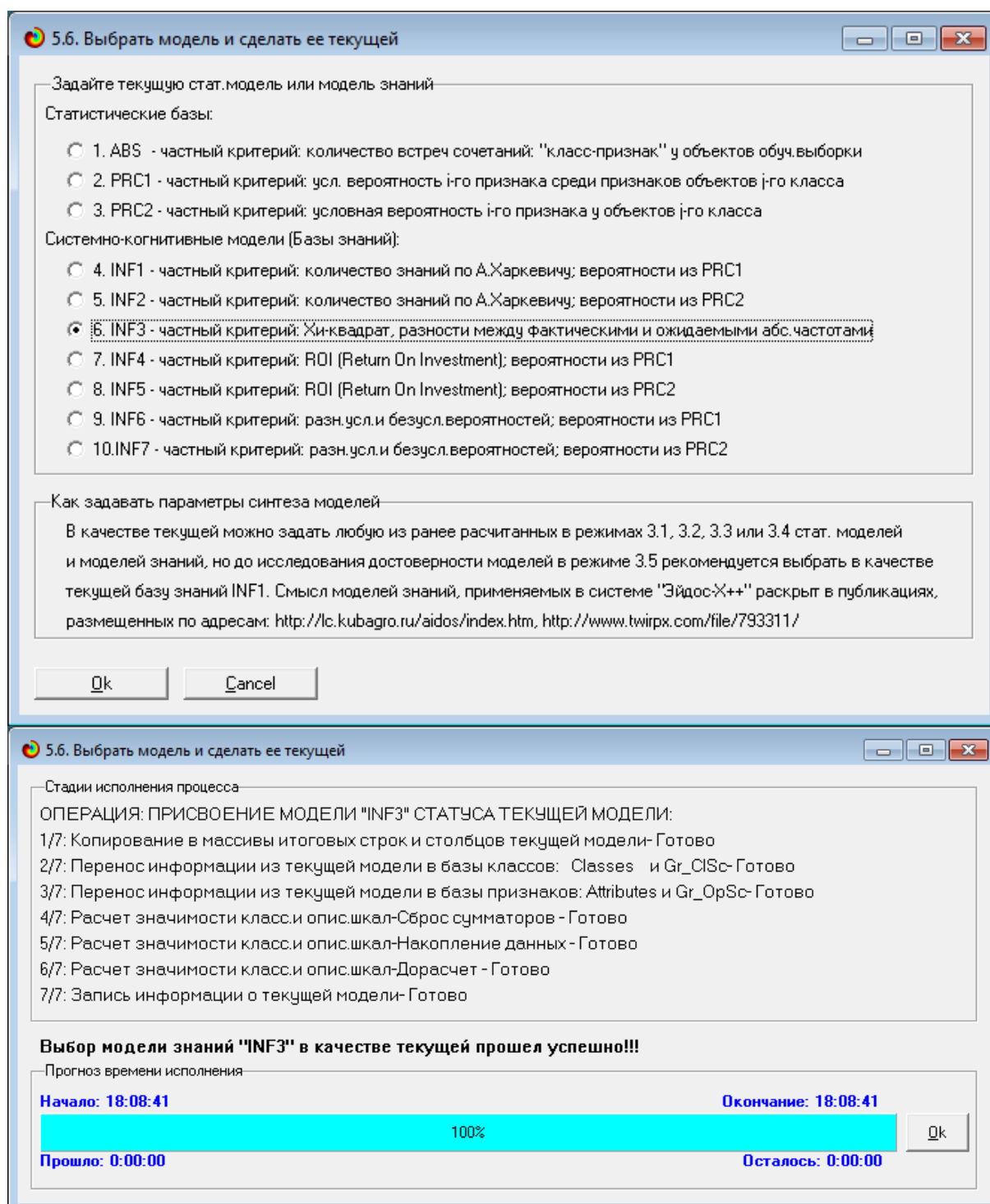


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной по L2-критерию СК-модели Inf3 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу прогнозирования результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU. Для этого запустим режим 4.1.2 (рисунок 12).

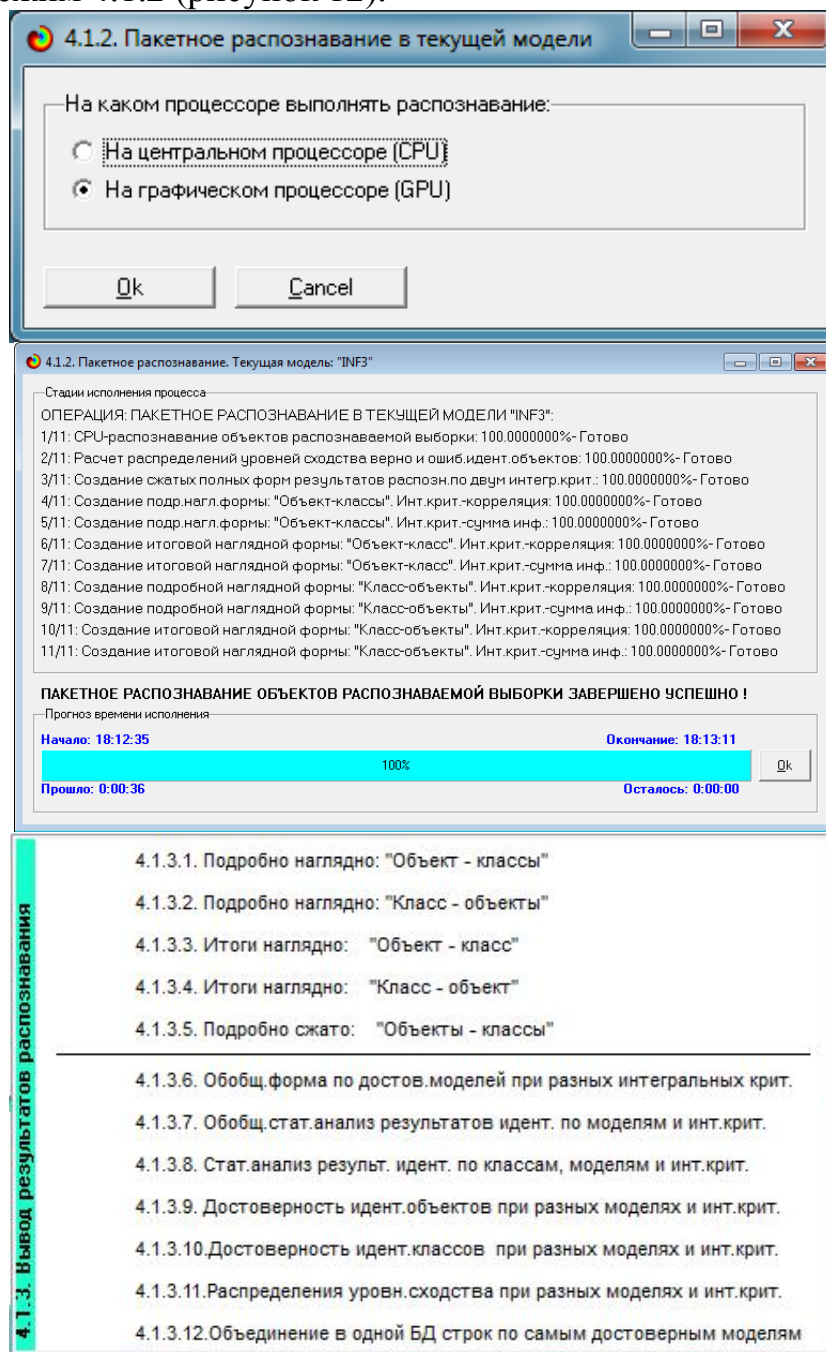


Рисунок 12. Экранные формы отображения процесса решения задачи прогнозирования в текущей модели

Из рисунка 11 видно, что прогнозирование заняло 36 секунд.

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

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

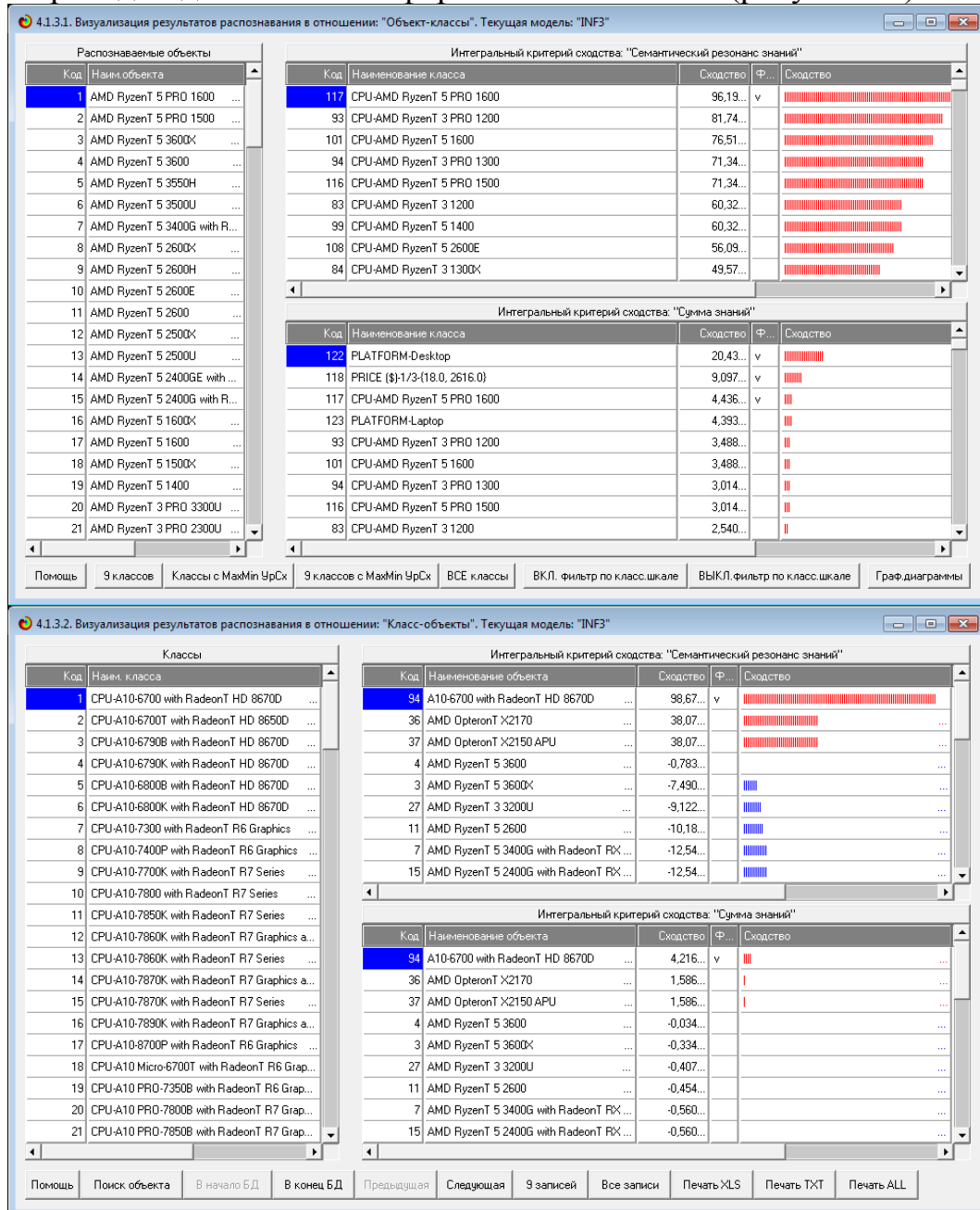


Рисунок 13. Выходные формы по результатам прогнозирования количественных и качественных и финансово-экономических результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD на основе их свойств

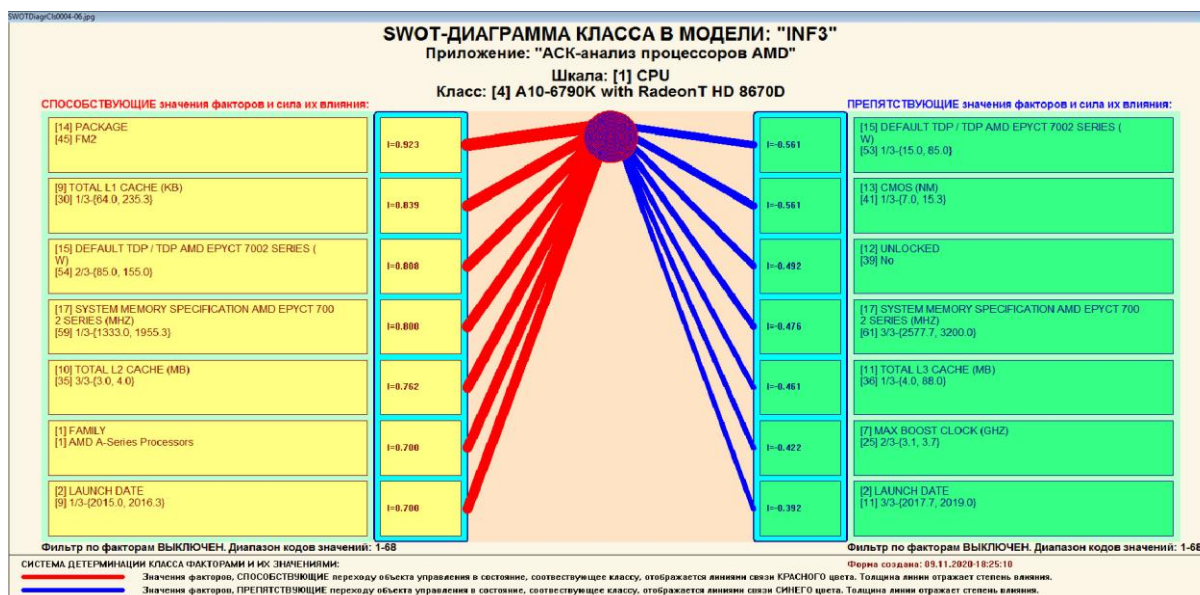
Символ «✓» стоит против тех результатов прогнозирования, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты прогнозирования являются очень хорошими, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства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

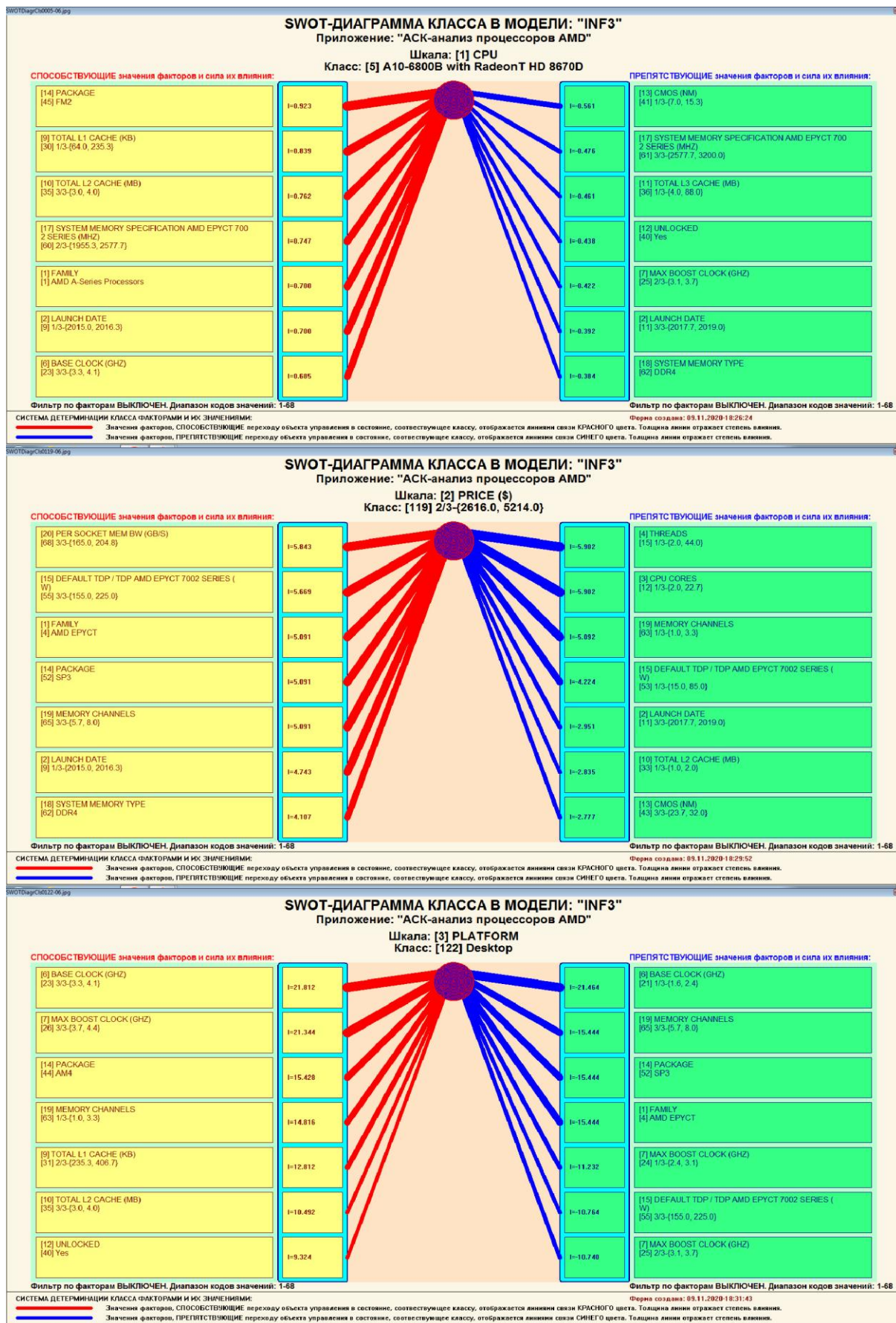
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)

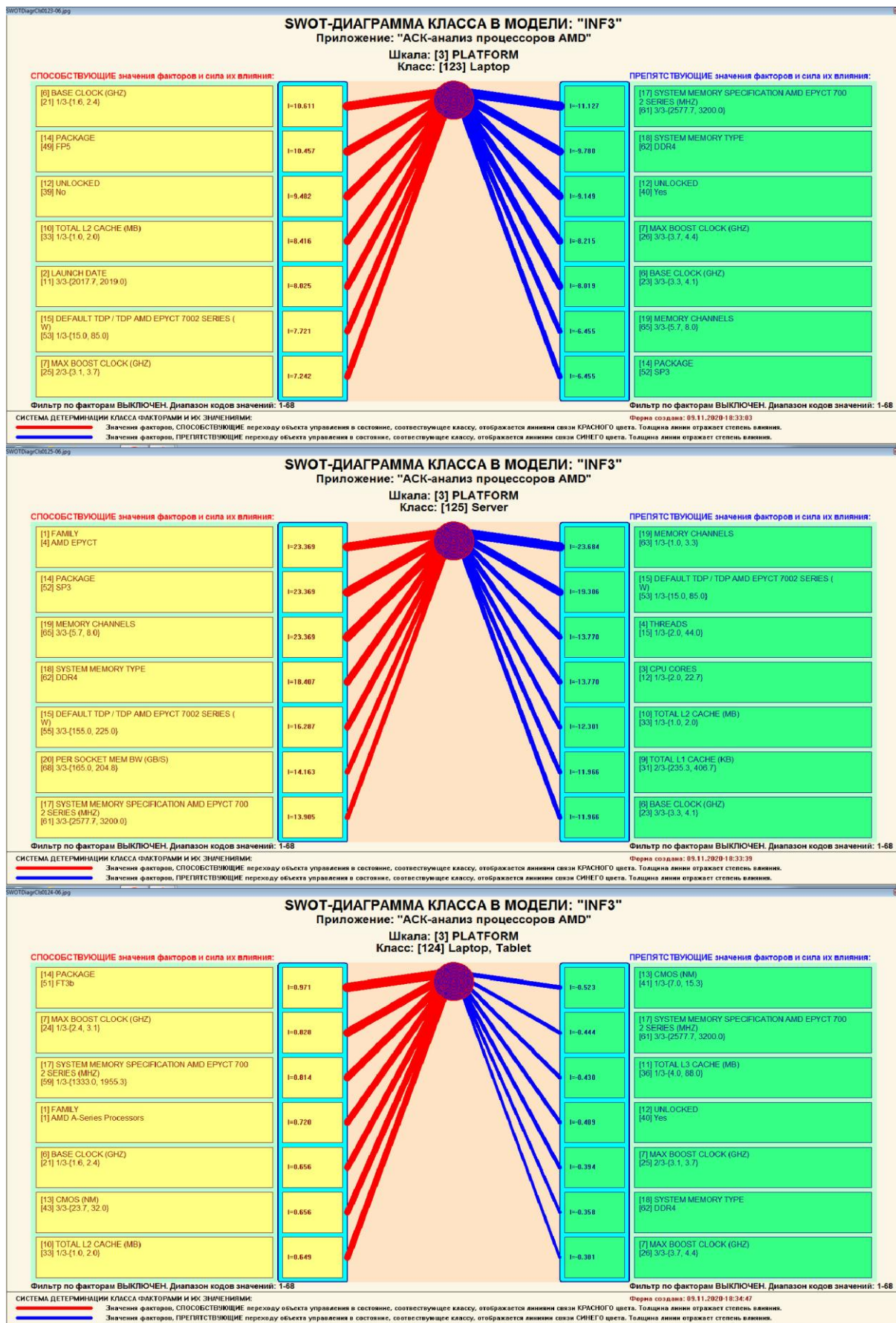
При принятии решений определяется сила и направление влияния факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути это решение задачи SWOT-анализа [4].

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния различных значений свойств процессоров AMD на получение различных количественных и качественных и финансово-экономических результатов их соотношения цена/качество.

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







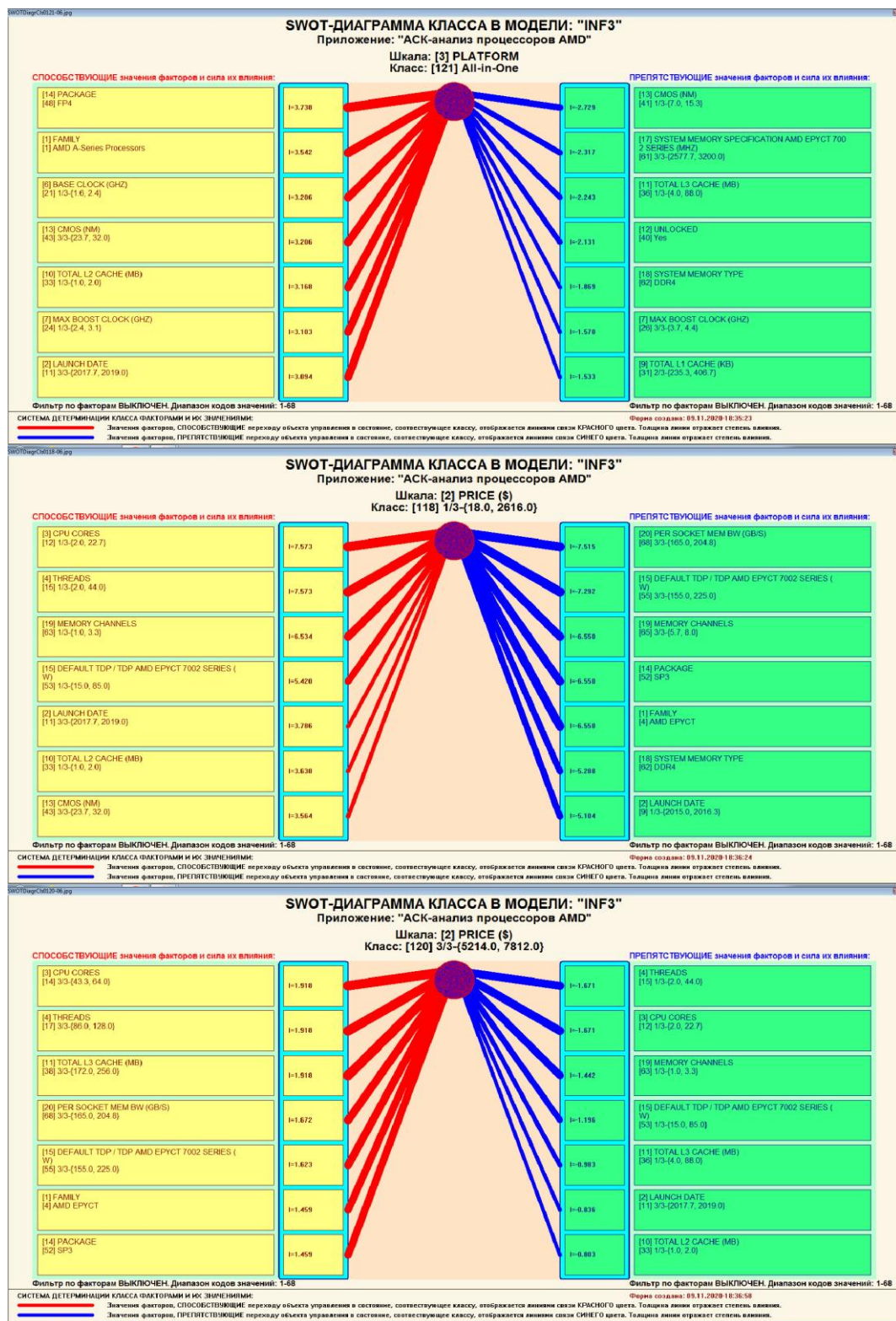


Рисунок 14. SWOT-диаграммы, отражающие силу и направление влияния различных значений свойств процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их соотношения цена/качество

Эти диаграммы наглядно показывают, какие значения различных свойств процессоров AMD с какой силой способствуют или препятствуют получению того или иного целевого результата соотношения цена/качество.

Информация о системе значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, может быть приведена не только в диаграммах, показанных на рисунках 14, но и во многих других табличных и графических формах, которые в данной работе не приводятся только из-за ограниченности ее объема. В частности в этих формах может быть выведена значительно более полная информация (в т.ч. вообще вся имеющая в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000003\System\SWOTcls####Inf3.DBF, где: «####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

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

У Т В Е Р Ж Д А Н

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

У Т В Е Р Ж Д А Н

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

А К Т

Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Дяко Г.А., Самсонов Г.А., Коренев В.И., Луценко Б.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Северо-Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие 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 расчеты по задаче в объеме:

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

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

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

От ИСИ АН СССР:

Мл. научный сотрудник
Кириченко М.М.
1987г.

Мл. научный сотрудник
Дяко Г.А.
1987г.

От СКФ ВНИИ "АИУС-агроресурсы":

Зав. отделом аэрокосмических и тематических исследований №4, к.э.н.
Самсонов Г.А.
1987г.

Главный конструктор проекта
Коренев В.И.
1987г.

Главный конструктор проекта
Луценко Б.В.
1987г.

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

На рисунке 15 приведены примеры инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных значений свойств процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их соотношения цена/качество:

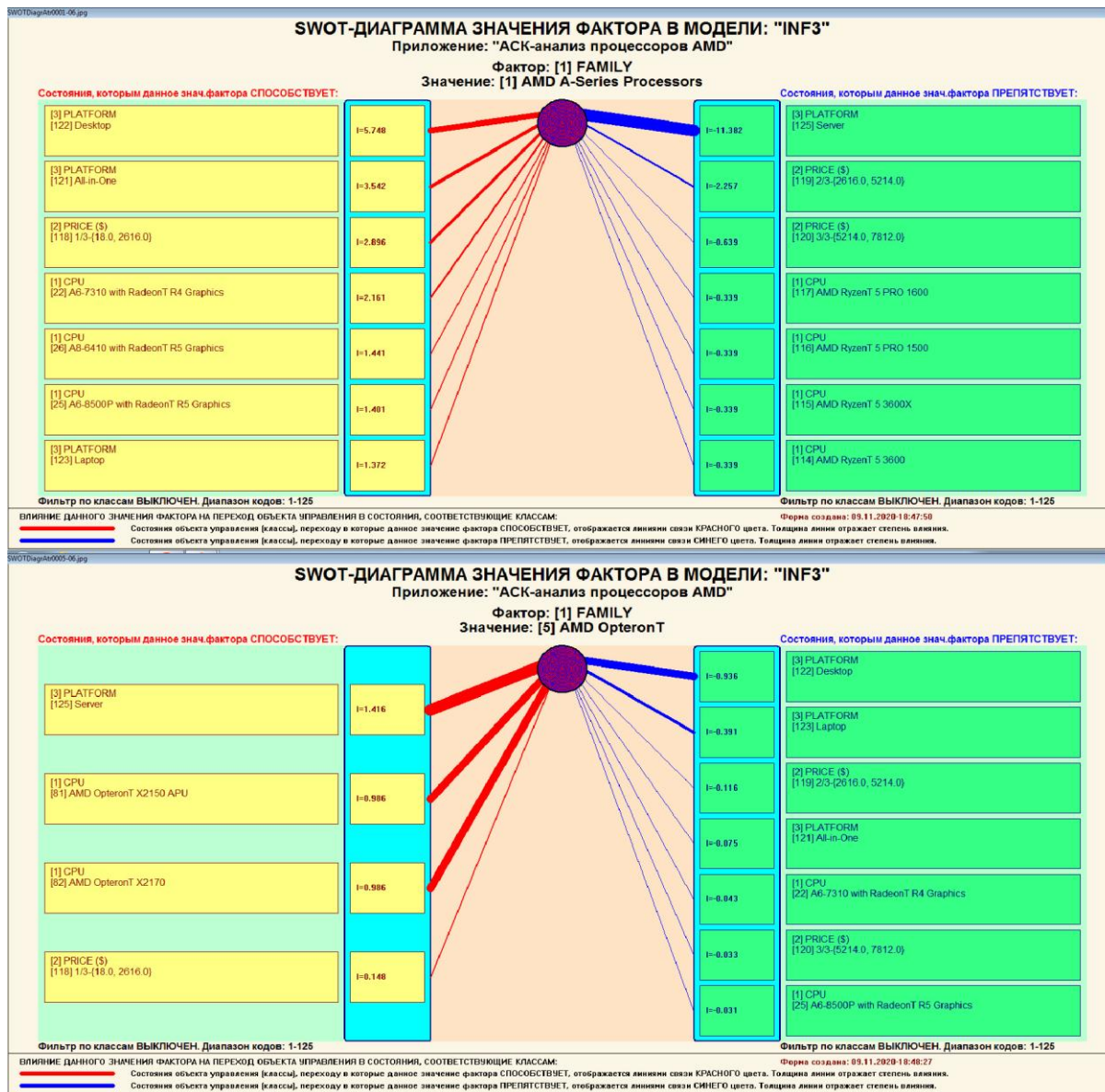


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных значений свойств процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их соотношения цена/качество

Из рисунка 15 видно, как характеристики процессоров AMD влияют на соотношения цена/качество.

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования.

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

Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

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

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

4.3.1. Когнитивные диаграммы классов

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

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

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

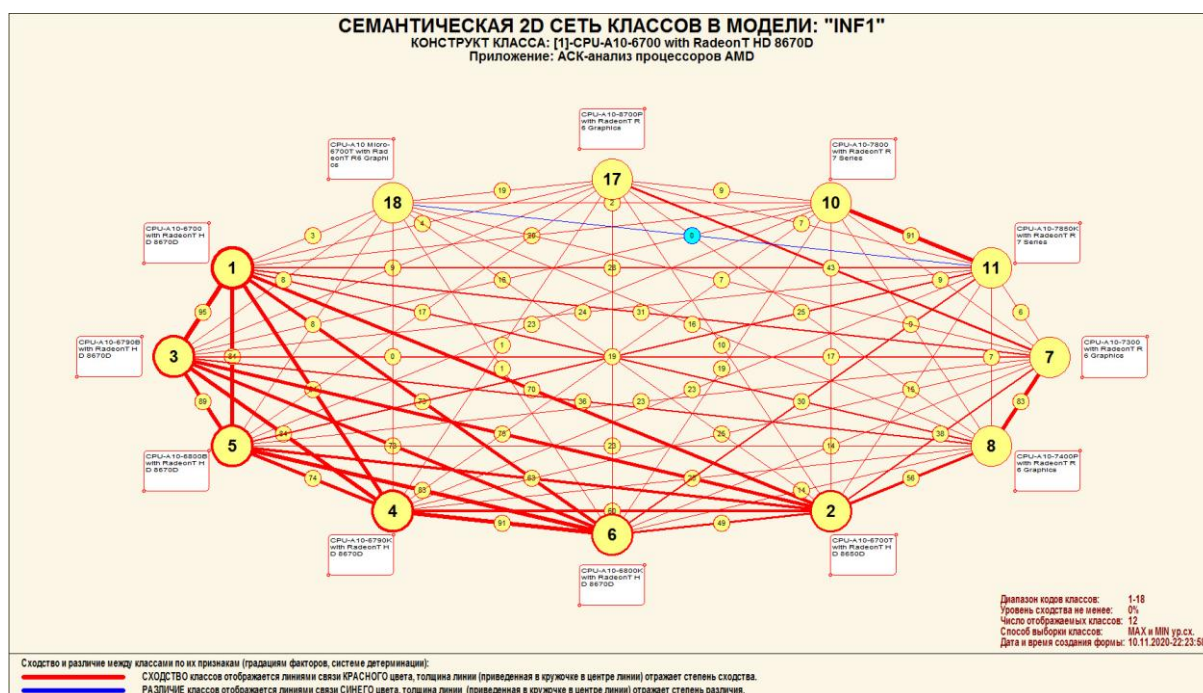


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходство/различие количественных, качественных и финансово-экономических результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD по системе детерминирующих (обуславливающих) их значений свойств процессоров AMD

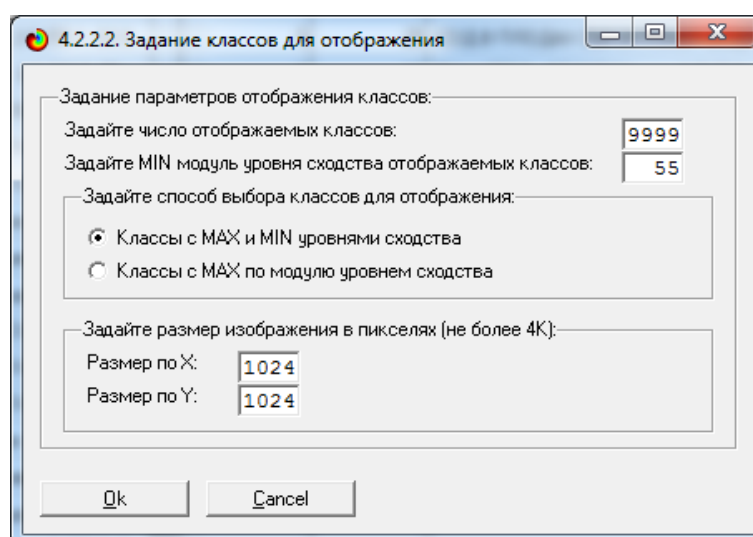


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

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

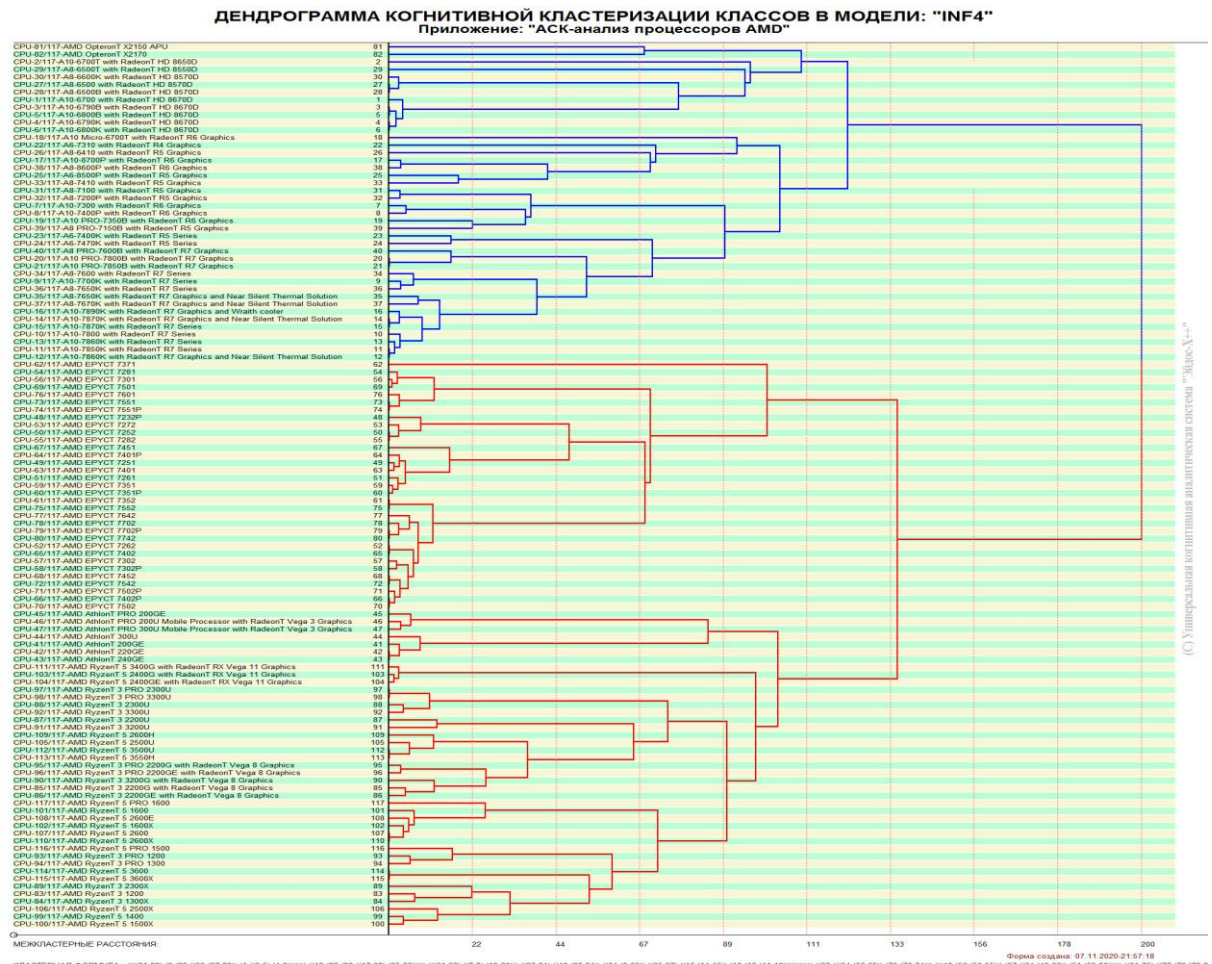


Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации классов, отражающая сходство/различие количественных, качественных и финансово-экономических результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD по системе детерминирующих (обуславливающих) их значений свойств процессоров AMD

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые количественных, качественных и финансово-экономических результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD сходны по детерминирующей их системе значений свойств, и, следовательно, корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по этой системе свойств сильно отличаются, и, следовательно, являются

взаимоисключающими, т.е. альтернативными и цель их одновременного достижения является некорректной и недостижимой, т.к. для достижения одного из альтернативных результатов необходимы одни свойства процессоров AMD, 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 результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD образуют два противоположных кластера по системе значений обуславливающих их свойств, являющихся полюсами конструкта. В верхнем кластере объединены результаты с низкими количественными и высокими качественными результатами, а в нижнем – с высокими количественными и низкими качественными результатами. Из этого можно сделать вывод о том, что высокая продаваемость получается фактически за счет снижения качества самих процессоров AMD. Отметим, что аналогичная картина наблюдается и по другими процессорам. Высокие финансово-экономические показатели по системе детерминирующих их факторов сходны с высокими количественными результатами и низкими качественными, т.е. высокие прибыль и рентабельность обуславливаются в основном большим количеством продукции, а не ее высоким качеством.

На рисунке 19 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

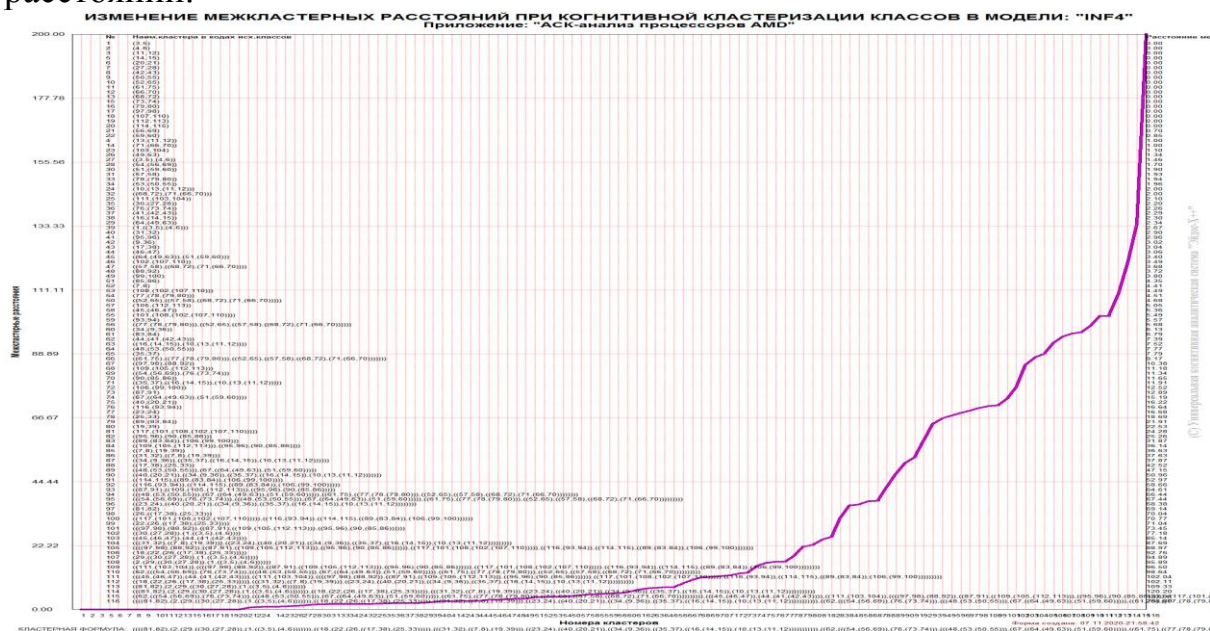


Рисунок 19. График изменения межкластерных расстояний

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений свойств процессоров AMD по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о количественных, качественных и финансово-экономических результатах

цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD с этими свойствами. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 20).

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

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

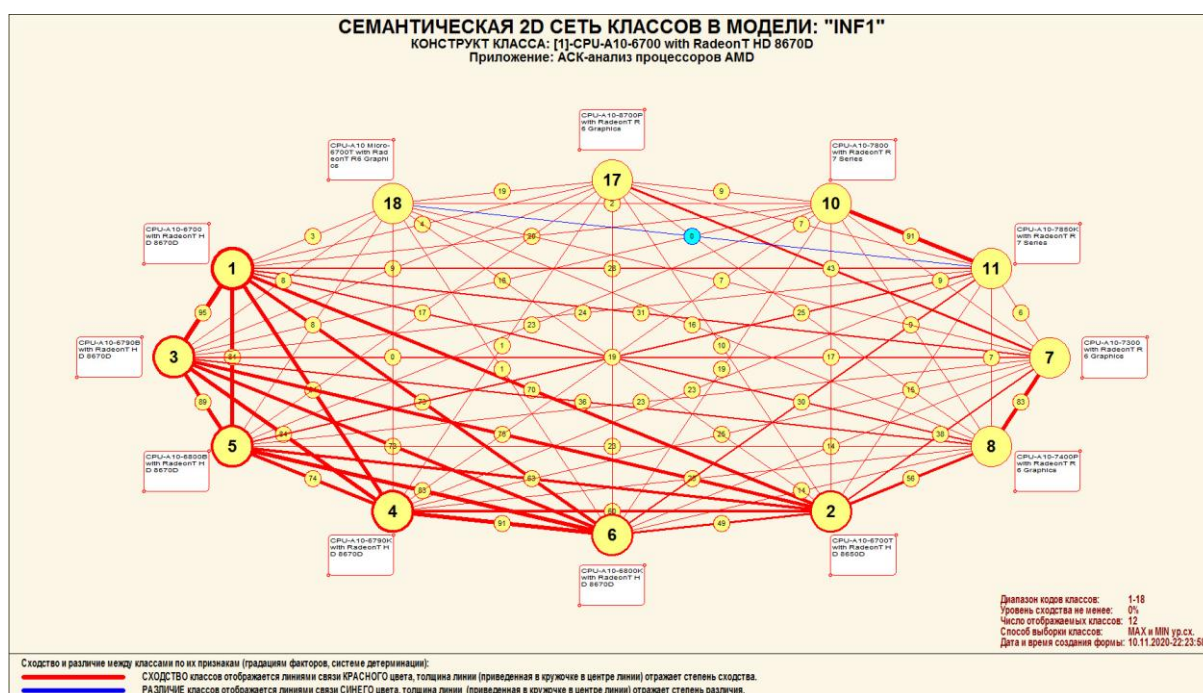


Рисунок 20. Когнитивная диаграмма и конструктор значений схождения/различия свойств процессоров AMD по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о количественных, качественных и финансово-экономических результатах цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD с этими свойствами

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

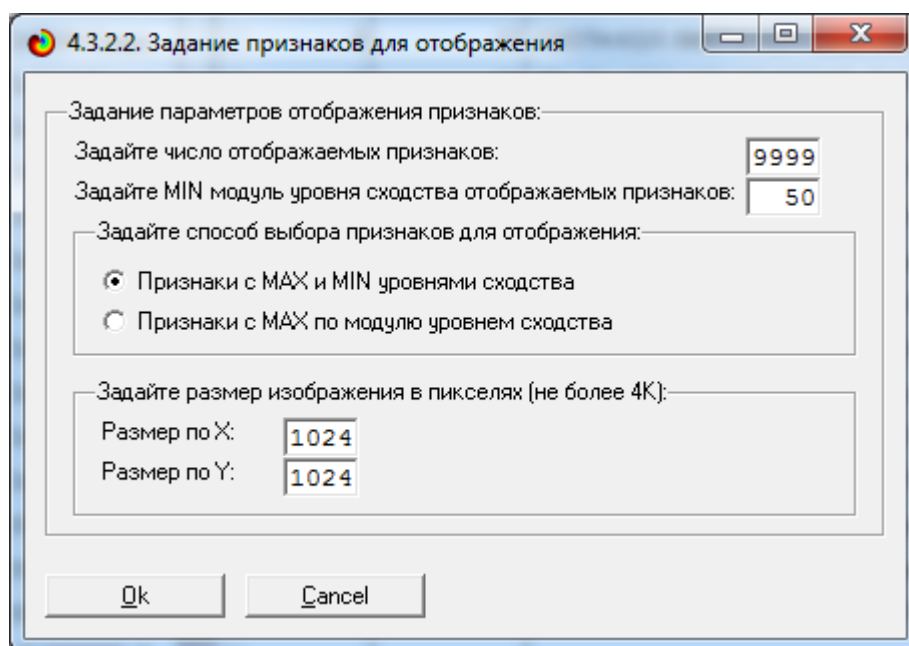


Рисунок 21. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 23

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 22 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 20.

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 значений свойств процессоров AMD по детерминируемым ими количественным, качественным и финансово-экономическим результатам цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD. *Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 22) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 16 и 28).*

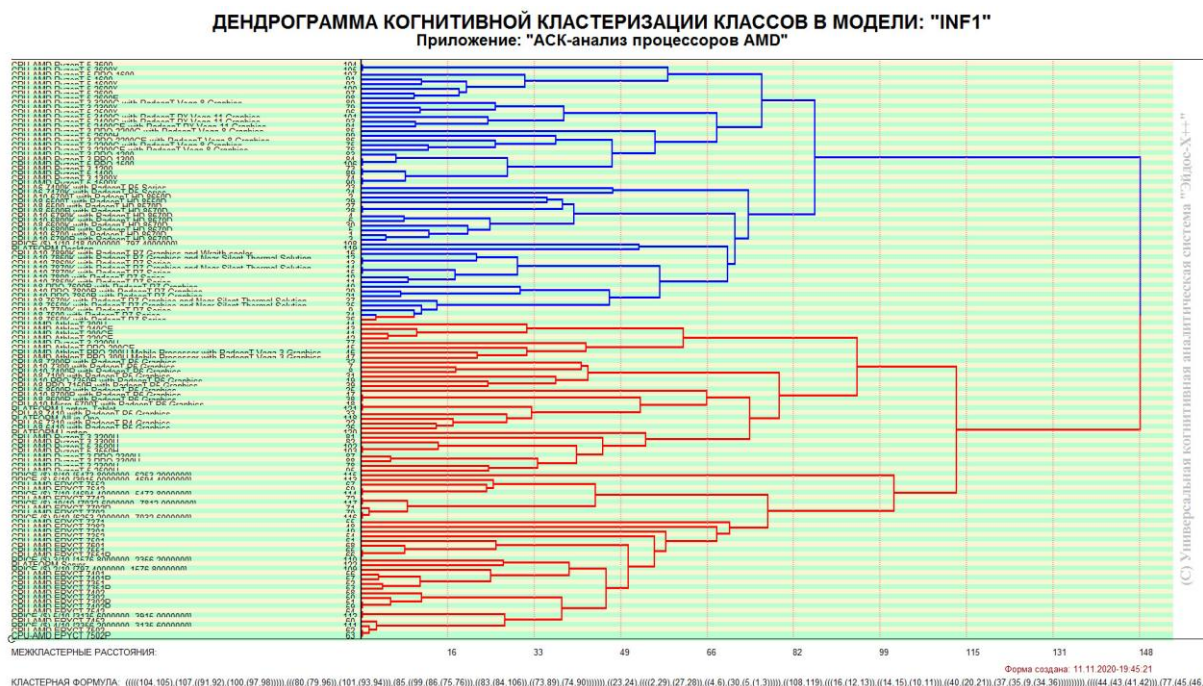


Рисунок 22. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации свойств процессоров AMD по их смыслу, т.е. по сходству/различию содержащейся в них информации о количественных, качественных и финансово-экономических результатах цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD с этими свойствами

На рисунке 23 приведен график межкластерных расстояний значений свойств процессоров AMD.

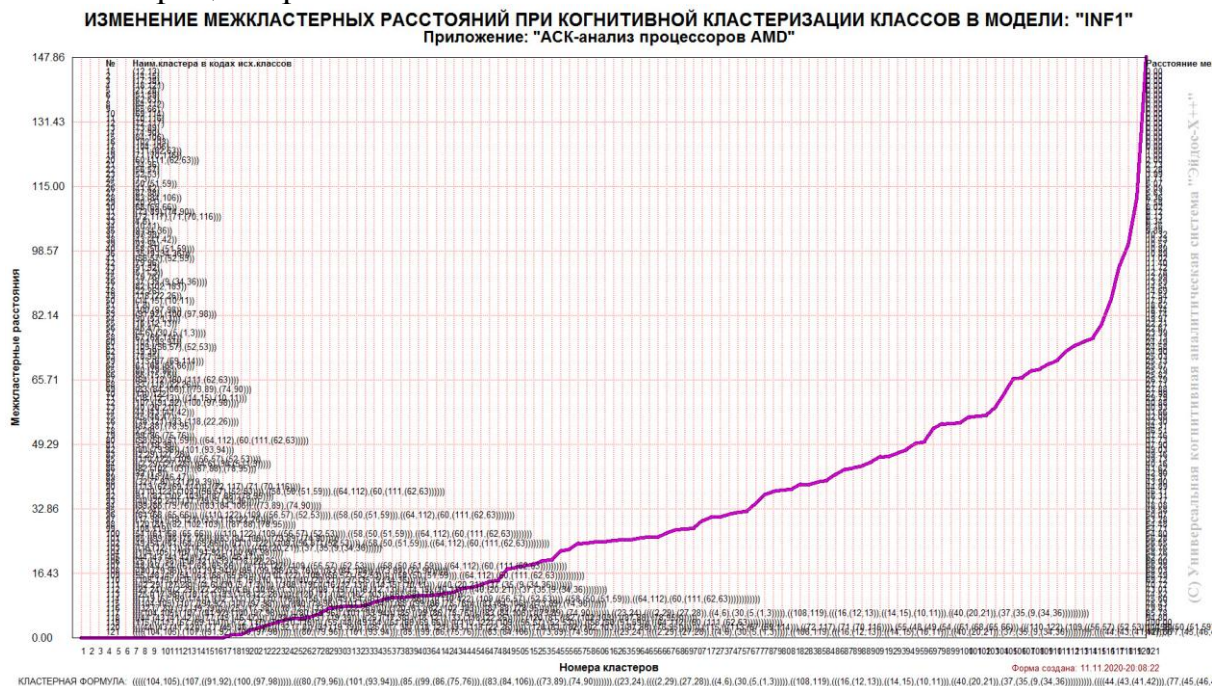


Рисунок 23. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

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

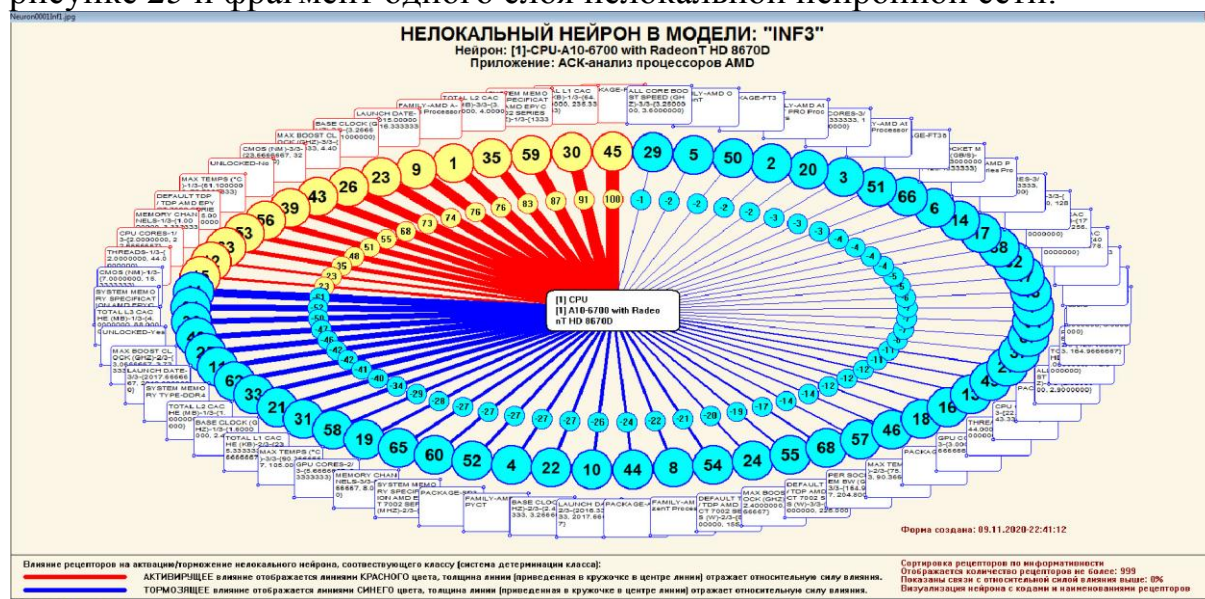


Рисунок 24. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния свойств процессоров AMD на один из результатов их соотношения цена/качество

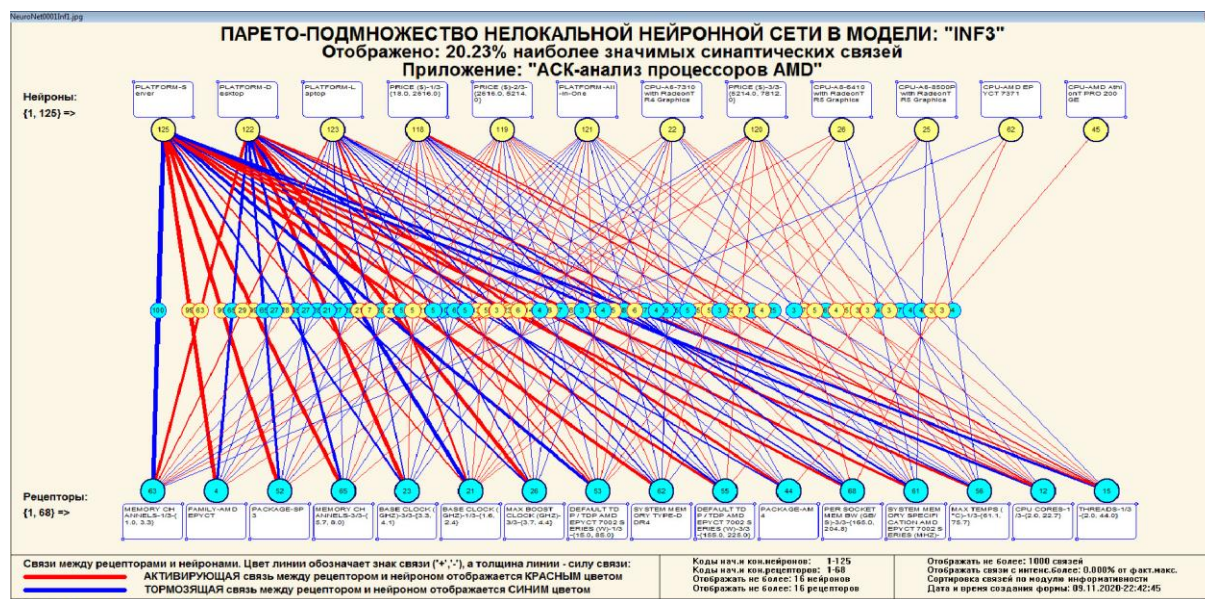


Рисунок 25. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния свойств процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD (фрагмент около 30%)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют количественным, качественным и финансово-

экономическим результатам цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD, а рецепторы – различным обуславливающим эти результаты свойствам процессоров AMD. Нейроны расположены слева на право в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их факторами, а с права – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к *нечетким декларативным* гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой [6] и фреймовой моделей представления знаний [11]. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам). От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность. От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что [6]: 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети); 2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации; 3) нейросеть является нелокальной, как сейчас говорят «полносвязной».

4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты

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

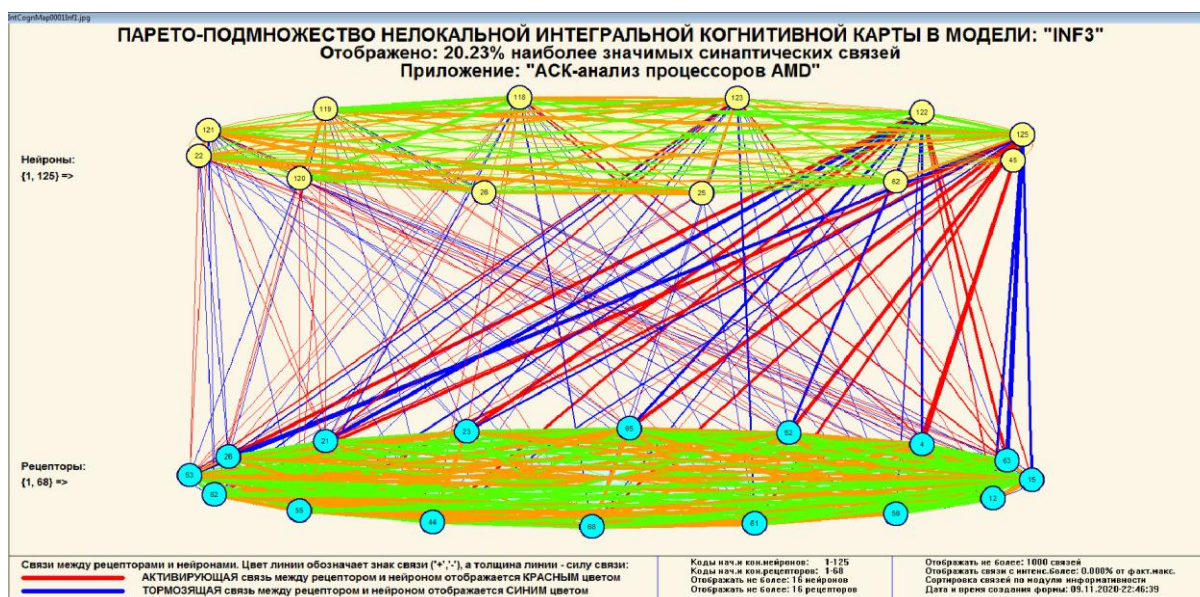


Рисунок 26. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.7. Когнитивные функции

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

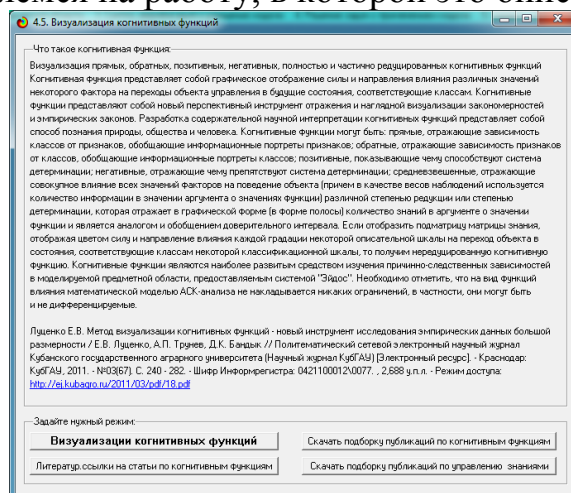
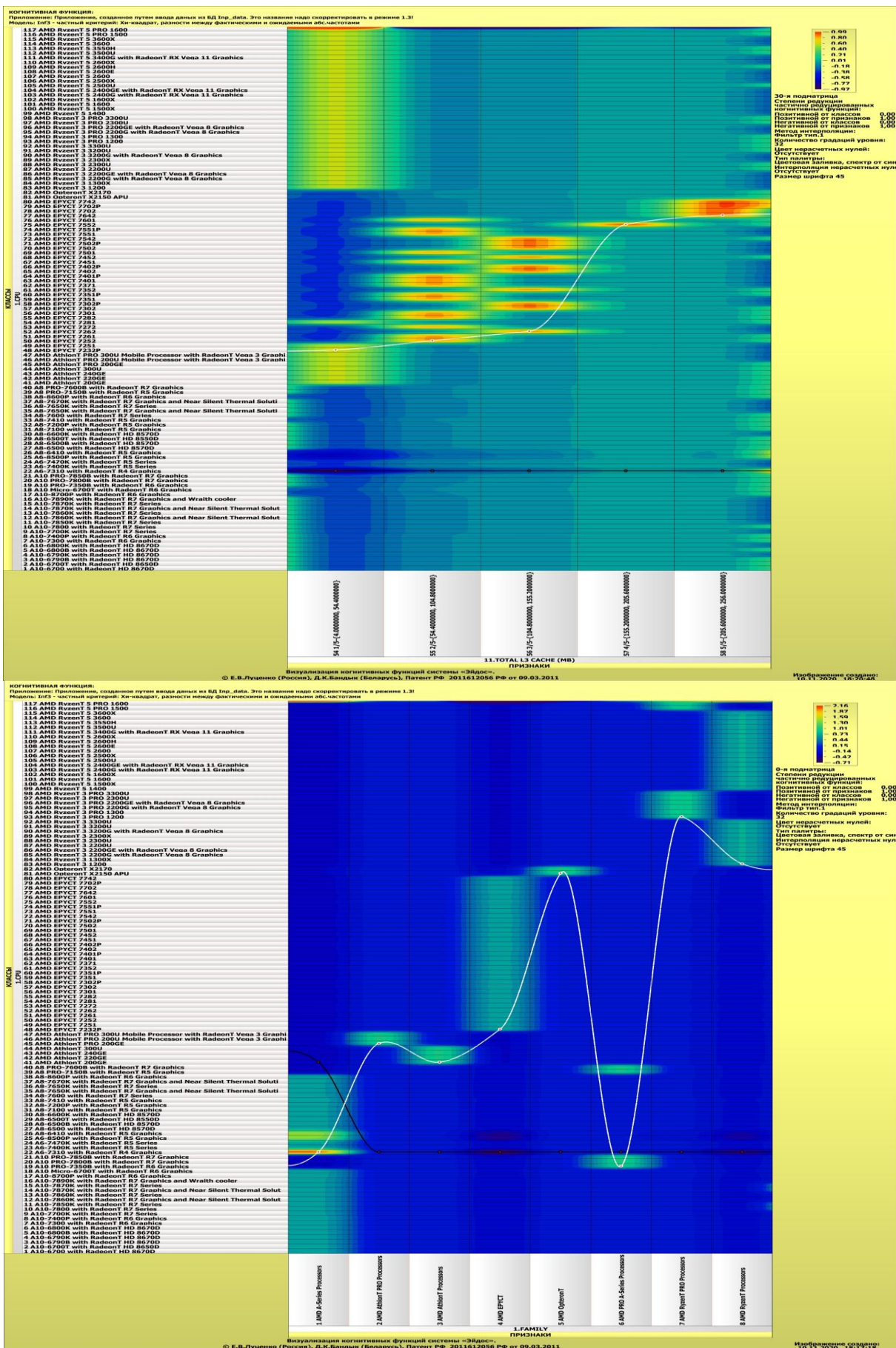
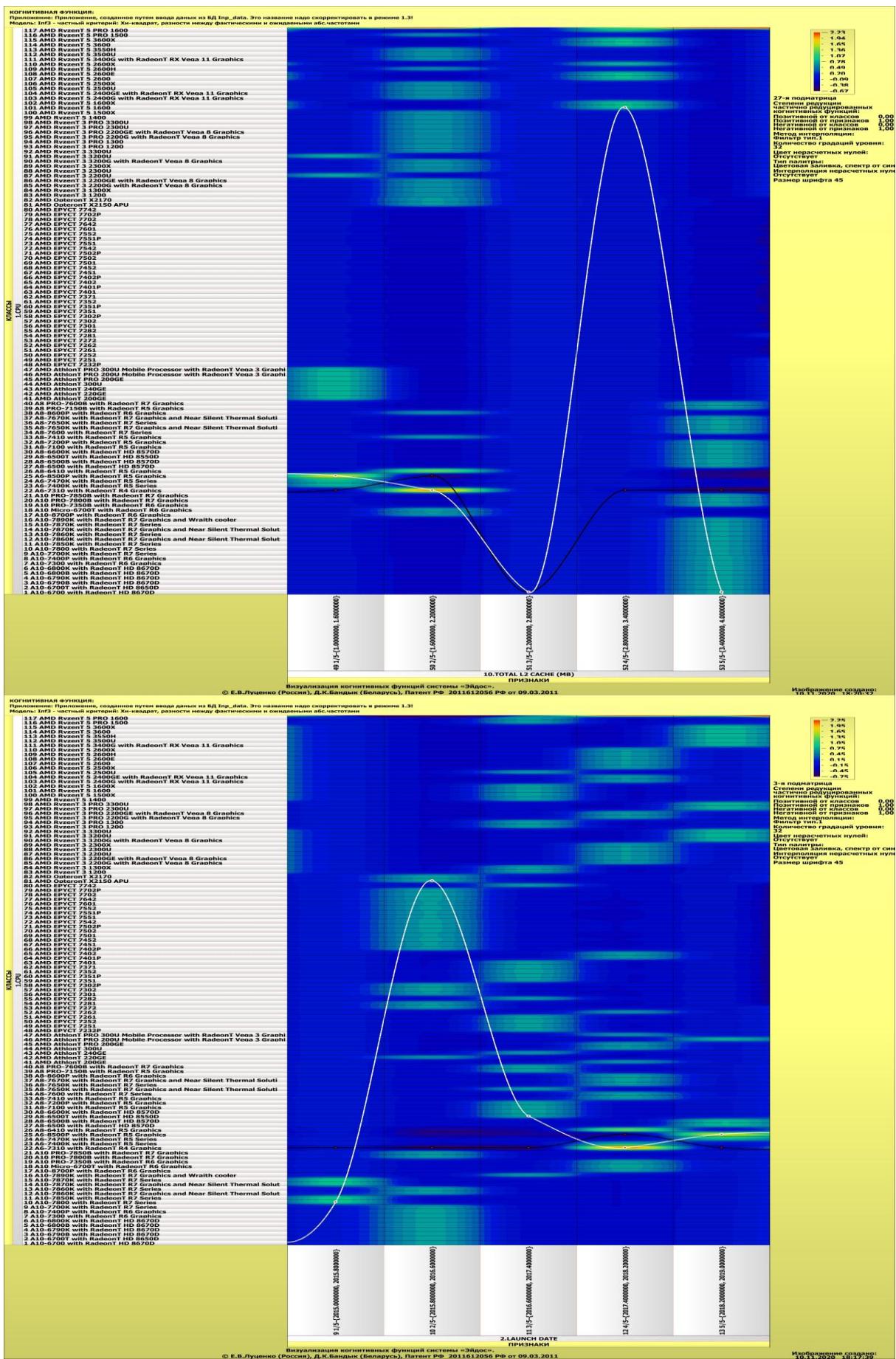


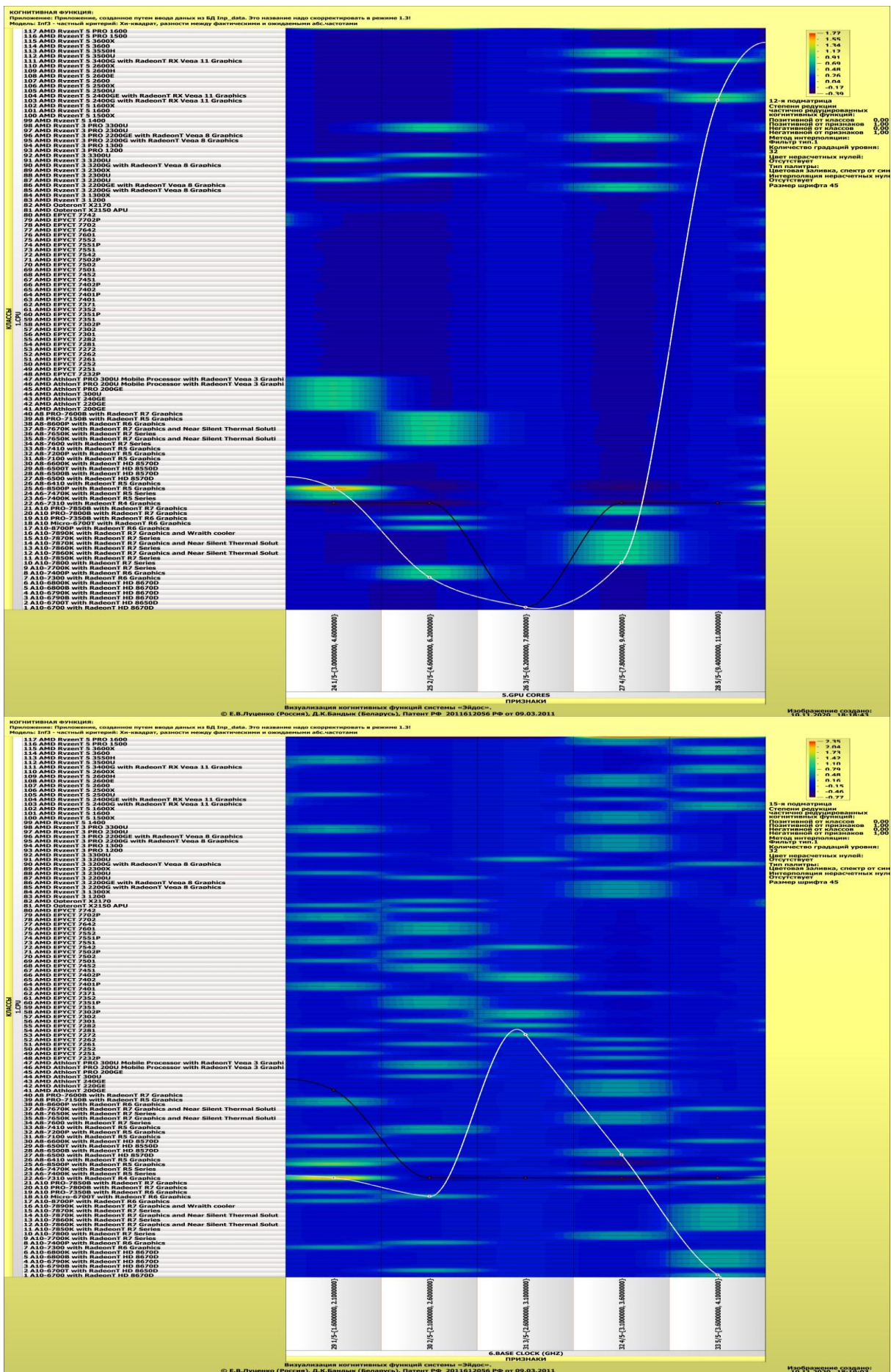
Рисунок 27. Help режима визуализации когнитивных функций

На рисунках 28³ приведены примеры некоторых когнитивных функций, наглядно отражающих силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных свойств процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD.

³ При увеличении масштаба просмотра когнитивные функции вполне читабельны







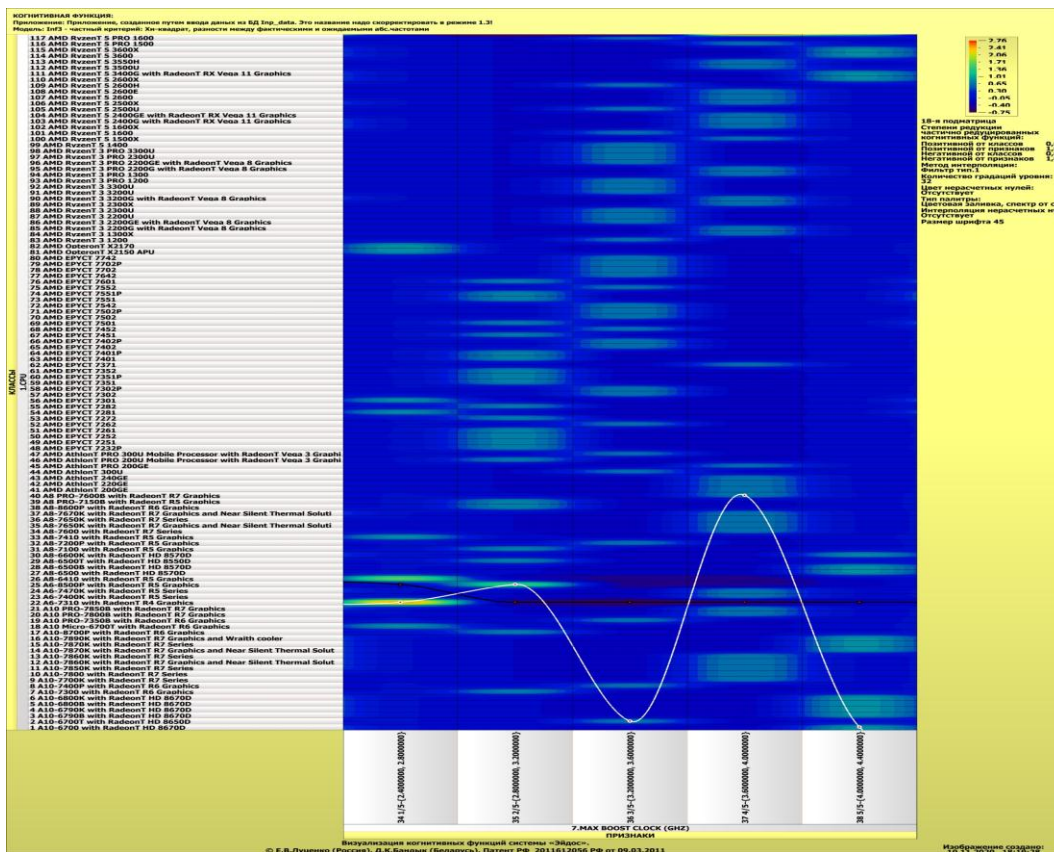


Рисунок 28. Примеры когнитивных функций, отражающих силу и направление влияния свойств процессоров AMD на количественные, качественные и финансово-экономические результаты их цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD

Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. 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; негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации; средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем в качестве весов наблюдений используется количество информации в значении аргумента о значениях функции) различной степенью редукции

или степенью детерминации, которая отражает в графической форме (в форме полосы) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала. Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию. Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос". Необходимо отметить, что на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

4.3.8. Сила и направление влияния значений факторов и сила влияния самих факторов на результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD

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

Строки матриц моделей соответствуют значениям факторов, т.е. степени выраженности различных свойств процессоров AMD (градации описательных шкал).

Колонки матриц моделей соответствуют различным классам, отражающим различные количественные, качественные и финансово-экономические результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD (градации классификационных шкал).

Числовые значения в ячейках матриц моделей, находящихся на пересечении строк и колонок, отражают направление (знак) и силу влияния конкретного значения свойства процессора AMD, соответствующего строке, на получение конкретного результата соотношения цена/качество, соответствующего колонке.

Если какое-то значение свойства процессоров AMD слабо влияет на результаты их соотношения цена/качество, то в соответствующей строке матрицы модели будут малые по модулю значения разных знаков, если же влияние сильное – то и значения будут большие по модулю разных знаков.

Если значение свойства процессоров AMD способствует получению некоторого определенного результата их соотношения цена/качество, то в соответствующей этому результату ячейке матрицы модели будут положительные значения, если же понижает – то и значения будут отрицательные.

Из этого понятно, что суммарную силу влияния того или иного значения свойства процессоров AMD на результаты их соотношения цена/качества (т.е. ценность данного значения свойства для решения задачи прогнозирования и других задач) можно количественно оценивать *степенью варибельности значений* в строке матрицы модели, соответствующей этому значению свойства.

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

Самая правая колонка в матрицах моделей на рисунках 5, 6, 7 содержит количественную оценку вариабельности значений строки модели (среднеквадратичное отклонение), которая и представляет собой ценность значения свойства, соответствующего строке, для решения задач прогнозирования результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD и решения других задач, рассмотренных в работе.

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

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

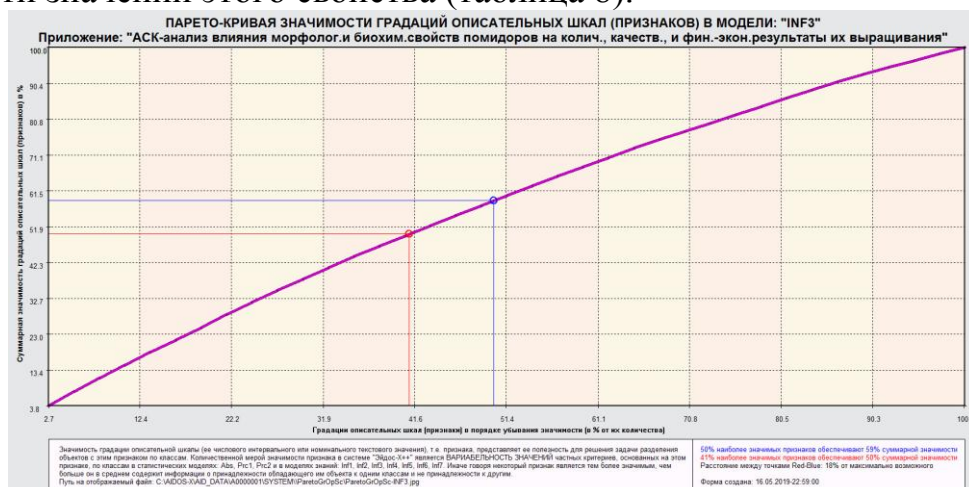


Рисунок 29. Парето-кривая значимости градаций описательных шкал

Таблица 7 – Парето-таблица значимости градаций описательных шкал,
т.е. сила влияния значений свойств процессоров AMD
на количественные, качественные и финансово-экономические
результаты их цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих
процессоров AMD в СК-модели INF3

NU M	KOD_ ATR	NAME_ATR	KOD_ OPS C	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	63	MEMORY CHANNELS-1/3-{1.0000000, 3.3333333}	19	3,5671641	3,5671641
2	4	FAMILY-AMD EPYCT	1	3,5603502	7,1275144
3	52	PACKAGE-SP3	14	3,5603502	10,6878646
4	65	MEMORY CHANNELS-3/3-{5.6666667, 8.0000000}	19	3,5603502	14,2482148
5	23	BASE CLOCK (GHZ)-3/3-{3.2666667, 4.1000000}	6	3,1638093	17,4120241
6	26	MAX BOOST CLOCK (GHZ)-3/3-{3.7333333, 4.4000000}	7	3,0932686	20,5052928
7	21	BASE CLOCK (GHZ)-1/3-{1.6000000, 2.4333333}	6	3,0460685	23,5513613
8	53	DEFAULT TDP / TDP AMD EPYCT 7002 SERIES (W)-1/3-{15.0000000, 85.0000000}	15	2,8613863	26,4127476
9	62	SYSTEM MEMORY TYPE-DDR4	18	2,7601291	29,1728767
10	55	DEFAULT TDP / TDP AMD EPYCT 7002 SERIES (W)-3/3-{155.0000000, 225.0000000}	15	2,6432617	31,8161384
11	68	PER SOCKET MEM BW (GB/S)-3/3-{164.9666667, 204.8000000}	20	2,3853996	34,2015380
12	12	CPU CORES-1/3-{2.0000000, 22.6666667}	3	2,3088445	36,5103825
13	15	THREADS-1/3-{2.0000000, 44.0000000}	4	2,3088445	38,8192270
14	61	SYSTEM MEMORY SPECIFICATION AMD EPYCT 7002 SERIES (MHZ)-3/3-{2577.6666667, 3200.0000000}	17	2,2989363	41,1181633
15	44	PACKAGE-AM4	14	2,2617332	43,3798964
16	31	TOTAL L1 CACHE (KB)-2/3-{235.3333333, 406.6666667}	9	2,2025665	45,5824629
17	56	MAX TEMPS (°C)-1/3-{61.1000000, 75.7333333}	16	2,1906355	47,7730984
18	33	TOTAL L2 CACHE (MB)-1/3-{1.0000000, 2.0000000}	10	1,9874448	49,7605432
19	11	LAUNCH DATE-3/3-{2017.6666667, 2019.0000000}	2	1,9355726	51,6961157
20	25	MAX BOOST CLOCK (GHZ)-2/3-{3.0666667, 3.7333333}	7	1,9058191	53,6019348
21	39	UNLOCKED-No	12	1,8073493	55,4092841
22	35	TOTAL L2 CACHE (MB)-3/3-{3.0000000, 4.0000000}	10	1,7631685	57,1724526
23	58	MAX TEMPS (°C)-3/3-{90.3666667, 105.0000000}	16	1,7618295	58,9342821
24	1	FAMILY-AMD A-Series Processors	1	1,7559681	60,6902502
25	40	UNLOCKED-Yes	12	1,7055207	62,3957709
26	9	LAUNCH DATE-1/3-{2015.0000000, 2016.3333333}	2	1,6892175	64,0849884
27	24	MAX BOOST CLOCK (GHZ)-1/3-{2.4000000, 3.0666667}	7	1,6811114	65,7660998
28	43	CMOS (NM)-3/3-{23.6666667, 32.0000000}	13	1,6176630	67,3837628
29	13	CPU CORES-2/3-{22.6666667, 43.3333333}	3	1,5739834	68,9577462
30	16	THREADS-2/3-{44.0000000, 86.0000000}	4	1,5739834	70,5317296
31	19	GPU CORES-2/3-{5.6666667, 8.3333333}	5	1,5721736	72,1039033
32	41	CMOS (NM)-1/3-{7.0000000, 15.3333333}	13	1,5711420	73,6750453
33	49	PACKAGE-FP5	14	1,5462219	75,2212671
34	60	SYSTEM MEMORY SPECIFICATION AMD EPYCT 7002 SERIES (MHZ)-2/3-{1955.3333333, 2577.6666667}	17	1,4201261	76,6413932
35	27	ALL CORE BOOST SPEED (GHZ)-1/3-{2.5500000, 2.9000000}	8	1,3871907	78,0285839
36	8	FAMILY-AMD RyzenT Processors	1	1,3788127	79,4073967
37	46	PACKAGE-FM2+	14	1,3633649	80,7707616
38	59	SYSTEM MEMORY SPECIFICATION AMD EPYCT 7002 SERIES (MHZ)-1/3-{1333.0000000, 1955.3333333}	17	1,2577867	82,0285482
39	30	TOTAL L1 CACHE (KB)-1/3-{64.0000000, 235.3333333}	9	1,2365317	83,2650799
40	37	TOTAL L3 CACHE (MB)-2/3-{88.0000000, 172.0000000}	11	1,1496640	84,4147439
41	67	PER SOCKET MEM BW (GB/S)-2/3-{125.1333333, 164.9666667}	20	0,9847677	85,3995117
42	18	GPU CORES-1/3-{3.0000000, 5.6666667}	5	0,9293160	86,3288277
43	14	CPU CORES-3/3-{43.3333333, 64.0000000}	3	0,8790289	87,2078566
44	17	THREADS-3/3-{86.0000000, 128.0000000}	4	0,8790289	88,0868855
45	38	TOTAL L3 CACHE (MB)-3/3-{172.0000000, 256.0000000}	11	0,8790289	88,9659144
46	36	TOTAL L3 CACHE (MB)-1/3-{4.0000000, 88.0000000}	11	0,8788265	89,8447409
47	22	BASE CLOCK (GHZ)-2/3-{2.4333333, 3.2666667}	6	0,8696442	90,7143851
48	57	MAX TEMPS (°C)-2/3-{75.7333333, 90.3666667}	16	0,8665364	91,5809215
49	45	PACKAGE-FM2	14	0,8372809	92,4182024
50	54	DEFAULT TDP / TDP AMD EPYCT 7002 SERIES (W)-2/3-{85.0000000, 155.0000000}	15	0,7793884	93,1975908
51	48	PACKAGE-FP4	14	0,7601250	93,9577158
52	47	PACKAGE-FP3	14	0,7447561	94,7024719
53	10	LAUNCH DATE-2/3-{2016.3333333, 2017.6666667}	2	0,7429279	95,4453999

54	34	TOTAL L2 CACHE (MB)-2/3-{2.0000000, 3.0000000}	10	0,6847166	96,1301164
55	32	TOTAL L1 CACHE (KB)-3/3-{406.6666667, 578.0000000}	9	0,5332158	96,6633322
56	7	FAMILY-AMD RyzenT PRO Processors	1	0,5088851	97,1722173
57	66	PER SOCKET MEM BW (GB/S)-1/3-{85.3000000, 125.1333333}	20	0,4714873	97,6437046
58	51	PACKAGE-FT3b	14	0,4360329	98,0797375
59	6	FAMILY-AMD PRO A-Series Processors	1	0,3456535	98,4253910
60	3	FAMILY-AMD AthlonT Processors	1	0,3036538	98,7290448
61	20	GPU CORES-3/3-{8.3333333, 11.0000000}	5	0,3027841	99,0318288
62	2	FAMILY-AMD AthlonT PRO Processors	1	0,2857225	99,3175514
63	5	FAMILY-AMD OpteronT	1	0,2634765	99,5810279
64	50	PACKAGE-FT3	14	0,2634765	99,8445043
65	29	ALL CORE BOOST SPEED (GHZ)-3/3-{3.2500000, 3.6000000}	8	0,1554957	100,0000000
66	28	ALL CORE BOOST SPEED (GHZ)-2/3-{2.9000000, 3.2500000}	8	0,0000000	100,0000000
67	42	CMOS (NM)-2/3-{15.3333333, 23.6666667}	13	0,0000000	100,0000000
68	64	MEMORY CHANNELS-2/3-{3.3333333, 5.6666667}	19	0,0000000	100,0000000

Таблица 8 – Парето-таблица значимости описательных шкал,
т.е. сила влияния свойств процессоров их соотношение цена/качество
в СК-модели INF3

NUM	KOD_CLSC	NAME_CLSC	ZNACH_PRC	ZN_PRCNIT
1	3	PLATFORM	64,7450137	64,7450137
2	2	PRICE (\$)	30,2244037	94,9694174
3	1	CPU	5.0305826	100.0000000

Из таблицы 8 видно, что наиболее сильное влияние на то, какими будут количественные, качественные и финансово-экономические результаты цены процессоров AMD.

4.3.9. Степень детерминированности результатов цены процессоров AMD, типов процессоров AMD и самих процессоров AMD значениями обуславливающих их факторов

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается *степенью варибельности значений* описательных шкал в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (таблица 9). На рисунке 30 мы видим Парето-кривую степени детерминированности классов нарастающим итогом.

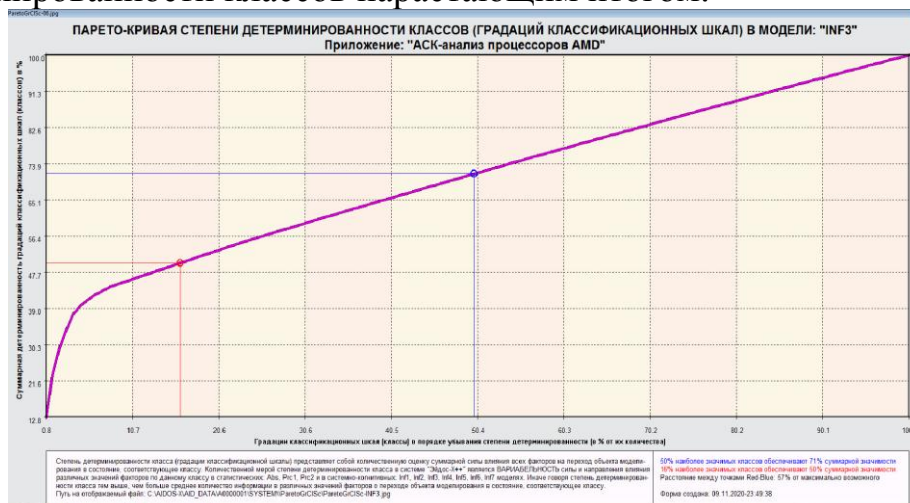


Рисунок 30. Парето-кривая степени детерминированности классов

Таблица 9 – Парето-таблица степеней детерминированности (обусловленности) классов в СК-модели INF3, т.е. количественных, качественных и финансово-экономических результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD

NU M	KOD _CL S	NAME_CLS	KOD_ CLSC	ZNACH_P RC	ZN_PRCNIT
1	125	PLATFORM-Server	3	12,8408581	12,8408581
2	122	PLATFORM-Desktop	3	10,6489203	23,4897784
3	123	PLATFORM-Laptop	3	6,3292627	29,8190411
4	118	PRICE (\$) -1/3-{18.0, 2616.0}	2	4,4682036	34,2872447
5	119	PRICE (\$) -2/3-{2616.0, 5214.0}	2	3,4862325	37,7734771
6	121	PLATFORM-All-in-One	3	2,0131664	39,7866435
7	22	CPU-A6-7310 with RadeonT R4 Graphics	1	1,3557732	41,1424167
8	120	PRICE (\$) -3/3-{5214.0, 7812.0}	2	1,0859760	42,2283927
9	25	CPU-A6-8500P with RadeonT R5 Graphics	1	0,9684954	43,1968882
10	26	CPU-A8-6410 with RadeonT R5 Graphics	1	0,9299781	44,1268662
11	63	CPU-AMD EPYCT 7401	1	0,5789870	44,7058533
12	69	CPU-AMD EPYCT 7501	1	0,5759338	45,2817871
13	61	CPU-AMD EPYCT 7352	1	0,5758162	45,8576033
14	73	CPU-AMD EPYCT 7551	1	0,5717089	46,4293121
15	74	CPU-AMD EPYCT 7551P	1	0,5717089	47,0010210
16	64	CPU-AMD EPYCT 7401P	1	0,5713232	47,5723442
17	80	CPU-AMD EPYCT 7742	1	0,5660062	48,1383504
18	77	CPU-AMD EPYCT 7642	1	0,5656395	48,7039899
19	78	CPU-AMD EPYCT 7702	1	0,5656395	49,2696294
20	66	CPU-AMD EPYCT 7402P	1	0,5630666	49,8326961
21	70	CPU-AMD EPYCT 7502	1	0,5630666	50,3957627
22	71	CPU-AMD EPYCT 7502P	1	0,5630666	50,9588293
23	75	CPU-AMD EPYCT 7552	1	0,5630666	51,5218960
24	79	CPU-AMD EPYCT 7702P	1	0,5630666	52,0849626
25	72	CPU-AMD EPYCT 7542	1	0,5604819	52,6454445
26	67	CPU-AMD EPYCT 7451	1	0,5596306	53,2050751
27	65	CPU-AMD EPYCT 7402	1	0,5586284	53,7637035
28	76	CPU-AMD EPYCT 7601	1	0,5568670	54,3205705
29	68	CPU-AMD EPYCT 7452	1	0,5537802	54,8743507
30	49	CPU-AMD EPYCT 7251	1	0,5296866	55,4040373
31	39	CPU-A8 PRO-7150B with RadeonT R5 Graphics	1	0,5119669	55,9160042
32	51	CPU-AMD EPYCT 7261	1	0,5114820	56,4274863
33	59	CPU-AMD EPYCT 7351	1	0,5075891	56,9350754
34	62	CPU-AMD EPYCT 7371	1	0,5071547	57,4422301
35	60	CPU-AMD EPYCT 7351P	1	0,5045406	57,9467707
36	54	CPU-AMD EPYCT 7281	1	0,5010338	58,4478045
37	56	CPU-AMD EPYCT 7301	1	0,5010338	58,9488383
38	102	CPU-AMD RyzenT 5 1600X	1	0,5005937	59,4494320
39	31	CPU-A8-7100 with RadeonT R5 Graphics	1	0,4996641	59,9490961
40	21	CPU-A10 PRO-7850B with RadeonT R7 Graphics	1	0,4990056	60,4481017
41	40	CPU-A8 PRO-7600B with RadeonT R7 Graphics	1	0,4977143	60,9458161
42	23	CPU-A6-7400K with RadeonT R5 Series	1	0,4960873	61,4419034
43	30	CPU-A8-6600K with RadeonT HD 8570D	1	0,4941855	61,9360888
44	58	CPU-AMD EPYCT 7302P	1	0,4931517	62,4292405
45	48	CPU-AMD EPYCT 7232P	1	0,4927309	62,9219714
46	110	CPU-AMD RyzenT 5 2600X	1	0,4917095	63,4136809
47	16	CPU-A10-7890K with RadeonT R7 Graphics and Wraith cooler	1	0,4910440	63,9047249
48	35	CPU-A8-7650K with RadeonT R7 Graphics and Near Silent Thermal Solution	1	0,4910440	64,3957689
49	57	CPU-AMD EPYCT 7302	1	0,4901985	64,8859674
50	4	CPU-A10-6790K with RadeonT HD 8670D	1	0,4894406	65,3754080
51	52	CPU-AMD EPYCT 7262	1	0,4880781	65,8634861
52	11	CPU-A10-7850K with RadeonT R7 Series	1	0,4876528	66,3511389
53	14	CPU-A10-7870K with RadeonT R7 Graphics and Near Silent Thermal Solution	1	0,4876528	66,8387917
54	15	CPU-A10-7870K with RadeonT R7 Series	1	0,4876528	67,3264445
55	6	CPU-A10-6800K with RadeonT HD 8670D	1	0,4866514	67,8130959
56	32	CPU-A8-7200P with RadeonT R5 Graphics	1	0,4858514	68,2989473
57	115	CPU-AMD RyzenT 5 3600X	1	0,4849395	68,7838868
58	24	CPU-A6-7470K with RadeonT R5 Series	1	0,4846661	69,2685529

59	27	CPU-A8-6500 with RadeonT HD 8570D	1	0,4834439	69,7519968
60	28	CPU-A8-6500B with RadeonT HD 8570D	1	0,4834439	70,2354407
61	29	CPU-A8-6500T with RadeonT HD 8550D	1	0,4834439	70,7188846
62	117	CPU-AMD RyzenT 5 PRO 1600	1	0,4826618	71,2015464
63	36	CPU-A8-7650K with RadeonT R7 Series	1	0,4825215	71,6840679
64	37	CPU-A8-7670K with RadeonT R7 Graphics and Near Silent Thermal Solution	1	0,4825215	72,1665894
65	50	CPU-AMD EPYCT 7252	1	0,4790700	72,6456594
66	55	CPU-AMD EPYCT 7282	1	0,4790700	73,1247294
67	20	CPU-A10 PRO-7800B with RadeonT R7 Graphics	1	0,4786368	73,6033661
68	53	CPU-AMD EPYCT 7272	1	0,4786368	74,0820029
69	101	CPU-AMD RyzenT 5 1600	1	0,4771508	74,5591537
70	91	CPU-AMD RyzenT 3 3200U	1	0,4757631	75,0349168
71	108	CPU-AMD RyzenT 5 2600E	1	0,4739065	75,5088233
72	107	CPU-AMD RyzenT 5 2600	1	0,4697023	75,9785256
73	1	CPU-A10-6700 with RadeonT HD 8670D	1	0,4670768	76,4456023
74	3	CPU-A10-6790B with RadeonT HD 8670D	1	0,4670768	76,9126791
75	46	CPU-AMD AthlonT PRO 200U Mobile Processor with RadeonT Vega 3 Graphics	1	0,4668785	77,3795576
76	9	CPU-A10-7700K with RadeonT R7 Series	1	0,4667889	77,8463465
77	12	CPU-A10-7860K with RadeonT R7 Graphics and Near Silent Thermal Solution	1	0,4667889	78,3131354
78	13	CPU-A10-7860K with RadeonT R7 Series	1	0,4667889	78,7799244
79	87	CPU-AMD RyzenT 3 2200U	1	0,4664062	79,2463306
80	2	CPU-A10-6700T with RadeonT HD 8650D	1	0,4654083	79,7117389
81	81	CPU-AMD OpteronT X2150 APU	1	0,4645986	80,1763375
82	82	CPU-AMD OpteronT X2170	1	0,4645986	80,6409360
83	5	CPU-A10-6800B with RadeonT HD 8670D	1	0,4641531	81,1050891
84	19	CPU-A10 PRO-7350B with RadeonT R6 Graphics	1	0,4641531	81,5692422
85	10	CPU-A10-7800 with RadeonT R7 Series	1	0,4636678	82,0329101
86	44	CPU-AMD AthlonT 300U	1	0,4630865	82,4959966
87	114	CPU-AMD RyzenT 5 3600	1	0,4626103	82,9586069
88	34	CPU-A8-7600 with RadeonT R7 Series	1	0,4623238	83,4209307
89	8	CPU-A10-7400P with RadeonT R6 Graphics	1	0,4616325	83,8825632
90	43	CPU-AMD AthlonT 240GE	1	0,4607008	84,3432640
91	104	CPU-AMD RyzenT 5 2400GE with RadeonT RX Vega 11 Graphics	1	0,4602222	84,8034862
92	105	CPU-AMD RyzenT 5 2500U	1	0,4592634	85,2627496
93	97	CPU-AMD RyzenT 3 PRO 2300U	1	0,4587832	85,7215328
94	98	CPU-AMD RyzenT 3 PRO 3300U	1	0,4587832	86,1803159
95	47	CPU-AMD AthlonT PRO 300U Mobile Processor with RadeonT Vega 3 Graphics	1	0,4573398	86,6376557
96	42	CPU-AMD AthlonT 220GE	1	0,4568576	87,0945134
97	45	CPU-AMD AthlonT PRO 200GE	1	0,4558917	87,5504051
98	103	CPU-AMD RyzenT 5 2400G with RadeonT RX Vega 11 Graphics	1	0,4558917	88,0062968
99	111	CPU-AMD RyzenT 5 3400G with RadeonT RX Vega 11 Graphics	1	0,4558917	88,4621885
100	41	CPU-AMD AthlonT 200GE	1	0,4554081	88,9175966
101	7	CPU-A10-7300 with RadeonT R6 Graphics	1	0,4548425	89,3724391
102	109	CPU-AMD RyzenT 5 2600H	1	0,4529819	89,8254210
103	38	CPU-A8-8600P with RadeonT R6 Graphics	1	0,4518396	90,2772606
104	88	CPU-AMD RyzenT 3 2300U	1	0,4495632	90,7268238
105	92	CPU-AMD RyzenT 3 3300U	1	0,4495632	91,1763870
106	112	CPU-AMD RyzenT 5 3500U	1	0,4495632	91,6259501
107	113	CPU-AMD RyzenT 5 3550H	1	0,4495632	92,0755133
108	96	CPU-AMD RyzenT 3 PRO 2200GE with RadeonT Vega 8 Graphics	1	0,4480900	92,5236033
109	93	CPU-AMD RyzenT 3 PRO 1200	1	0,4466121	92,9702153
110	18	CPU-A10 Micro-6700T with RadeonT R6 Graphics	1	0,4442280	93,4144434
111	124	PLATFORM-Laptop, Tablet	3	0,4442280	93,8586714
112	95	CPU-AMD RyzenT 3 PRO 2200G with RadeonT Vega 8 Graphics	1	0,4436413	94,3023126
113	33	CPU-A8-7410 with RadeonT R5 Graphics	1	0,4430006	94,7453132
114	94	CPU-AMD RyzenT 3 PRO 1300	1	0,4421484	95,1874616
115	116	CPU-AMD RyzenT 5 PRO 1500	1	0,4421484	95,6296100
116	83	CPU-AMD RyzenT 3 1200	1	0,4406504	96,0702604
117	90	CPU-AMD RyzenT 3 3200G with RadeonT Vega 8 Graphics	1	0,4406504	96,5109108
118	99	CPU-AMD RyzenT 5 1400	1	0,4406504	96,9515613
119	86	CPU-AMD RyzenT 3 2200GE with RadeonT Vega 8 Graphics	1	0,4386453	97,3902065
120	17	CPU-A10-8700P with RadeonT R6 Graphics	1	0,4382945	97,8285011
121	84	CPU-AMD RyzenT 3 1300X	1	0,4361258	98,2646268
122	100	CPU-AMD RyzenT 5 1500X	1	0,4361258	98,7007526
123	85	CPU-AMD RyzenT 3 2200G with RadeonT Vega 8 Graphics	1	0,4340997	99,1348523
124	89	CPU-AMD RyzenT 3 2300X	1	0,4325738	99,5674262
125	106	CPU-AMD RyzenT 5 2500X	1	0,4325738	100,0000000

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

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

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

NUM	KOD_OPS_C	NAME_OPSC	ZNACH_PR_C	ZN_PRCNIT
1	19	MEMORY CHANNELS	8,2978577	8,2978577
2	6	BASE CLOCK (GHZ)	8,2419854	16,5398431
3	7	MAX BOOST CLOCK (GHZ)	7,7770929	24,3169360
4	15	DEFAULT TDP / TDP AMD EPYCT 7002 SERIES (W)	7,3158802	31,6328163
5	12	UNLOCKED	6,1345291	37,7673453
6	17	SYSTEM MEMORY SPECIFICATION AMD EPYCT 7002 SERIES (MHZ)	5,7940518	43,5613971
7	16	MAX TEMPS (°C)	5,6102855	49,1716826
8	3	CPU CORES	5,5437575	54,7154401
9	4	THREADS	5,5437575	60,2591976
10	10	TOTAL L2 CACHE (MB)	5,1636145	65,4228122
11	2	LAUNCH DATE	5,0849006	70,5077128
12	9	TOTAL L1 CACHE (KB)	4,6245712	75,1322840
13	14	PACKAGE	4,5688447	79,7011287
14	20	PER SOCKET MEM BW (GB/S)	4,4724575	84,1735862
15	13	CMOS (NM)	3,7124095	87,8859957
16	1	FAMILY	3,6683338	91,5543295
17	11	TOTAL L3 CACHE (MB)	3,3849363	94,9392658
18	5	GPU CORES	3,2647377	98,2040035
19	8	ALL CORE BOOST SPEED (GHZ)	1,7959965	100,0000000
20	18	SYSTEM MEMORY TYPE	0,0000000	100,0000000

Из таблицы 10 видно, что наиболее высокую степень детерминированности обуславливающими их факторами имеют общая продажа, прибыль и рентабельность, а наименьшую средняя масса процессоров AMD и содержание в них сухих и пластических веществ. Результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD с высокой степенью детерминированности получаются под действием обуславливающих их факторов с большей гарантией, чем с низкой. Различие в степени детерминированности составляет около 65%.

4.3.10. Устойчивость результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD от значений обуславливающих их свойств

Устойчивость зависимостей результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD от обуславливающих их факторов предполагает и подразумевает *непрерывность* и *монотонность* этих зависимостей.

Непрерывность зависимостей результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD от обуславливающих их факторов означает, что малые изменения значений фактора детерминируют малые изменения результатов соотношения цена/качество, а более значительные изменения значения факторов обуславливают и более существенные изменения результатов, т.е. степень изменения результатов соотношения цена/качество соответствует степени изменения обуславливающих их значений факторов.

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

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

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

Монотонность зависимостей результатов цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD от обуславливающих их факторов означает, что:

- если фактор **способствует** получению результатов: увеличение значения фактора приводит к увеличению результатов соотношения цена/качество;
- если фактор **препятствует** получению результатов: увеличение значения фактора приводит к уменьшению результатов соотношения цена/качество.

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

Если в системе управления **нарушается монотонность управления**, то это может приводить к тому, что при увеличении значения фактора результат может сначала увеличиваться практически пропорционально степени увеличения этого значения, затем **скорость** увеличения результата начинает уменьшаться и затем стабилизируется, а при дальнейшем увеличении значения фактора результат начинает уменьшаться вплоть до нуля или даже отрицательных значений (например,

вместо прибыли получены убытки). По сути, *при нарушении монотонности управления меняется знак первой производной результата управления по значению фактора, нарушается знакоопределенность этой первой производной*⁴. Понятно, что *немонотонные функции не являются непрерывными*.

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

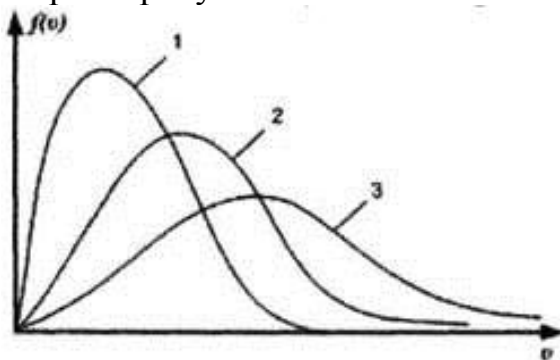


Рисунок 31. Принципиальный вид кривой влияния интенсивности фактора на нелинейный объект управления⁵.

Например, если по оси X показать интенсивность полива какой-либо конкретной культуры, а по Y урожайность, то график на рисунке 31 можно интерпретировать таким образом, что при полном отсутствии полива урожайность будет минимальной, при его увеличении урожайность будет возрастать сначала быстро, потом все медленнее, затем достигнет максимума, а потом при дальнейшем увеличении полива она начнет уменьшаться пока опять не достигнет минимума, когда все поле превратится в озеро. *Принципиально важно, что один и тот же полив будет действовать по-разному при условии одновременного действия других факторов, причем при этом смещается точка оптимума, т.е. при действии других факторов оптимальный полив становится другой, в чем и проявляется нелинейность системы и взаимодействие факторов, нарушение для них принципа суперпозиции (кривые 1, 2, 3 на рисунке 31).*

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

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

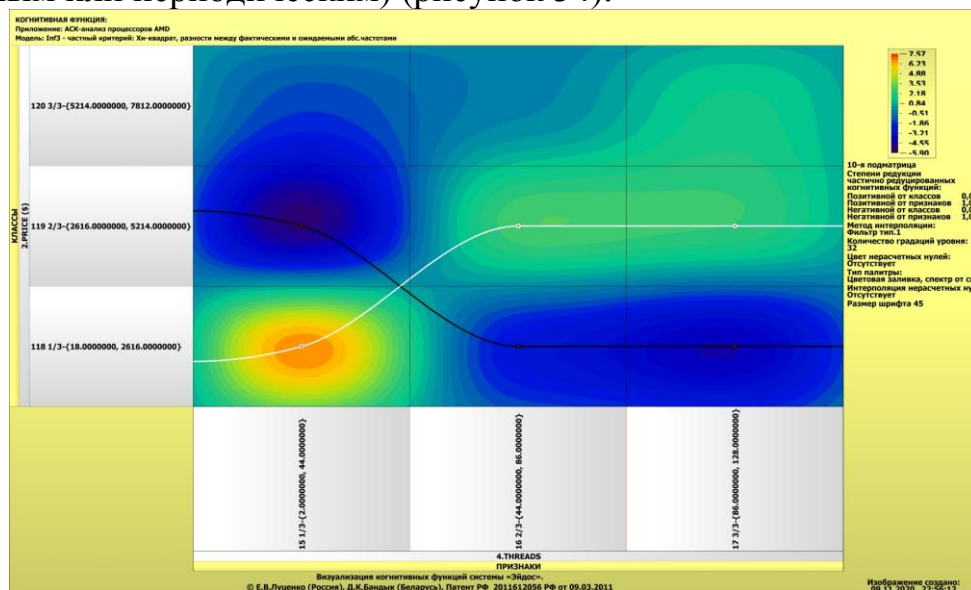
⁵ Источник рисунка: http://san-of-war2.narod.ru/fiziks/fiziks_image481.jpg На самом деле на рисунке показано распределение Максвелла молекул газа по скоростям при разных температурах. Удивительно, но подобный вид имеет влияние интенсивности различных факторов на различные нелинейные объекты управления

зависимости, в которых трудно найти какую-либо закономерность (напоминающие *случайные*).

Таким образом у нас есть все основания все разделить все факторы, действующие на результаты цены процессоров AMD, тип процессоров AMD и самих процессоров AMD, относящиеся к одной классификационной шкале, на **три основные группы**:

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

A)



B)

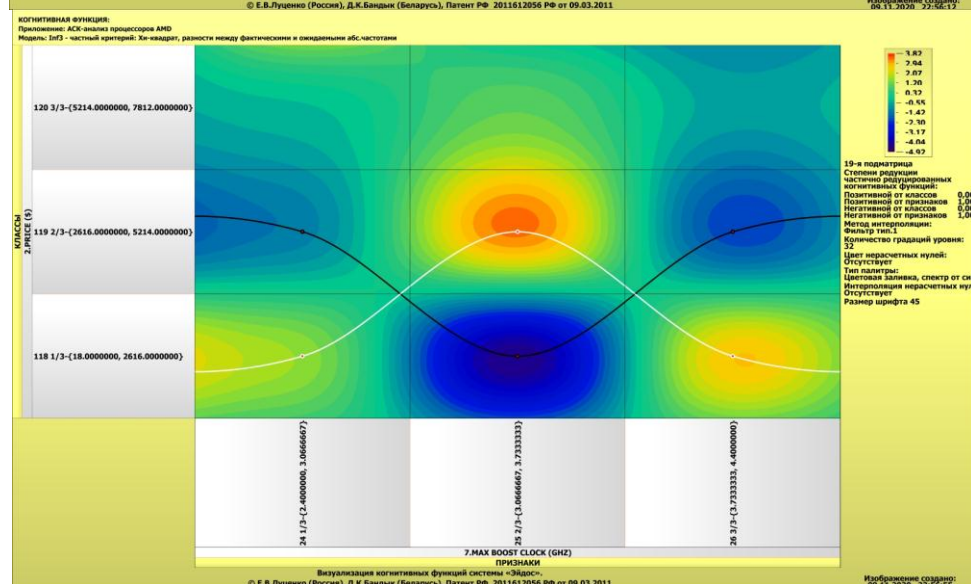


Рисунок 32. Примеры непрерывных монотонных когнитивных функций с факторами, *способствующими* получению более высоких результатов

Из рисунка 32А мы видим, что увеличение высоты характеристик процессора AMD практически линейно детерминирует масса процессора AMD, а из рисунка 32Б – что увеличение числа дней производства также однозначно приводит к увеличению прибыли.

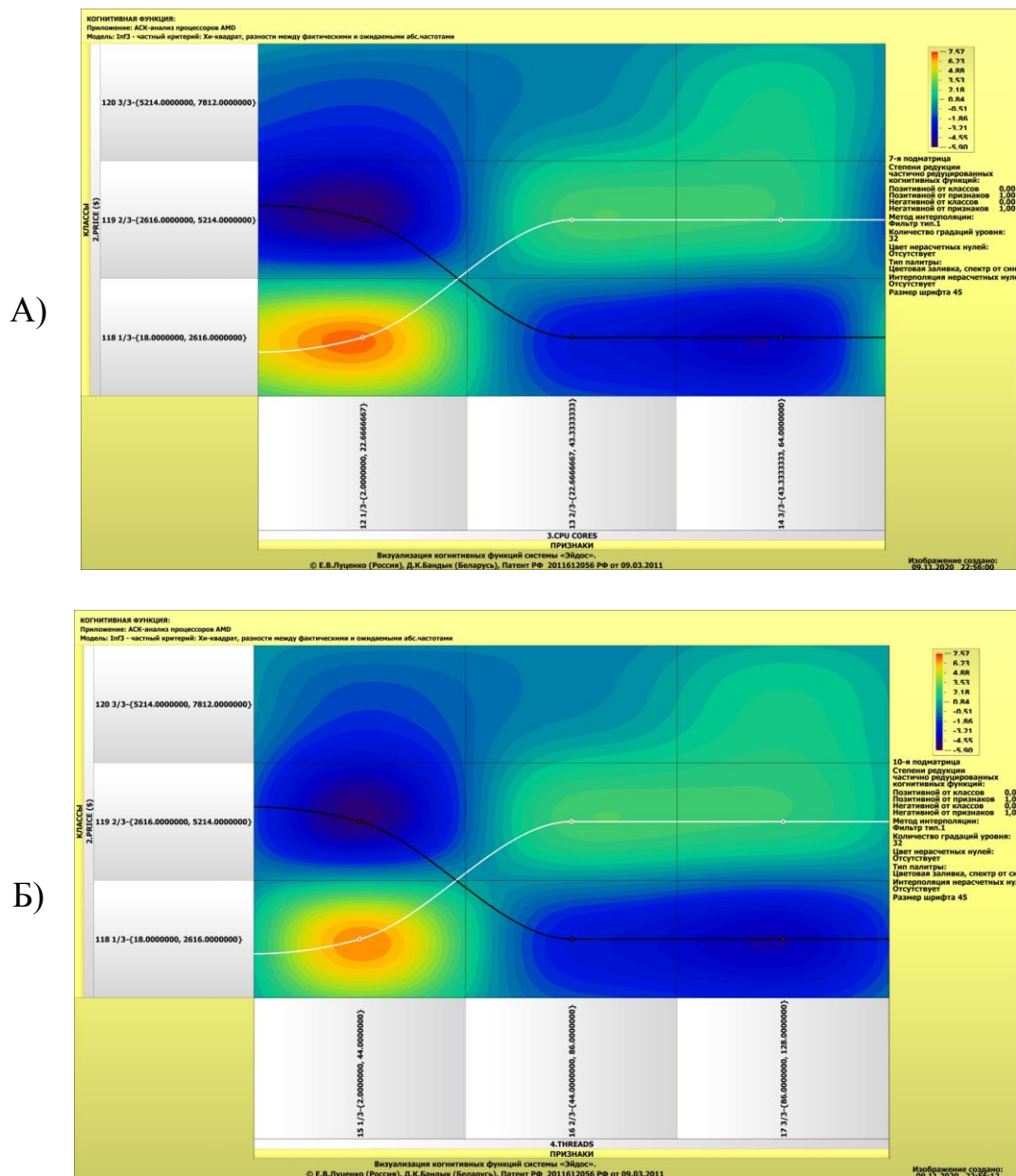
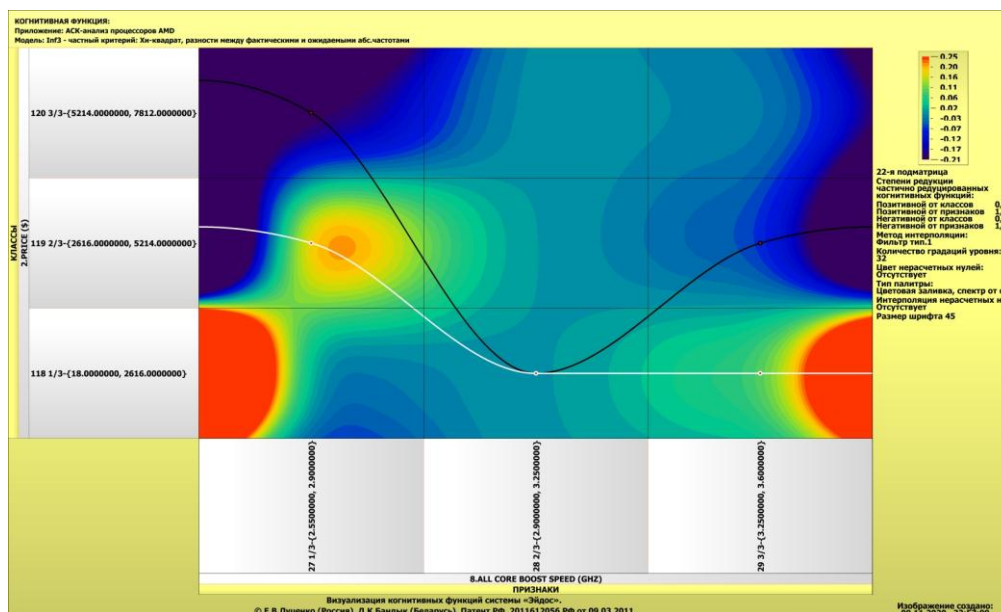


Рисунок 33. Примеры непрерывных монотонных когнитивных функций с факторами, *препятствующими* получению более высоких результатов

Рисунок 33А показывает, что чем больше дней производства, тем меньше продаваемость. Из рисунка 34Б мы видим, что аналогично на ранняя продаваемость влияет и увеличение числа процессоров AMD.

А)



Б)

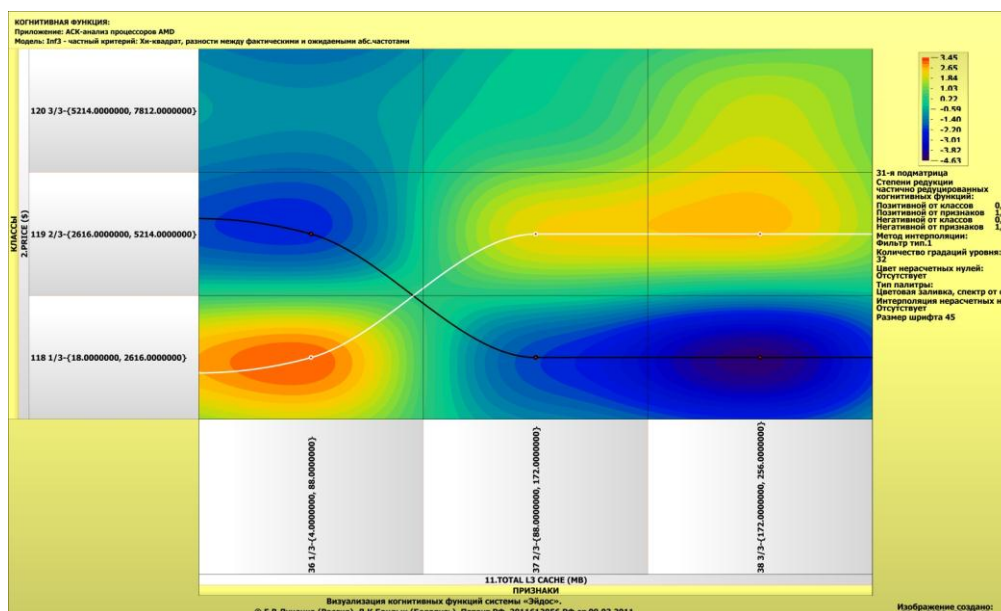


Рисунок 34. Примеры немонотонных когнитивных функций с факторами, действующие сложным и неоднозначным образом (нелинейным и периодическим)

На рисунке 34А когнитивная функция по виду похожую на приведенную на рисунке 31, а НА 34Б – очевидно напоминает периодическую зависимость. Конечно, содержательно интерпретировать и объяснить подобные зависимости сложнее, чем приведенные на рисунках 32 и 33.

7. Выводы

Как показывает анализ результатов численного эксперимента предложенное и реализованное в системе «Эйдос» решение поставленных

задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута, проблема решена.

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным количественным, качественным и финансово-экономическим результатам соотношения цена/качество гибридов процессоров AMD, изучено влияние значений различных свойств процессоров AMD на эти результаты, и, на основе этого, решены задачи идентификации, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №210 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Список литературы

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
2. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.
3. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван 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.
4. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-X++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.
5. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.

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

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

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

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

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

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

12. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-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.

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