

УДК 004.8

Автоматизированный системно-когнитивный анализ характеристик грибов

Леонтьев Никита Валерьевич
студент факультета ПИ, группы ИТ1821
firegrow@mail.ru

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

Целью данной работы является изучение характеристик выборки грибов. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для меня это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-Х++», а также получить зачет. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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

Automated system-cognitive analysis of the characteristics of mushrooms

Leontev Nikita Valer'evich
student of the faculty of PI, group IT2002
firegrow@mail.ru

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

The purpose of this work is to study the characteristics of mushroom picks. The achievement of this goal is of great personal interest for me, this will allow me 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	6
ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	6
ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	9
ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	15
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация)	15
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)	17
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели	19
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов.....	20
4.3.2. Когнитивные диаграммы значений факторов	21
4.3.3. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети.....	22
4.3.4. 3d-интегральные когнитивные карты.....	24
4.3.5. Когнитивные функции	24
7. ВЫВОДЫ.....	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	32

Введение

Целью данной работы является изучение характеристик выборки грибов.

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

АСК-анализ предполагает, что для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения:

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

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

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

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

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

АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-Х++» (система «Эйдос»).

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

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>), 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 248 соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

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

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

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

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

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

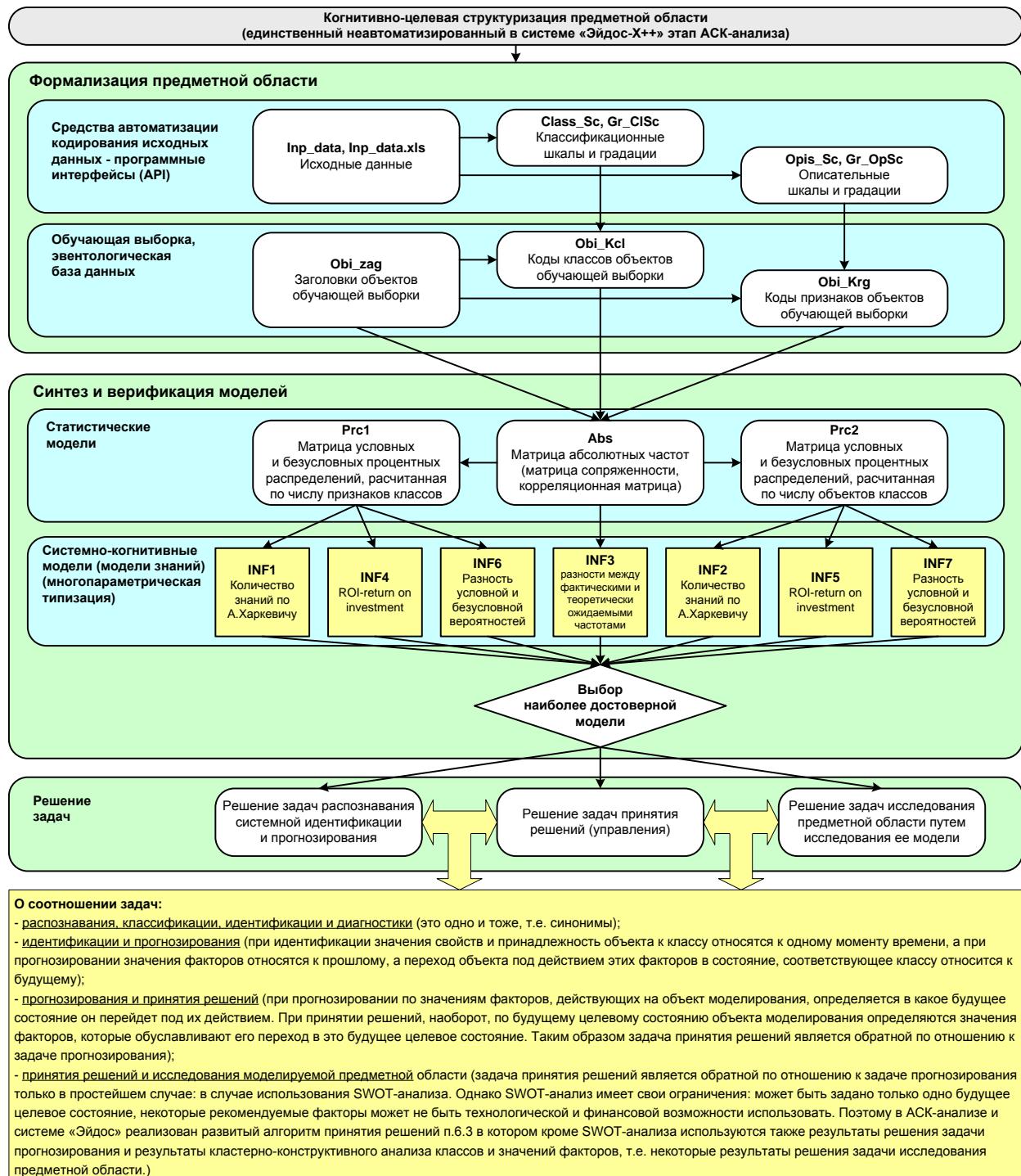
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)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

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

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

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

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



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

Рассмотрим решение поставленных задач в подробном численном примере.

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области

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

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

Это значит:

– во-первых, что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд являются причинами, и то, что казалось бы является их последствиями, на самом деле 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 (класс) грибов (таблица 1), а в качестве характеристик – форма шляпки, тип её поверхности, цвет, степень повреждения, запах, крепление рёбер, размещение рёбер, их цвет, популяция, среда обитания (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная
шкала

Код	Наименование
1	class

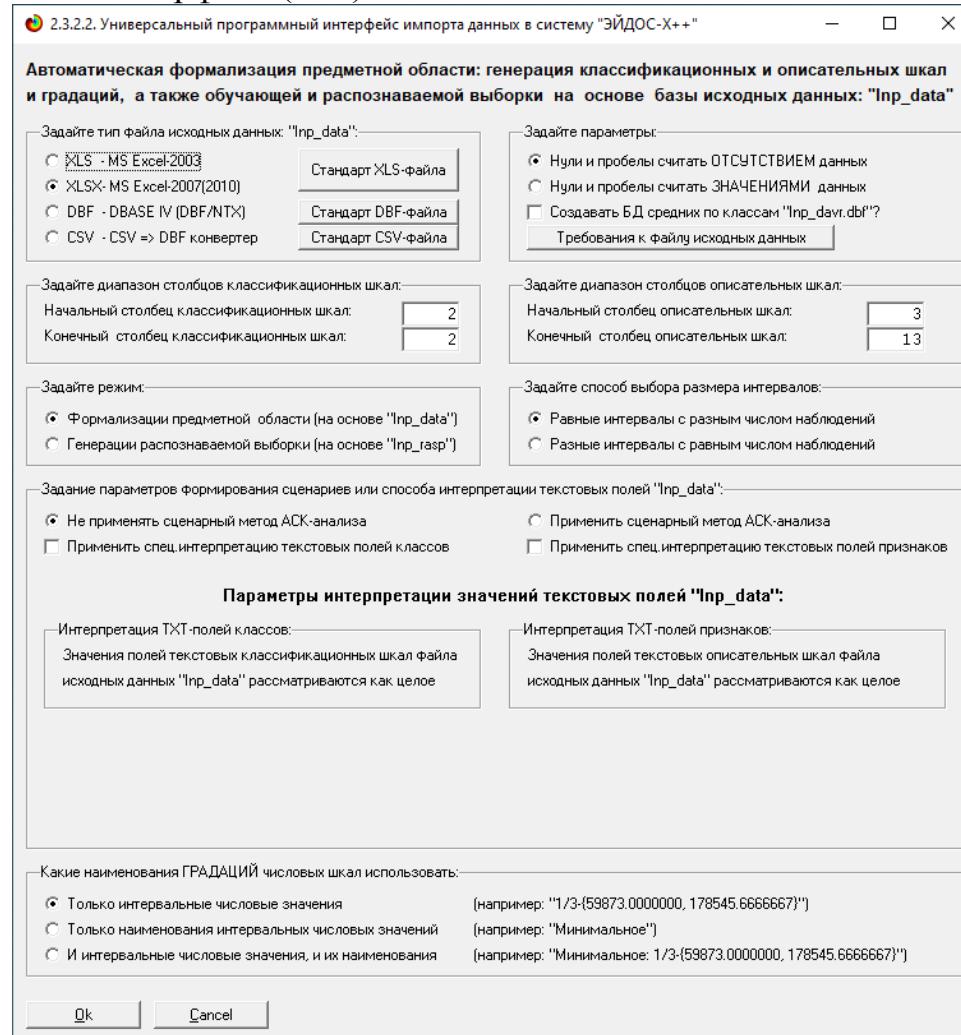
Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	cap-shape
2	cap-surface
3	cap-color
4	bruises
5	odor
6	gill-attachment
7	gill-spacing
8	gill-size
9	gill-color
10	population
11	habitat

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены на сайте kaggle.com.

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.



ИНФОРМАЦИЯ О РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ						
Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [2 x 62]						
Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс.шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис.шкалу
Числовые	0	0	0,00	0	0	0,00
Текстовые	1	2	2,00	11	62	5,64
ВСЕГО:	1	2	2,00	11	62	5,64

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

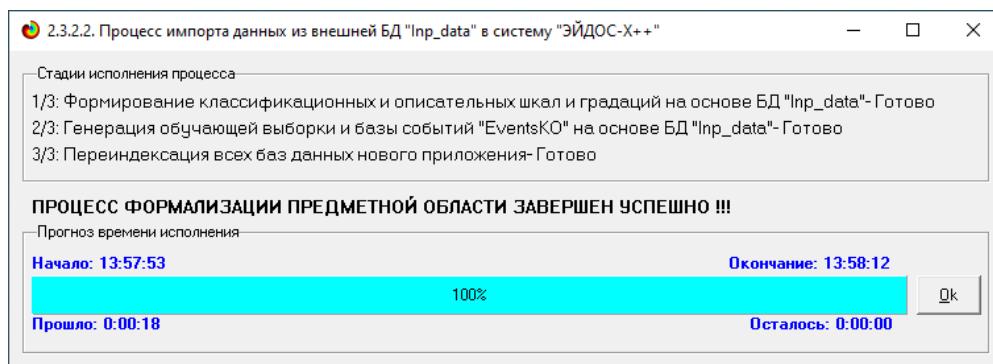


Рисунок 2. Экранные формы программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

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

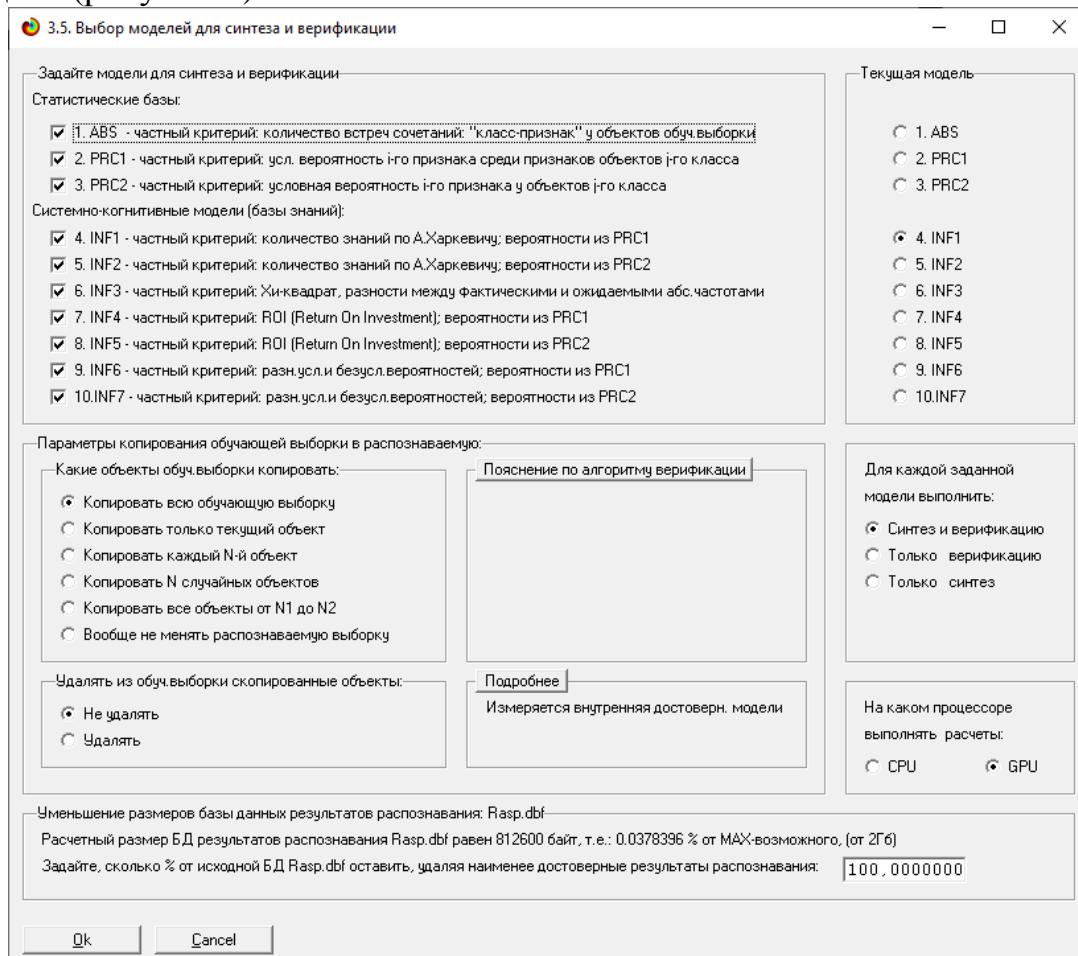
На рисунке 4 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 значения параметров могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.



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

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).



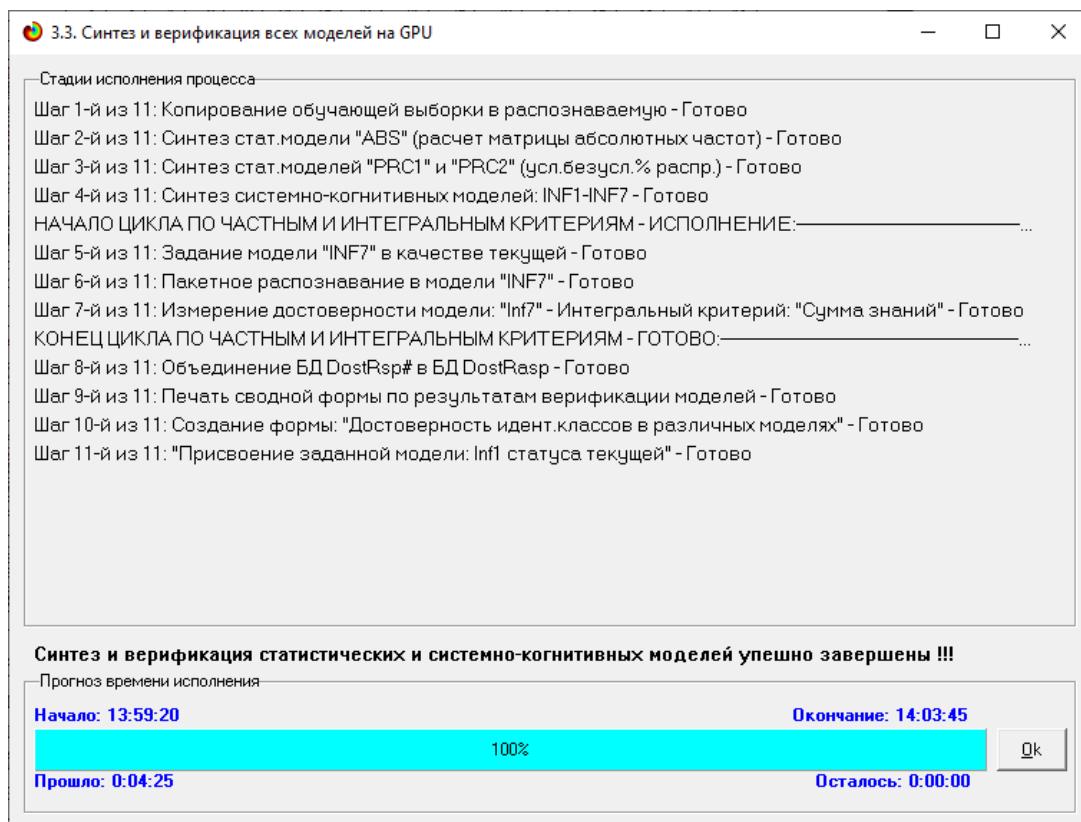


Рисунок 4. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 14 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможной обработку больших объемов исходных данных за разумное время. В процесс синтеза и верификации моделей осуществляется также расчет 10 выходных форм, на что уходит более 99% времени исполнения.

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. CLASS СЪЕДОБНЫЙ	2. CLASS Ядовитый	Сумма	Среднее	Средн. квадр.
1	CAP-SHAPE-впалый	32		32	16.00	22.63
2	CAP-SHAPE-выпуклый	1948	1708	3656	1828.00	169.71
3	CAP-SHAPE-конический		4	4	2.00	2.83
4	CAP-SHAPE-плоский	1596	1556	3152	1576.00	28.28
5	CAP-SHAPE-раствруб	404	48	452	226.00	251.73
6	CAP-SHAPE-шишковидный	228	600	828	414.00	263.04
7	CAP-SURFACE-волокнистая	1560	760	2320	1160.00	565.69
8	CAP-SURFACE-гладкая	1144	1412	2556	1278.00	189.50
9	CAP-SURFACE-с канавками		4	4	2.00	2.83
10	CAP-SURFACE-чешуйчатая	1504	1740	3244	1622.00	166.88
11	CAP-COLOR-белый	720	320	1040	520.00	282.84
12	CAP-COLOR-жёлтый	400	672	1072	536.00	192.33
13	CAP-COLOR-зелёный	16		16	8.00	11.31
14	CAP-COLOR-коричневый	1264	1020	2284	1142.00	172.53
15	CAP-COLOR-красный	624	876	1500	750.00	178.19
16	CAP-COLOR-розовый	56	88	144	72.00	22.63
17	CAP-COLOR-светло-коричневый	32	12	44	22.00	14.14
18	CAP-COLOR-серый	1032	808	1840	920.00	158.39
19	CAP-COLOR-тёмно-жёлтый	48	120	168	84.00	50.91
20	CAP-COLOR-фиолетовый	16		16	8.00	11.31
21	BRUISES-не повреждён	1456	3292	4748	2374.00	1298.25
22	BRUISES-повреждён	2752	624	3376	1688.00	1504.72
23	ODOR-анис	400		400	200.00	282.84
24	ODOR-затхлый		36	36	18.00	25.46
25	ODOR-креозот		192	192	96.00	135.76
26	ODOR-миндальный	400		400	200.00	282.84
27	ODOR-неприятный		2160	2160	1080.00	1527.35

Рисунок 5. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. CLASS СЪЕДОБНЫЙ	2. CLASS Ядовитый	Сумма	Среднее	Средн. квадр.
1	CAP-SHAPE-впалый	15.425	-15.425			21.814
2	CAP-SHAPE-выпуклый	54.296	-54.296			76.787
3	CAP-SHAPE-конический	-2.072	2.072			2.930
4	CAP-SHAPE-плоский	-36.646	36.646			51.825
5	CAP-SHAPE-раструб	169.877	-169.877			240.242
6	CAP-SHAPE-шишковидный	-200.880	200.880			284.088
7	CAP-SURFACE-волокнистая	358.306	-358.306			506.722
8	CAP-SURFACE-гладкая	-179.935	179.935			254.467
9	CAP-SURFACE-с канавками	-2.072	2.072			2.930
10	CAP-SURFACE-чешуйчатая	-176.299	176.299			249.325
11	CAP-COLOR-белый	181.310	-181.310			256.411
12	CAP-COLOR-жёлтый	-155.265	155.265			219.578
13	CAP-COLOR-зелёный	7.712	-7.712			10.907
14	CAP-COLOR-коричневый	80.953	-80.953			114.485
15	CAP-COLOR-красный	-152.957	152.957			216.314
16	CAP-COLOR-розовый	-18.588	18.588			26.287
17	CAP-COLOR-светло-коричневый	9.209	-9.209			13.024
18	CAP-COLOR-серый	78.933	-78.933			111.627
19	CAP-COLOR-тёмно-жёлтый	-39.019	39.019			55.181
20	CAP-COLOR-фиолетовый	7.712	-7.712			10.907
21	BRUISES-не повреждён	-1003.328	1003.328			1418.921
22	BRUISES-повреждён	1003.328	-1003.328			1418.921
23	ODOR-анис	192.811	-192.811			272.677
24	ODOR-затхлый	-18.647	18.647			26.371
25	ODOR-креозот	-99.451	99.451			140.644
26	ODOR-миндальный	192.811	-192.811			272.677
27	ODOR-неприятный	-1118.818	1118.818			1582.248

Рисунок 6. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных свойств объектов наблюдения рассматривается с единственной точки зрения: с точки зрения того, какое **количество информации** содержится в них о том, к каким обобщающим категориям (классам) будут принадлежать или не принадлежать эти объекты. Поэтому не играет никакой роли, в каких единицах измерения измеряются те или иные свойства объектов наблюдения, а также в каких единицах измеряются результаты влияния этих свойств, натуральных, в процентах или стоимостных. Это и есть решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос», отличающее их от других интеллектуальных технологий.

Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1-L2-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 8).

3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.мн.крит. Текущая модель: "INF1"													
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего логических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергена	Сумма модел... уровней сход... истинно-пол... решений (STP)	Сумма модел... уровней сход... истинно-отри... решений (STN)	Сумма модел... уровней сход... ложного-пс... решений	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сечений: "клас...	Корреляция abs частот с обр...	8124	8124		8124		0.500	1.000	0.667	6159.864		3626	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сечений: "клас...	Сумма abs частот по признакам...	8124	8124		8124		0.500	1.000	0.667	6839.760		5043	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность >0 признака сред...	Корреляция усл.отн частот с о...	8124	8124		8124		0.500	1.000	0.667	6159.865		3626	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность >0 признака сред...	Сумма усл.отн частот по приз...	8124	8124		8124		0.500	1.000	0.667	6647.141		4908	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность >0 признака...	Корреляция усл.отн частот с о...	8124	8124		8124		0.500	1.000	0.667	6159.864		3626	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность >0 признака...	Сумма усл.отн частот по приз...	8124	8124		8124		0.500	1.000	0.667	6647.140		4908	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в...	Семантический резонанс зна...	8124	6921	7980	144	1203	0.980	0.852	0.911	1739.245	3644.059	6	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в...	Сумма знаний	8124	7062	7798	326	1062	0.956	0.869	0.911	1717.895	3496.648	25	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в...	Семантический резонанс зна...	8124	6921	7980	144	1203	0.980	0.852	0.911	1739.245	3644.059	6	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в...	Сумма знаний	8124	7062	7798	326	1062	0.956	0.869	0.911	1717.895	3496.648	25	
6. INF3 - частный критерий: различия между фактами	Семантический резонанс зна...	8124	7622	7622	502	502	0.939	0.938	0.938	3615.773	3615.773	78	
6. INF3 - частный критерий: различия между фактами	Сумма знаний	8124	7622	7622	502	502	0.938	0.938	0.938	3615.773	3615.773	78	
7. INF4 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Семантический резонанс зна...	8124	5353	8091	33	2771	0.994	0.659	0.792	1380.217	4437.250	2	
7. INF4 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Сумма знаний	8124	7813	7212	912	311	0.895	0.962	0.927	3804.465	2560.152	110	
8. INF5 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Семантический резонанс зна...	8124	5353	8091	33	2771	0.994	0.659	0.792	1380.217	4437.250	2	
8. INF5 - частный критерий ROI (Return On Investment): вероятно...	Сумма знаний	8124	7813	7212	912	311	0.895	0.962	0.927	3804.465	2560.152	110	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл и безузл.вероятностей, вер...	Семантический резонанс зна...	8124	7470	7596	528	654	0.934	0.919	0.927	3461.099	3595.127	83	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл и безузл.вероятностей, вер...	Сумма знаний	8124	7622	7306	818	502	0.903	0.938	0.920	3499.930	2849.640	108	
10.INF7 - частный критерий: разн.усл и безузл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	8124	7470	7596	528	654	0.934	0.919	0.927	3461.099	3595.127	83	
10.INF7 - частный критерий: разн.усл и безузл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	8124	7622	7306	818	502	0.903	0.938	0.920	3499.930	2849.639	108	

Рисунок 7. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1-критерию проф. Е.В.Луценко

Из рисунка 7 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Сумма знаний» ($F=0,938$ при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ($L1=0,960$ при максимуме 1,000), что является отличным результатом.

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

На рисунке 8 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации характеристик грибов в СК-модели INF3 по данным обучающей выборки:

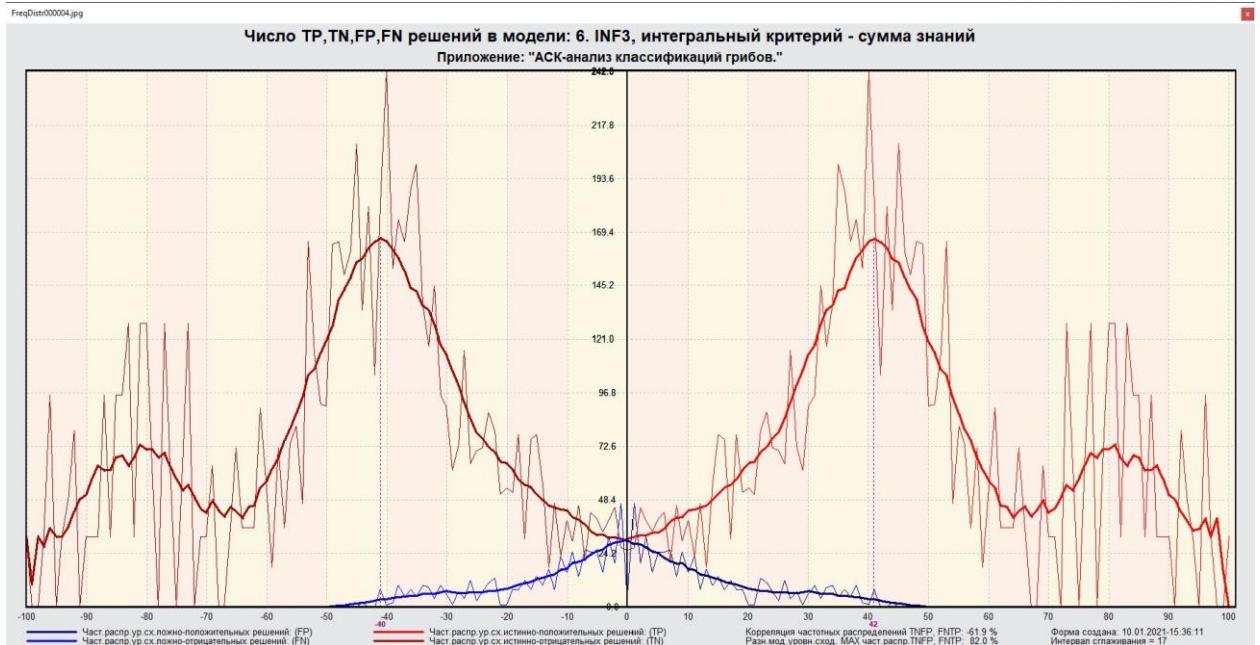


Рисунок 8. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

Рисунок 8 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 классов гриба по его характеристикам и другие задачи.

Видно, что для отрицательных решений количество истинных решений всегда значительно превосходит количество ложных решений, причем при уровнях различия больше примерно 5% ложные отрицательные решения вообще практически отсутствуют.

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

1) при уровнях сходства от 0% до 30% количество ложных решений больше числа истинных;

2) при уровнях сходства от 30% до примерно 42% есть и истинные и ложные положительные решения, но число истинных решений больше числа

ложных и доля истинных решений возрастает при увеличении уровня сходства;

3) при уровнях сходства выше 42% ложные положительные решения не встречаются.

На рисунке 9 приведен Help по режиму 3.4, в котором описаны меры достоверности моделей, применяемые в системе «Эйдос»:

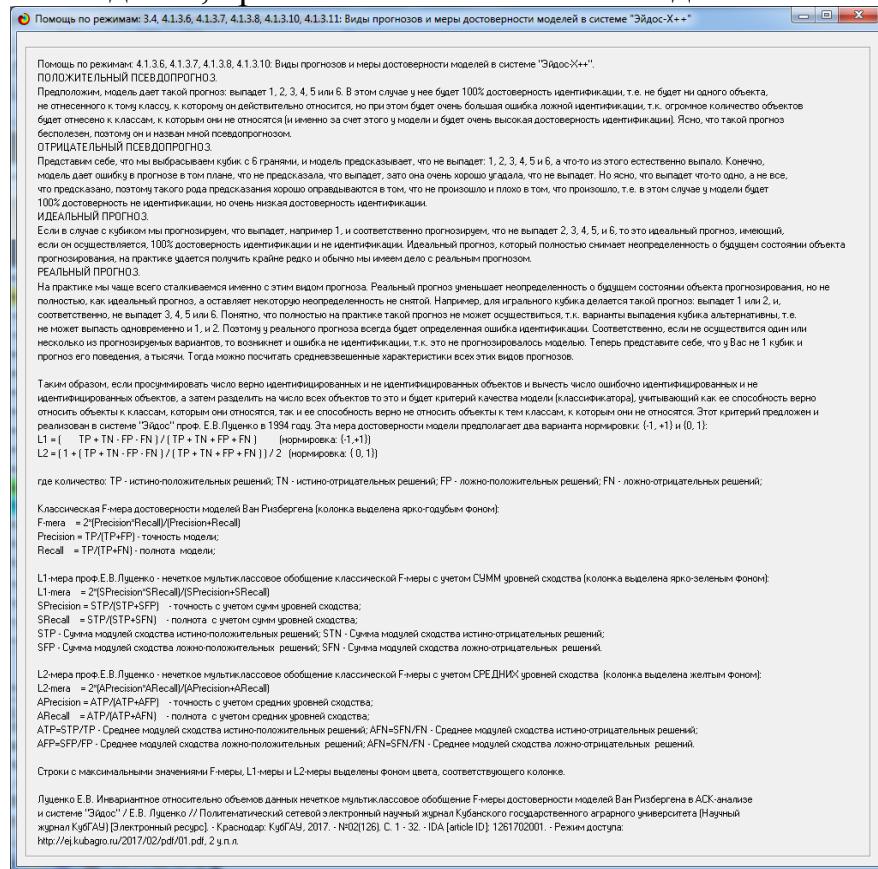


Рисунок 9. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 1), присвоим СК-модели INF3 статус текущей модели. Для этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 10):

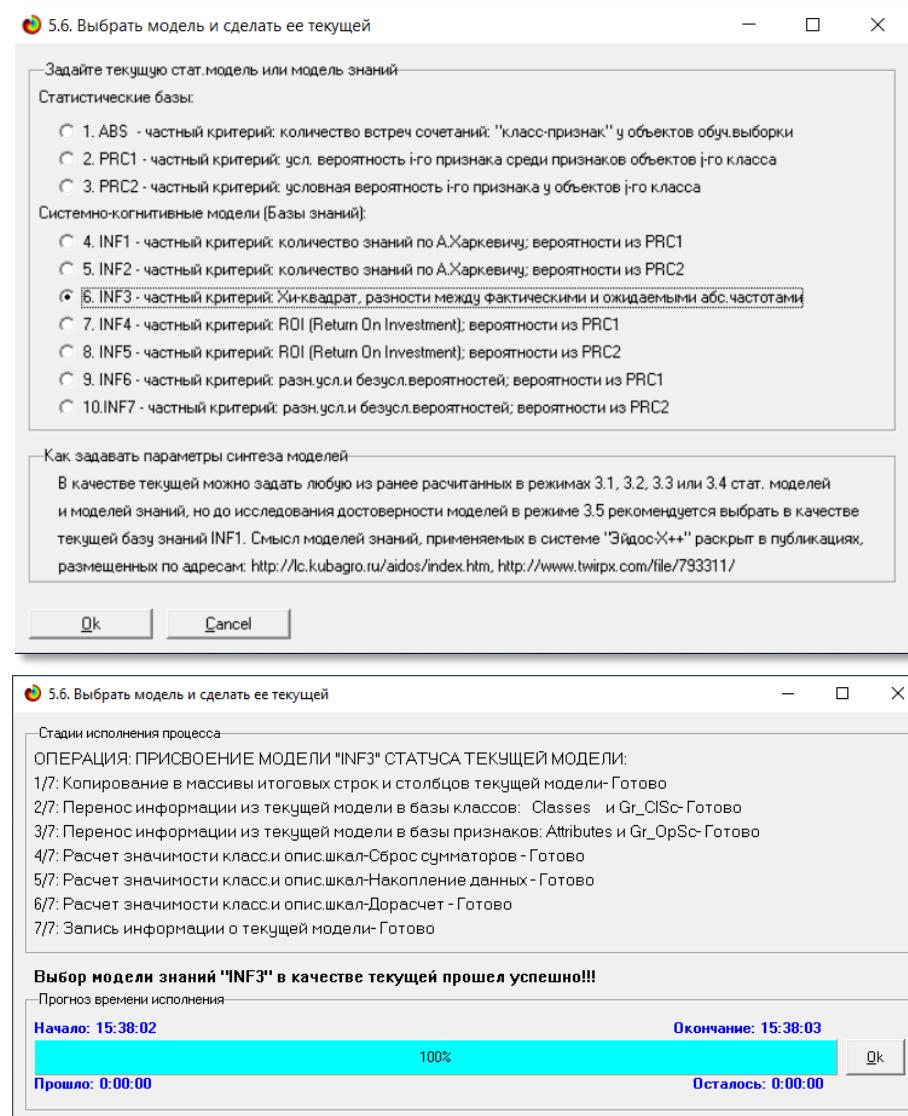


Рисунок 10. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf3 статуса текущей модели

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 гриба на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU (рисунок 11).

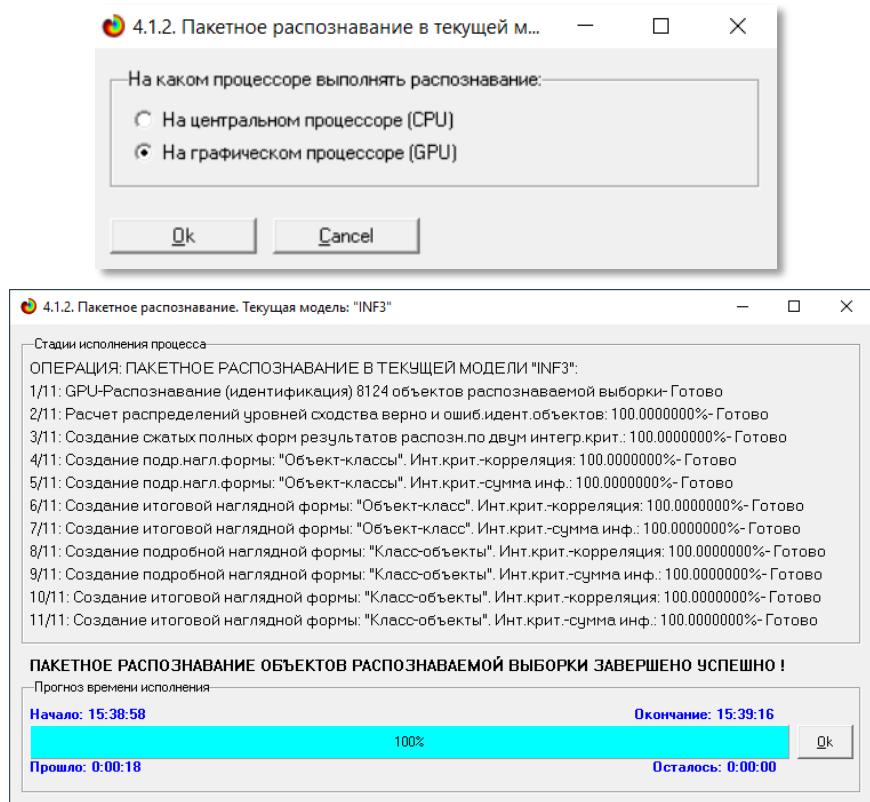


Рисунок 11. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 11 видно, что процесс идентификации занял 2 секунды.

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

Приведем две из этих 10 форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 12).

Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"					
Код	Наименование класса	Сходство	Ф...	Сходство	
2	CLASS-ядовитый	7,956...	v	■■■	
1	CLASS-съедобный	-7,956...		■■■■■	
Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"					
Код	Наименование класса	Сходство	Ф...	Сходство	
2	CLASS-ядовитый	7,956...	v	■■■	
1	CLASS-съедобный	-7,956...		■■■■■	

Распознаваемые объекты

Код	Нам.объекта
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23

Помощь | 9 классов | Классы с MaxMin УрСх | 9 классов с MaxMin УрСх | ВСЕ классы | ВКЛ. фильтр по класс.шкале | ВыКЛ.фильтр по класс.шкале | Графдиаграммы

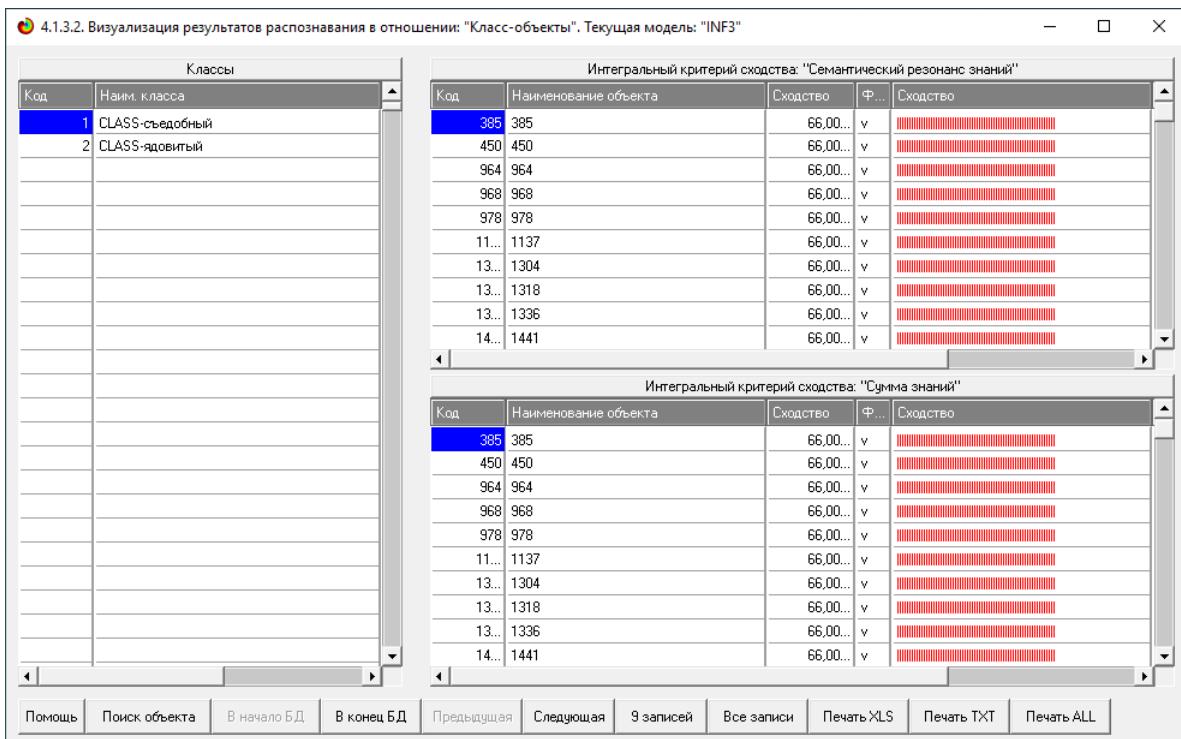


Рисунок 12. Выходные формы по результатам идентификации класса гриба по его характеристикам

Символ « \vee » 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 гриба на его вид.

В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом *выявляется система детерминации заданного класса*, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу, а также препятствующих этому переходу.

На рисунках 13 приведены SWOT-диаграммы наглядно отражающие силу и направление влияния различных значений характеристик грибов на его вид.

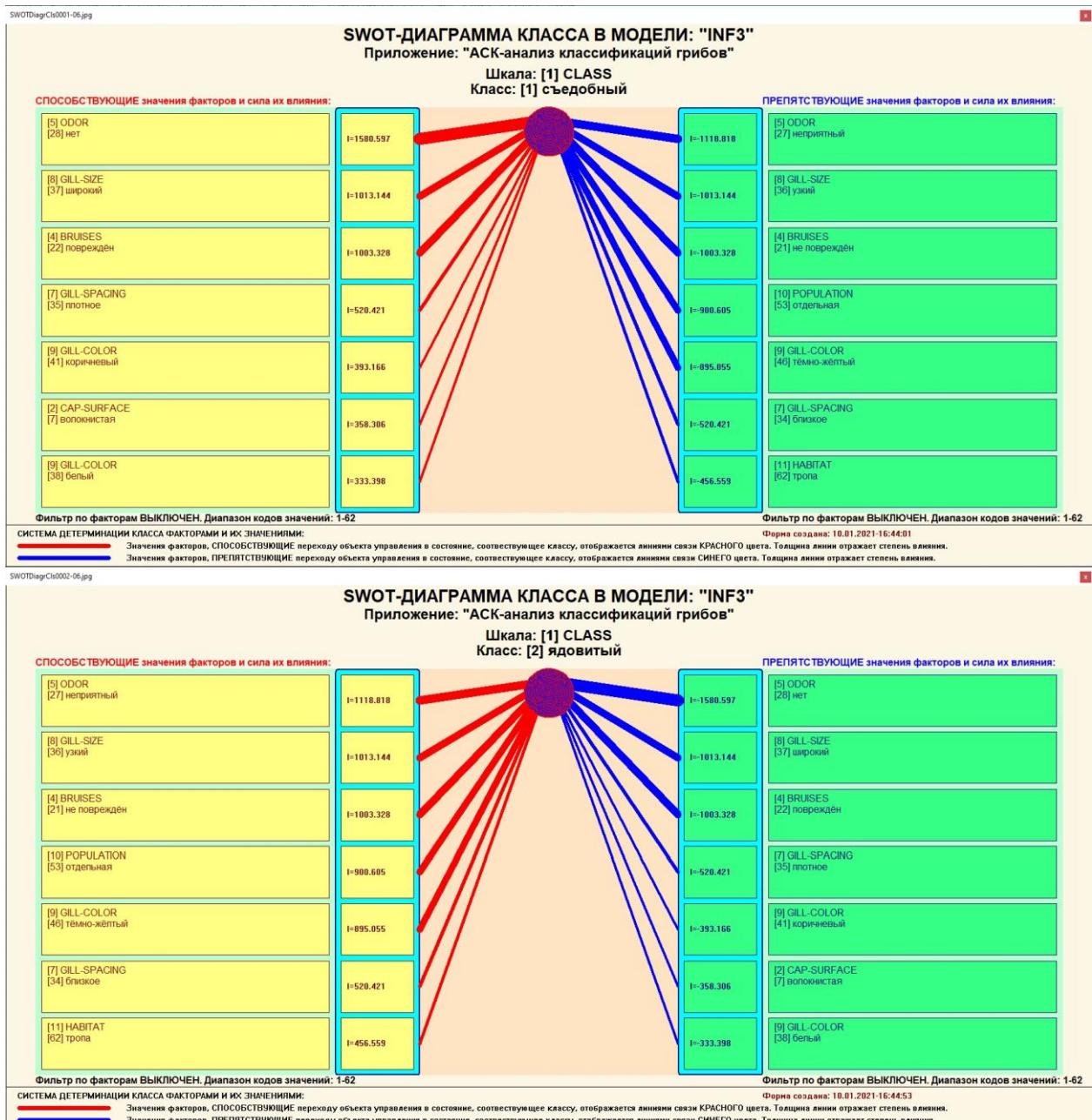


Рисунок 13. SWOT-диаграммы детерминации характеристик гриба

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений характеристик гриба на его вид.

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.



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

УТВЕРЖДАЮ
директор Северо-Кавказского филиала
ВНИИ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
З.М.Трахов
1987г.

На настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М.,
Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в
соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между
Северо-Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским
сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-
Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие ра-
боты:

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

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

- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов;
- распределение информативностей признаков (в битах) для распозна-
вания 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
Ляшко М.М. Кириченко
19.05.1987г.

Мл. научный сотрудник
Ляшко Г.А. Ляшко
19.05.1987г.

От СКФ ВНИИ "АИУС-агроресурсы":

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

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

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

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

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 15).

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны **количественные** оценки сходства/различия видов грибов из выборки 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 классов грибов по связанным с ними значениям их характеристик.

В системе «Эйдос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 15. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 16.

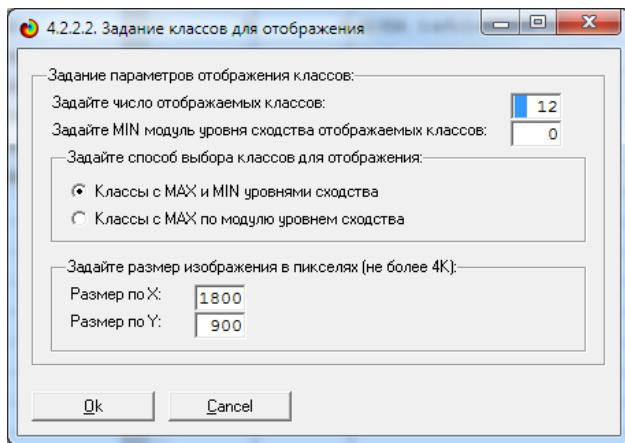


Рисунок 16. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

4.3.2. Когнитивные диаграммы значений факторов

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

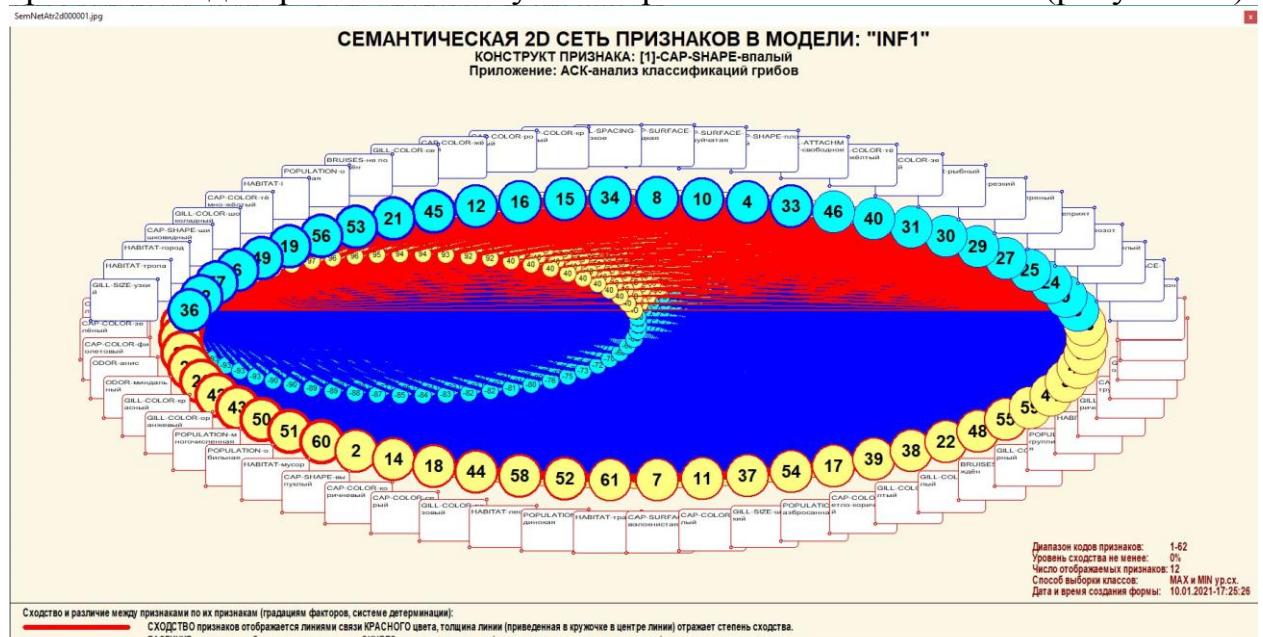


Рисунок 17. сходство/различие признаков грибов в соответствии с их характеристиками

Из рисунка 17 видно, что все значения факторов образуют два крупных кластера, противоположных по их смыслу. Эти кластеры образуют полюса конструкта.

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 17, показаны **количественные** оценки сходства/различия значений факторов, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно

делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

Диаграмма, приведенная на рисунке 15, получена при параметрах, приведенных на рисунке 17.

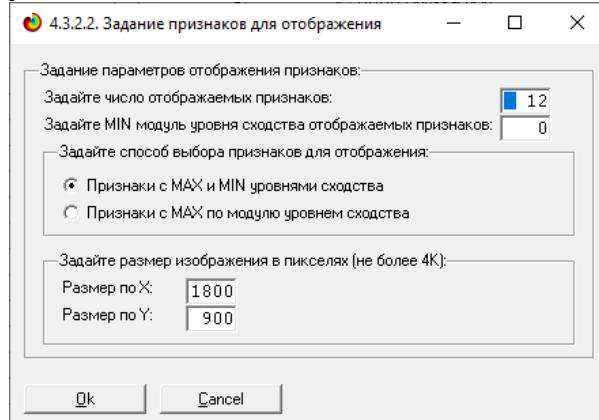


Рисунок 18. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 17

4.3.3. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 19 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 20 - фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

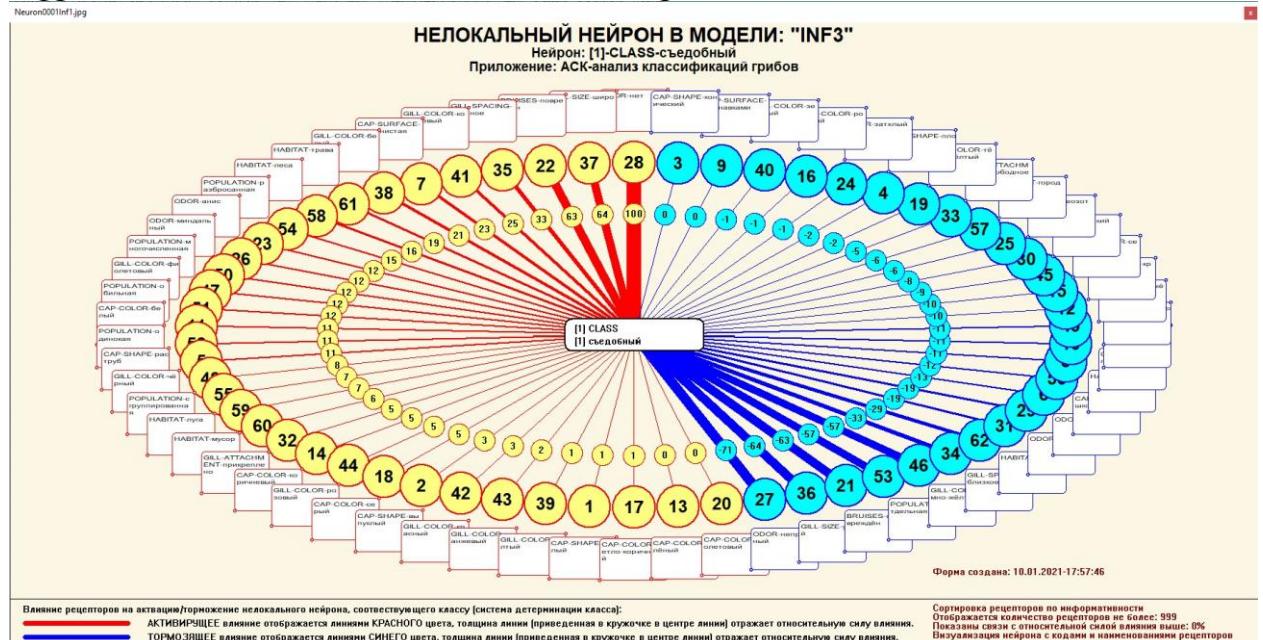


Рисунок 19. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений характеристик грибов на его вид

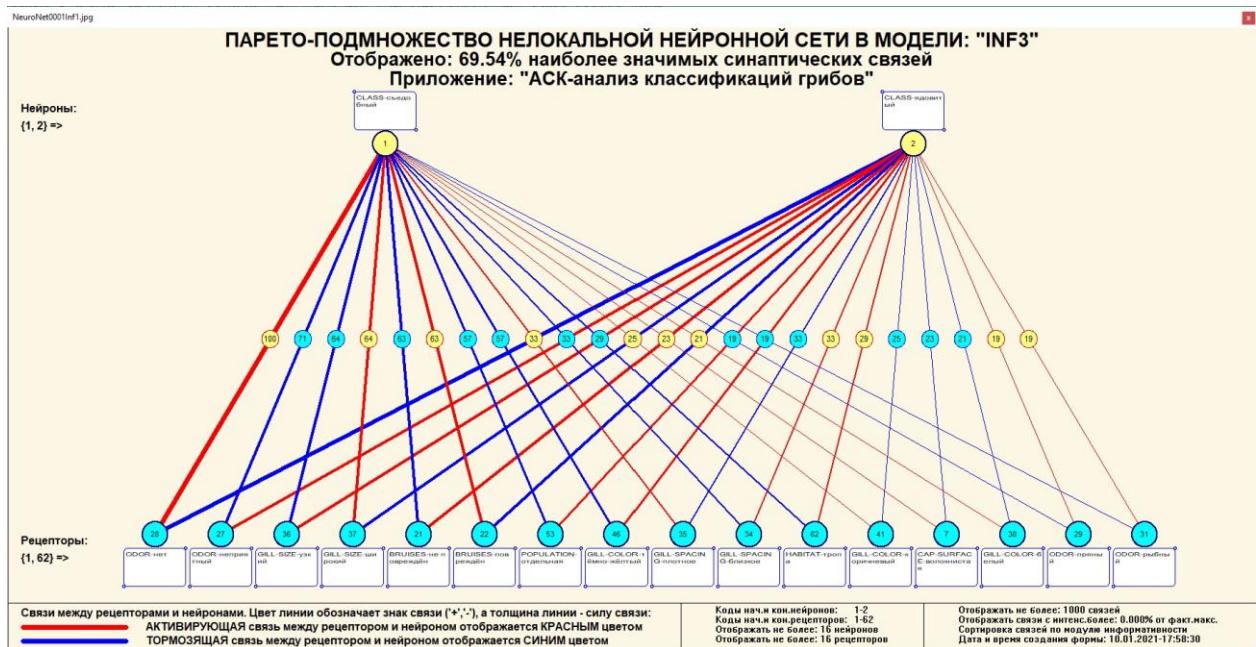


Рисунок 20. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений характеристик грибов на его вид (фрагмент 49% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют классу (виду) гриба, 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».

4.3.4. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 21 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 49% СК-модели Inf3.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отображенными соответственно на рисунках 15 и 17, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 20.

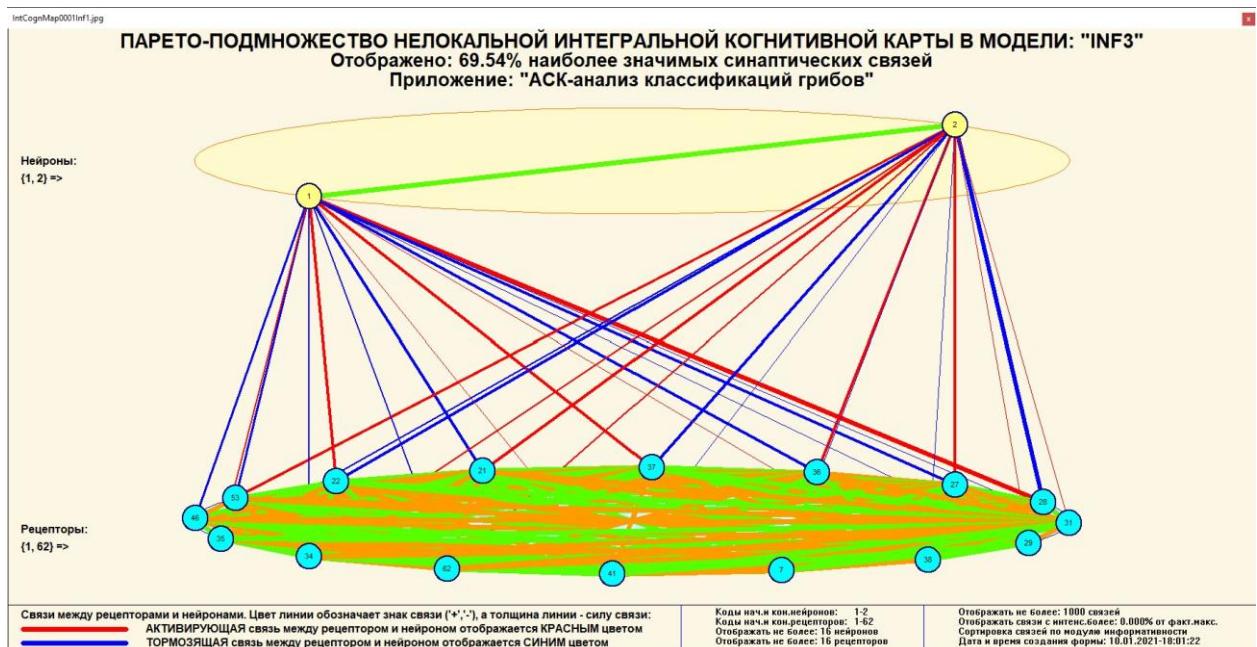


Рисунок 21. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.5. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 22).

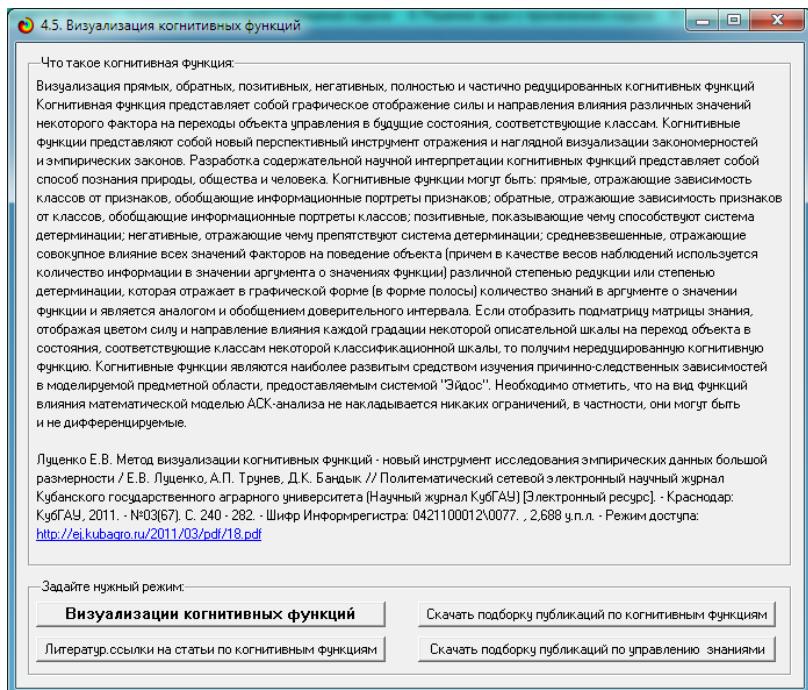


Рисунок 22. Help режима визуализации когнитивных функций

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.

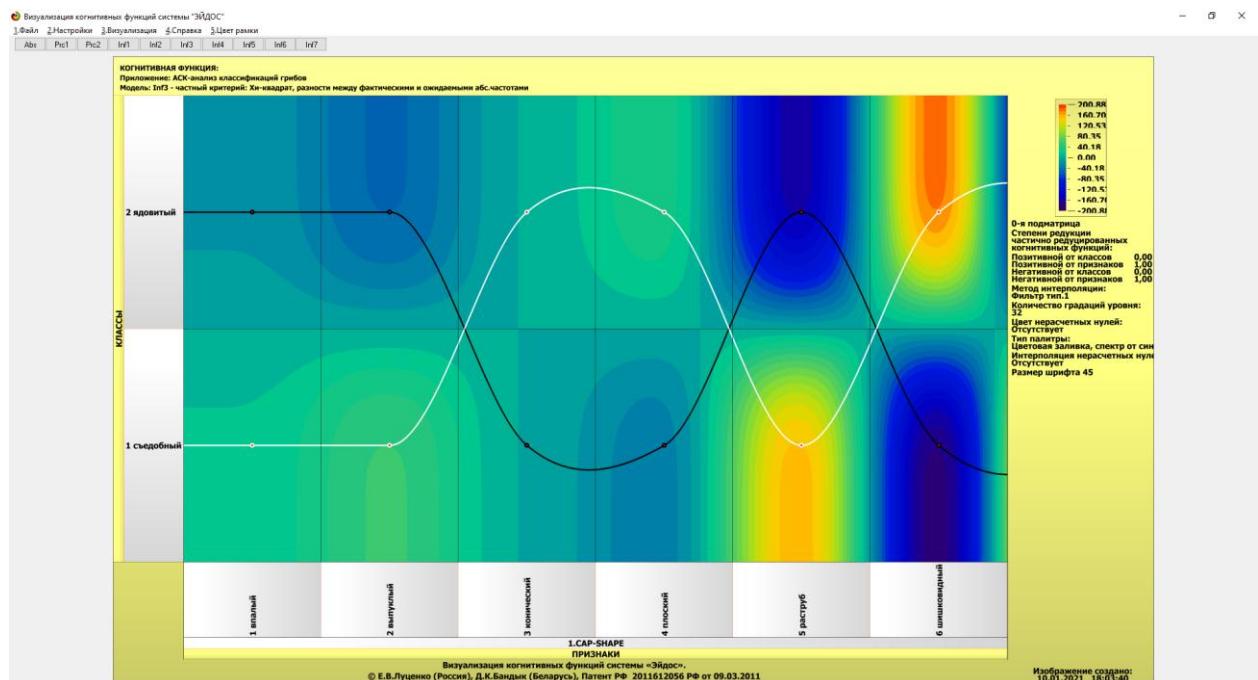
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой

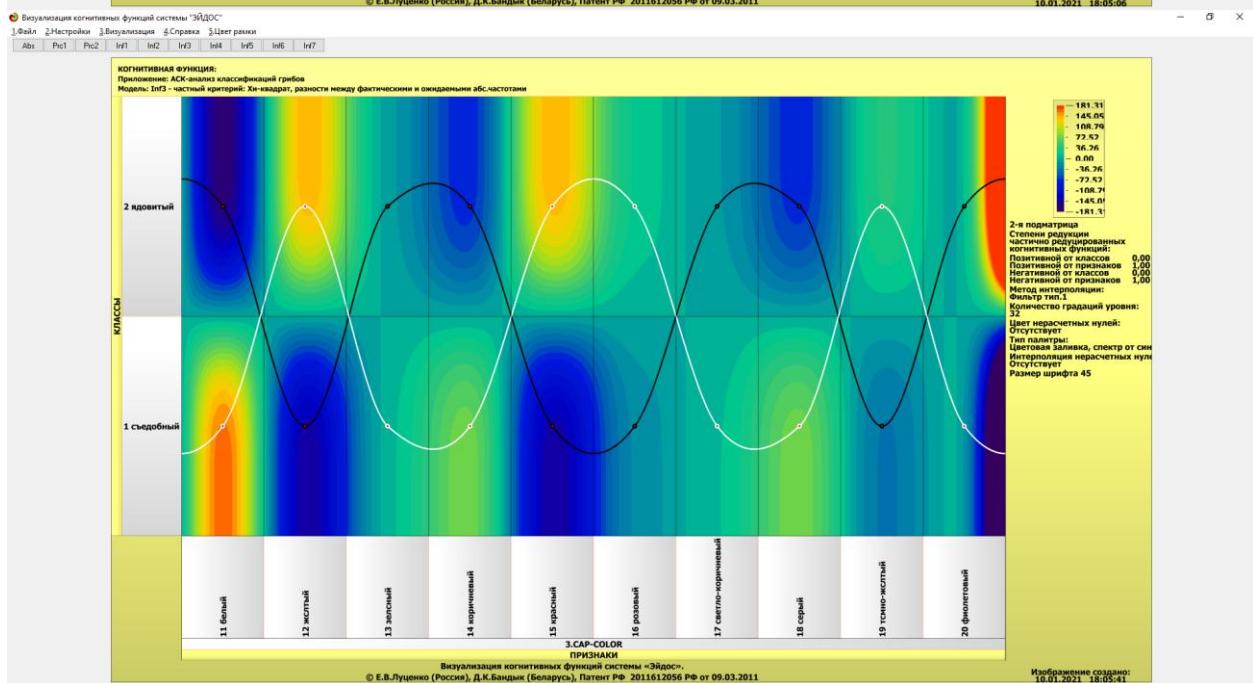
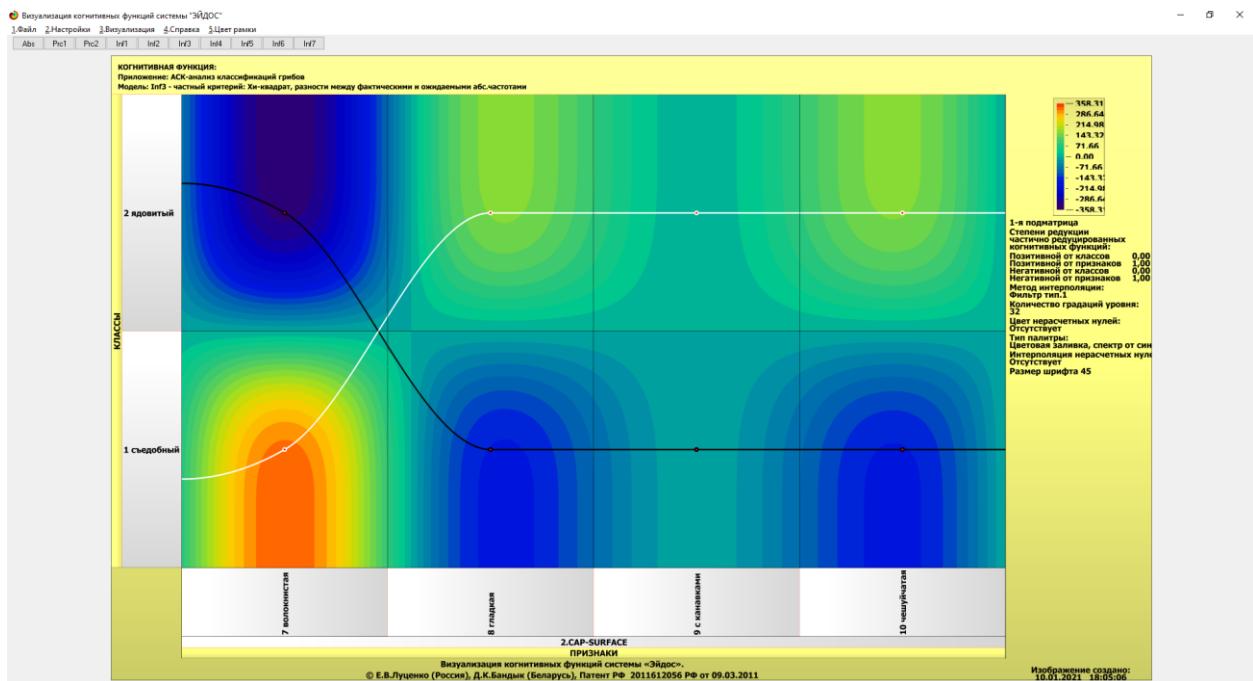
классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

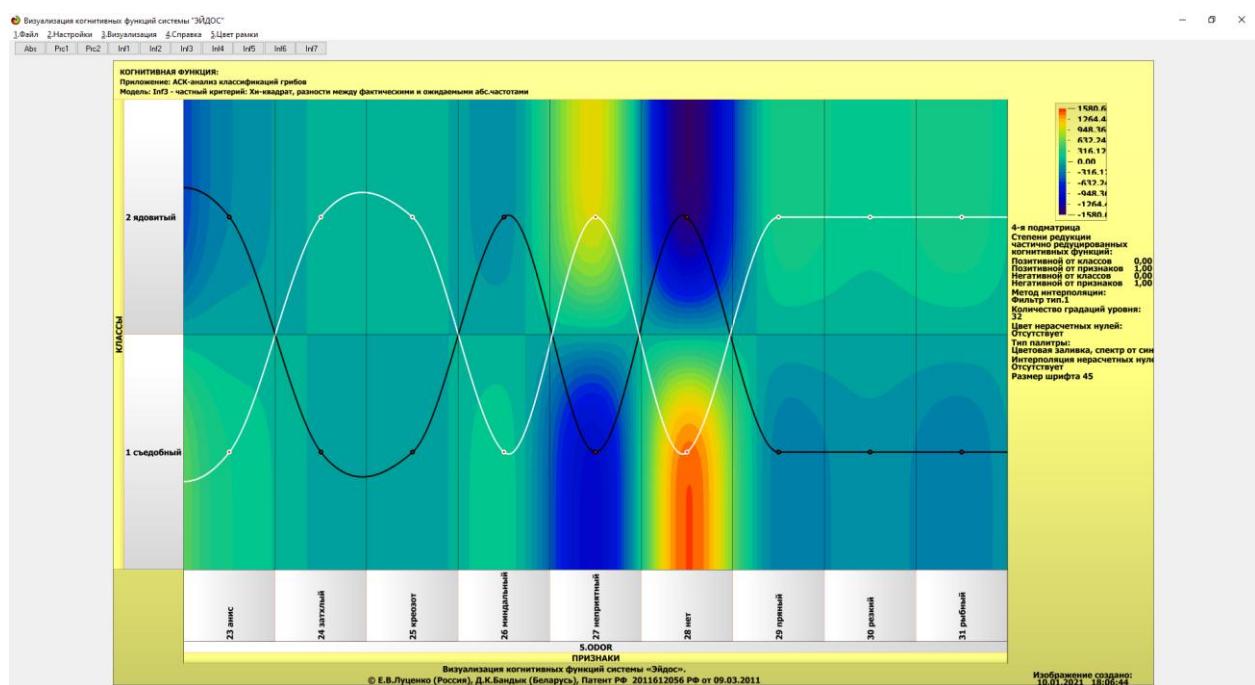
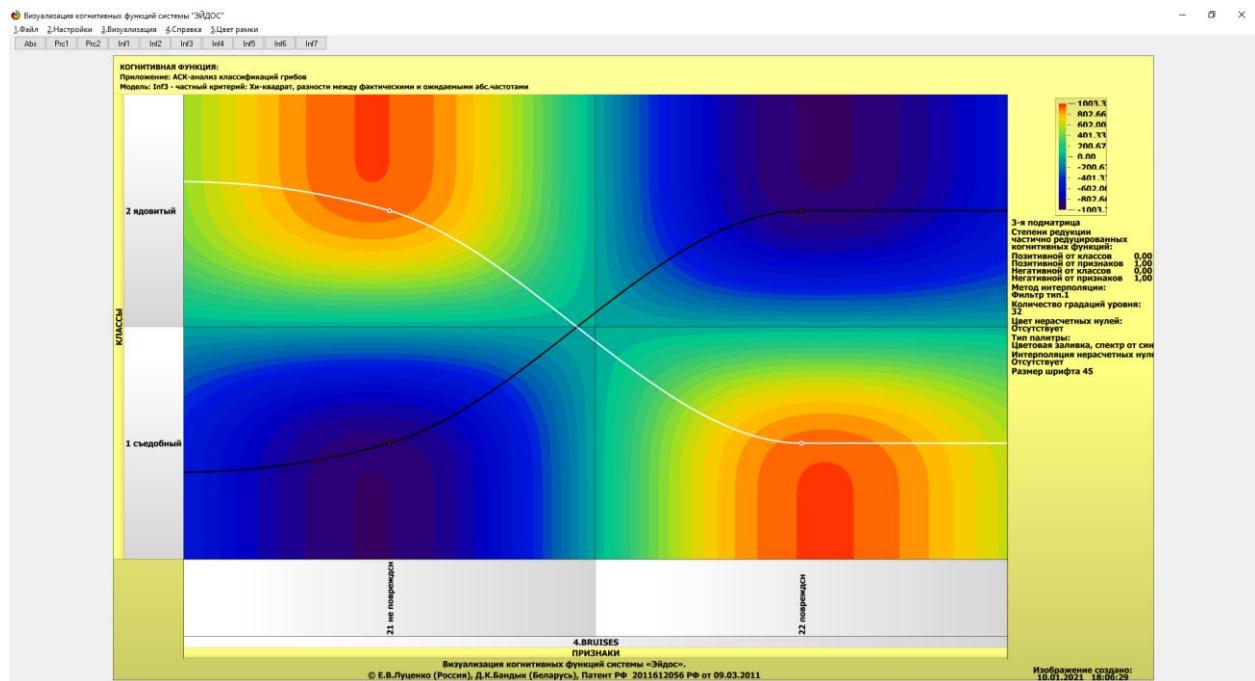
Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос".

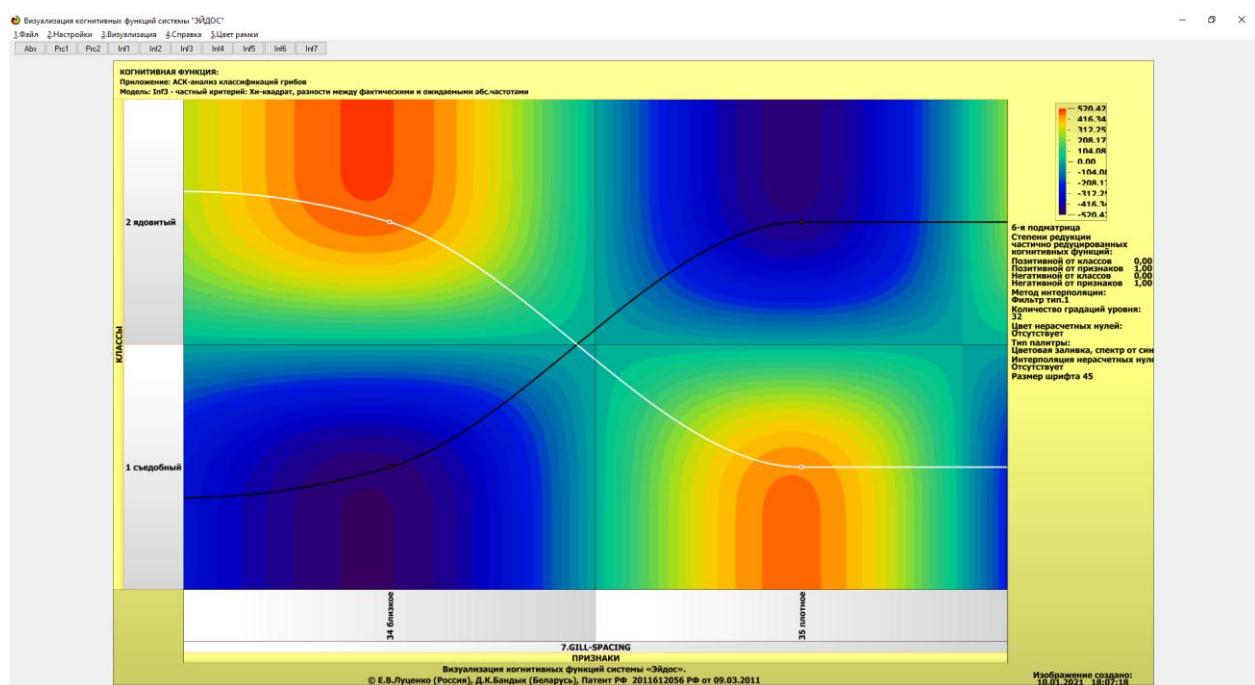
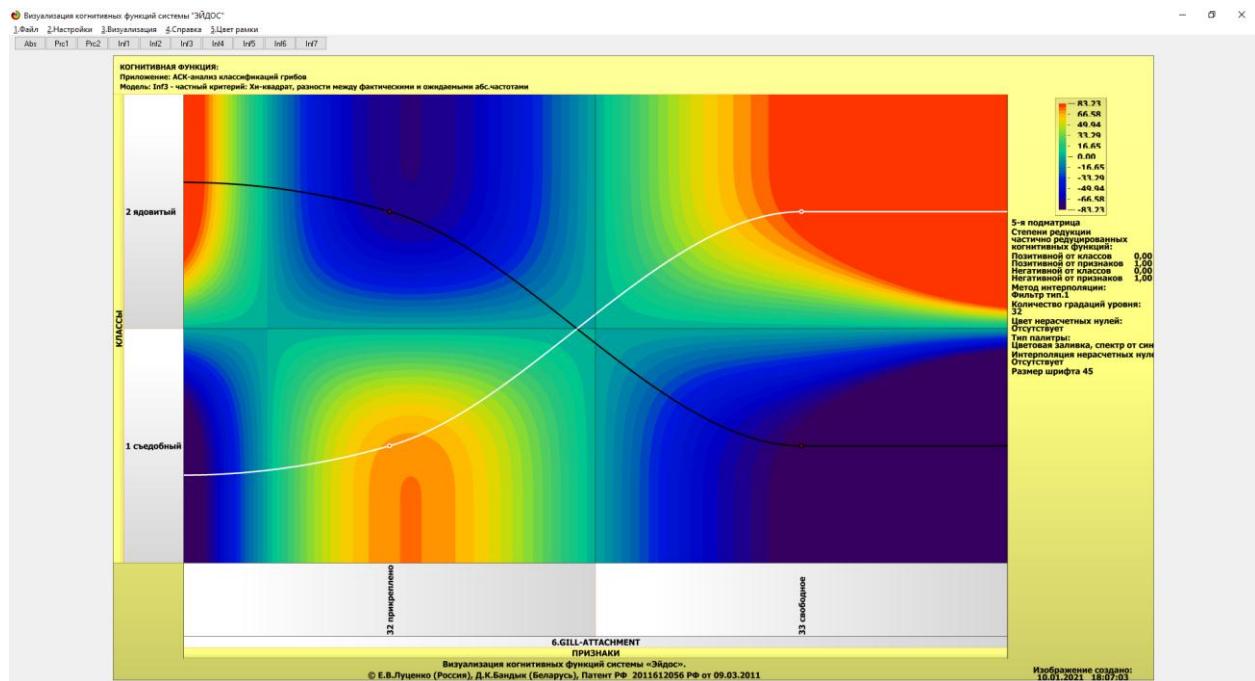
Необходимо отметить, что ***на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений***, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

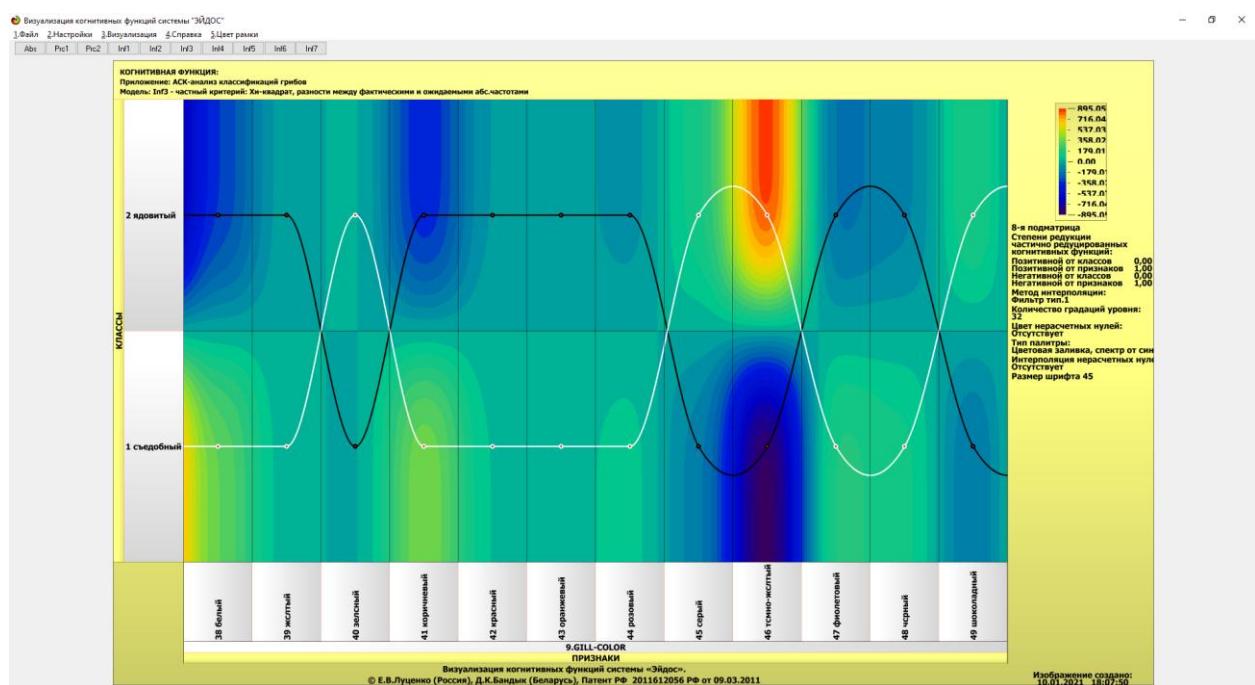
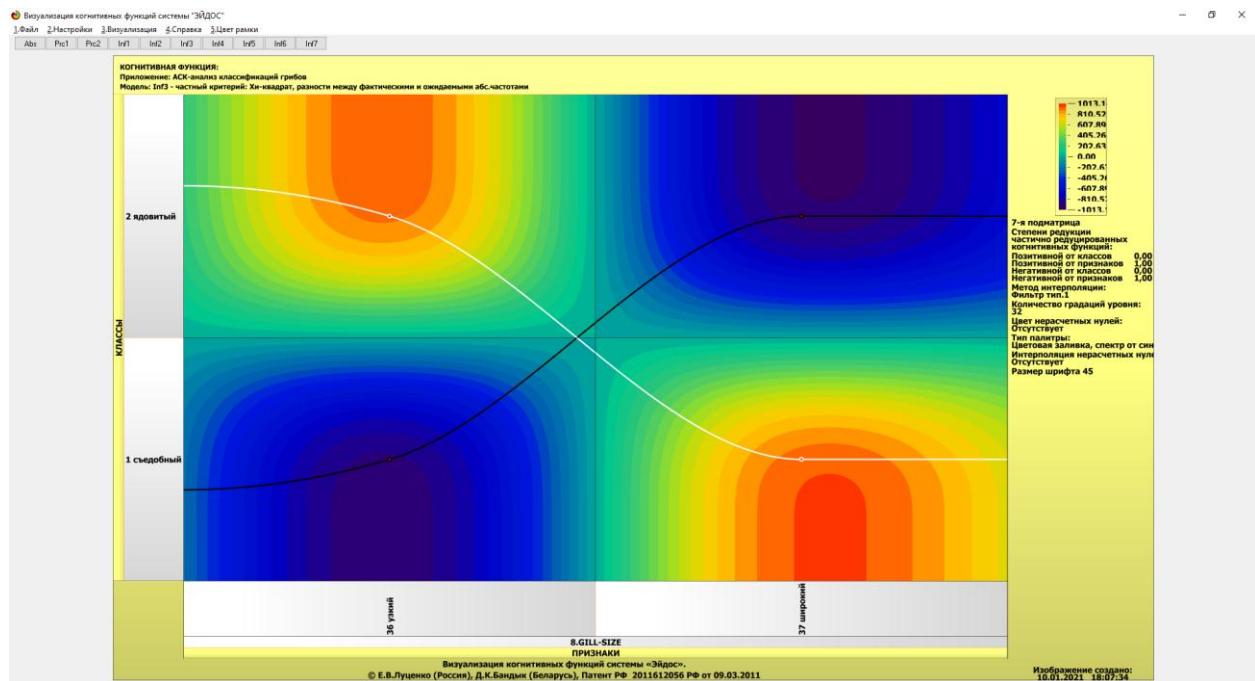
На рисунках 23 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных характеристик грибов на его класс.











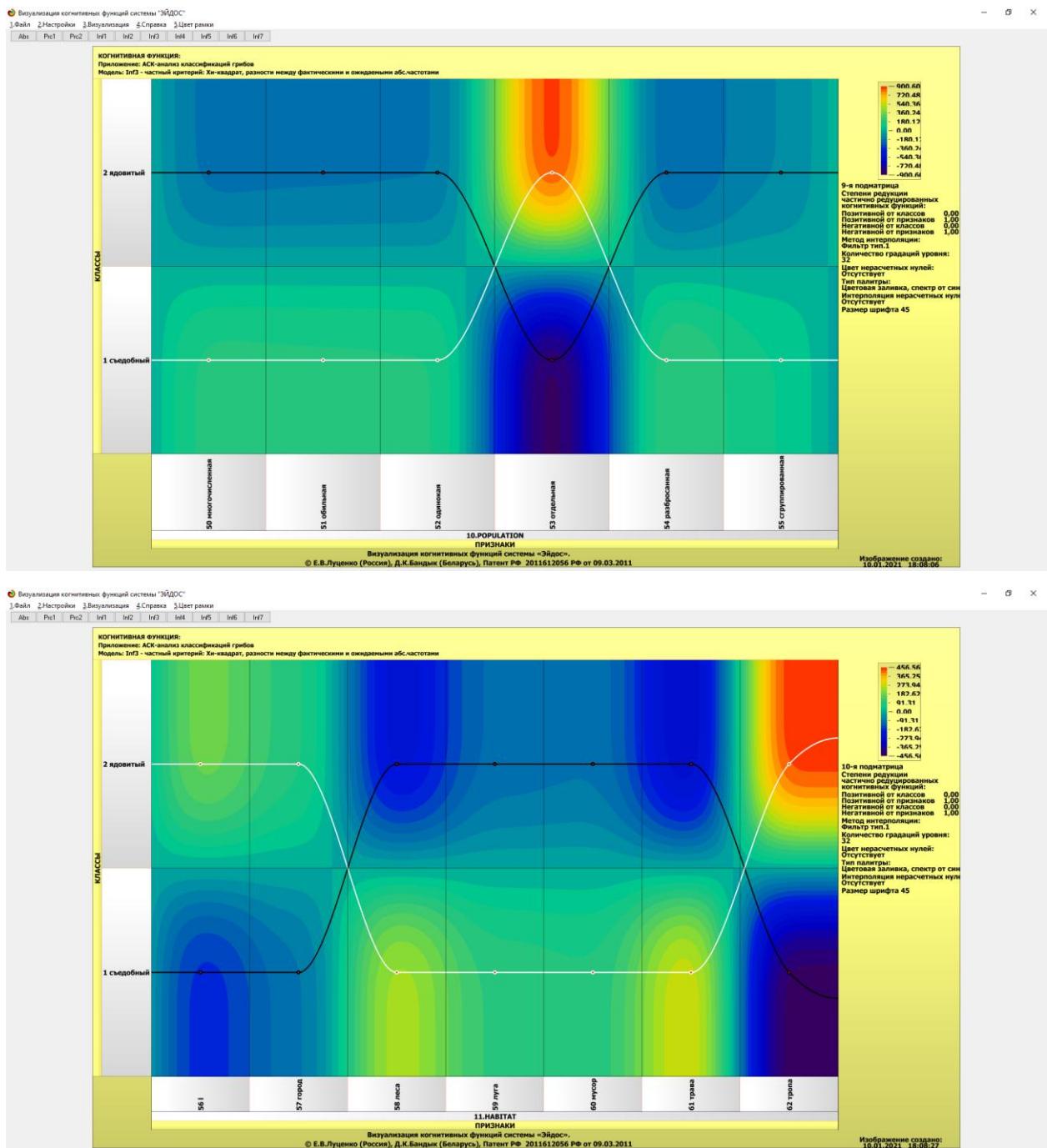


Рисунок 23. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих силу и направление влияния значений характеристик гриба на его вид

7. Выводы

Как показывает анализ результатов численного эксперимента предложенное и реализованное в системе «Эйдос» решение поставленных задач является вполне эффективным, что позволяет обоснованно утверждать, что цель работы достигнута, поставленная проблема решена.

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным классам грибов, изучено влияние характеристик грибов из выборки на эти классы, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №249 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. 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.
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 Ризбергена в АСКанализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политехнический 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 // Политехнический 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 // Политехнический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf> 3,062 у.п.л.
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 // Политехнический 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-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.

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.регистр.№ 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>