

УДК 004.8

**Автоматизированный системно-когнитивный анализ традиционной индийской кухни**

Абкаров Шамил Ризванович

студент факультета ПИ, группы ИТ2003

[abkarov02@gmail.com](mailto:abkarov02@gmail.com)

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

Целью данной работы является изучение влияния факторов на разнообразие традиционной индийской кухни. Достижение данной цели представляет большой личный интерес. Для нас это позволит получить знания в работе с универсальной когнитивной аналитической системой «Эйдос-X++», а также получить зачет. Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (ACK-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>2</b>
<b>ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>6</b>
<b>ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>7</b>
<b>ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И.....</b>	<b>11</b>
<i>Верификация статистических и системно-когнитивных моделей.....</i>	<i>13</i>
Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости факторов и их характеристик.....	13
Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей.....	15
<b>ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ.....</b>	<b>16</b>
Подзадача 4.1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (диагностика, .....	16
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ).....	19
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.....	21
<b>4.3.1. КОГНИТИВНЫЕ ДИАГРАММЫ КЛАССОВ.....</b>	<b>21</b>
<b>4.3.2. АГЛОМЕРАТИВНАЯ КОГНИТИВНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ КЛАССОВ .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3.3. АГЛОМЕРАТИВНАЯ КОГНИТИВНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.4. НЕЛОКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ И НЕЛОКАЛЬНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3.5. 3D-ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КОГНИТИВНЫЕ КАРТЫ .....</b>	<b>31</b>
<b>4.3.6. КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ.....</b>	<b>32</b>
<b>7. ВЫВОДЫ.....</b>	<b>40</b>

**Automated systemic cognitive analysis of alcohol consumption by students**

Abkarov Shamil Rizvanovich

student of the faculty of PI, group

IT2003 [bogdanovm865@gmail.com](mailto:bogdanovm865@gmail.com)

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

The aim of this work is to study of the influence of factors on variety of traditional Indian cuisine. Achieving this goal is of great personal interest. For us, this will allow us to gain knowledge in the work with the universal cognitive analytical system "Eidos-HI" as well as get credit. To achieve this goal, Automated System and Cognitive Analysis (ASC-Analysis) and its software toolkit, the Eidos intelligent system, are used.

Key words: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM.

## **Введение**

**Целью** данной работы является изучение разнообразие индийской кухни.

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

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

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

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

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

- подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация);

- подзадача 4.2. Поддержка принятия решений;

- подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты, когнитивные функции).

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

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

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

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>), 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](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm)), причем с актуальными исходными текстами ([http://lc.kubagro.ru/\\_AIDOS-X.txt](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 229, соответственно) ([http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](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](http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf));

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

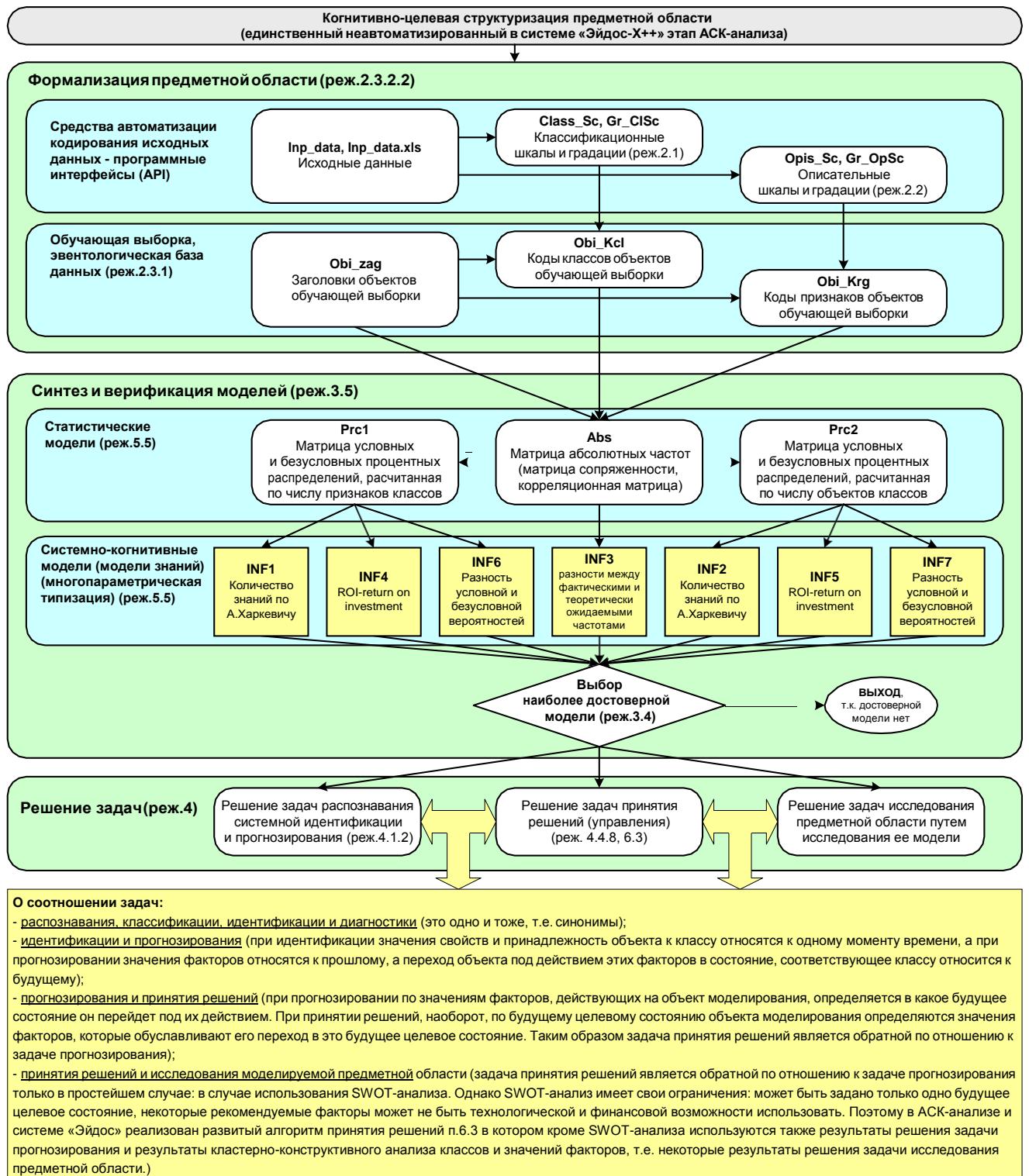
- вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)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

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

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

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

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



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

Рассмотрим решение поставленных задач в подробном численном примере.

## **Задача 1: когнитивная структуризация предметной области**

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

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

Это значит:

- во-первых, что содержательная интерпретация СК-моделей – это компетенция специалистов-экспертов хорошо разбирающихся в данной предметной области. Иногда встречается ситуация, когда и то, что на первый взгляд являются причинами, и то, что казалось бы является их последствиями, на самом деле являются последствиями неких глубинных причин, которых мы не видим и никоим образом непосредственно не отражаем в модели;
- во-вторых, даже если содержательной интерпретации не разработано, то в принципе это не исключает возможности пользоваться ими на практике для достижения заданных результатов и поставленных целей, т.е. для управления.

В данной работе в качестве классификационной выберем регион, в котором блюдо имеет популярность (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на разнообразие индийской кухни – ингредиенты, диета, время подготовки, время готовки, аромат, тип блюда и штат в котором это блюдо имеет популярность.(таблица 2):

Таблица 1 – Классификационная  
шкала

Код	Наименование
1	region

Таблица 2 – Описательные шкалы

Код	Наименование
1	ingredients
2	diet
3	prep_time
4	cook_time
5	flavor_profile
6	course
7	state

## Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (рисунок 2) получены из Kaggle.

No	name	ingredients	diet	prep_time	cook_time	flavor_profile	course	state	region
1	Balu shahi	Maida flour yogurt oil sugar	vegetarian	45	25	sweet	dessert	West_Bengal	East
2	Boondi	Gram flour ghee sugar	vegetarian	80	30	sweet	dessert	Rajasthan	West
3	Gajar ka halwa	Carrots milk sugar ghee cashews raisins	vegetarian	15	60	sweet	dessert	Punjab	North
4	Ghevar	Flour ghee kevra milk clarified butter sugar almonds pistachio saffron green cardamom	vegetarian	15	30	sweet	dessert	Rajasthan	West
5	Gulab jamun	Milk powder plain flour baking powder ghee milk sugar water rose water	vegetarian	15	40	sweet	dessert	West_Bengal	East
6	Imarti	Sugar syrup lentil flour	vegetarian	10	50	sweet	dessert	West_Bengal	East
7	Jalebi	Maida corn flour baking soda vinegar curd water turmeric saffron cardamom	vegetarian	10	50	sweet	dessert	Uttar_Pradesh	North
8	Kaju katli	Cashews ghee cardamom sugar	vegetarian	10	20	sweet	dessert		
9	Kalakand	Milk cottage cheese sugar	vegetarian	20	30	sweet	dessert	West_Bengal	East
10	Kheer	Milk rice sugar dried fruits	vegetarian	10	40	sweet	dessert		
11	Laddu	Gram flour ghee sugar	vegetarian	10	40	sweet	dessert		
12	Lassi	Yogurt milk nuts sugar	vegetarian	5	5	sweet	dessert	Punjab	North
13	Nankhatai	Refined flour besan ghee powdered sugar yoghurt green cardamom	vegetarian	20	30	sweet	dessert		
14	Petha	Firm white pumpkin sugar kitchen lime alum powder	vegetarian	10	30	sweet	dessert	Uttar_Pradesh	North
15	Phirni	Rice sugar nuts	vegetarian	30	20	sweet	dessert	Odisha	East
16	Rabri	Condensed milk sugar spices nuts	vegetarian	10	45	sweet	dessert	Uttar_Pradesh	North
17	Sheera	Semolina ghee nuts milk	vegetarian	10	25	sweet	dessert	Maharashtra	West
18	Singori	Khoa coconut molu leaf	vegetarian	10	20	sweet	dessert	Uttarakhand	North
19	Sohan halwa	Corn flour ghee dry fruits	vegetarian	10	60	sweet	dessert	Uttar Pradesh	North
20	Sohan papdi	Gram flour ghee sugar milk cardamom	vegetarian	0	60	sweet	dessert	Maharashtra	West
21	Chhena jalebi	Chhena sugar ghee	vegetarian	10	50	sweet	dessert	Odisha	East
22	Chhena kheeri	Chhena sugar milk	vegetarian	0	60	sweet	dessert	Odisha	East
23	Chhena poda	Sugar chhena cheese	vegetarian	10	45	sweet	dessert	Odisha	East
24	Cham cham	Flour cream sugar saffron lemon juice coconut flakes	vegetarian	40	60	sweet	dessert	West_Bengal	East
25	Kheer sagar	Chhena condensed milk sugar saffron cardamom	vegetarian	25	60	sweet	dessert	Odisha	East
26	Ledikeni	Chhena sugar ghee	vegetarian	45	45	sweet	dessert	West_Bengal	East
27	Lyangcha	Flour fried milk power sugar syrup	vegetarian	20	30	sweet	dessert	Assam	North_East
28	Malapua	Yoghurt refined flour ghee fennel seeds	vegetarian	10	120	sweet	dessert	Bihar	North
29	Mihidana	Besan flour sugar ghee	vegetarian	15	30	sweet	dessert	West_Bengal	East
30	Misti doi	Milk Jaggery	vegetarian	480	30	sweet	dessert	West_Bengal	East
31	Pantua	Chhena sugar ghee flour	vegetarian	45	45	sweet	dessert	West_Bengal	East
32	Pithe	Rice flour wheat flour	vegetarian	15	35	sweet	dessert	Assam	North_East
33	Rasabali	Chenna sweetened milk	vegetarian	15	30	sweet	dessert	Odisha	East
34	Ras malai	Chhena reduced milk pistachio	vegetarian	180	60	sweet	dessert	West_Bengal	East
35	Rasgulla	Chhena sugar cardamom	vegetarian	10	90	sweet	dessert	West_Bengal	East
36	Sandesh	Milk sugar saffron cardamom	vegetarian	30	20	sweet	dessert	West_Bengal	East
37	Adhirasam	Rice flour jaggery ghee vegetable oil elachi	vegetarian	10	50	sweet	dessert	West_Bengal	East
38	Ariselu	Rice flour jaggery ghee	vegetarian	15	75	sweet	dessert	Andhra_Pradesh	South

Рисунок 2 – Исходные данные для ввода в систему «Эйдос» (фрагмент)

Затем с параметрами, показанными на рисунке 3, запустим режим 2.3.2.2 системы «Эйдос», представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) с внешними данными табличного типа.

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

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

Задайте тип файла исходных данных: "Inp\_data":

- XLS - MS Excel 2003
- XLSX- MS Excel 2007(2010)
- DBF - DBASE IV (DBF/NTX)
- CSV - CSV => DBF конвертер

Стандарт XLS-файла  
Стандарт DBF-файла  
Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

- Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных
- Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных
- Создавать БД средних по классам "Inp\_davr.dbf"?
- Требования к файлу исходных данных

Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:   
Конечный столбец классификационных шкал:

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:   
Конечный столбец описательных шкал:

Задайте режим:

- Формализации предметной области (на основе "Inp\_data")
- Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp\_aspr")

Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp\_data":

- Не применять сценарий метод АСК-анализа
- Применить спец.интерпретацию текстовых полей классов
- Применить спец.интерпретацию текстовых полей признаков

**Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp\_data":**

Интерпретация TXT-полей классов:

- Значения полей текстовых классификационных шкал Файла исходных данных "Inp\_data" рассматриваются как целое

В качестве признаков рассматриваются:

- Значения полей целиком
- Элементы значений полей - слова > символов:
- Элементы значений полей - символы

Проводить лемматизацию  
 Не проводить лемматизацию

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

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

**2.3.2.2. Задание размерности модели системы "ЭЙДОС-Х++"**

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [7 x 308]

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	2	20	10,00
Текстовые	1	7	7,00	5	288	57,60
ВСЕГО:	1	7	7,00	7	308	44,00

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В описательных шкалах:

**Я** Пересчитать шкалы и градации      Выйти на создание модели

Рисунок 3. 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 10 числовых интервальных значения.

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

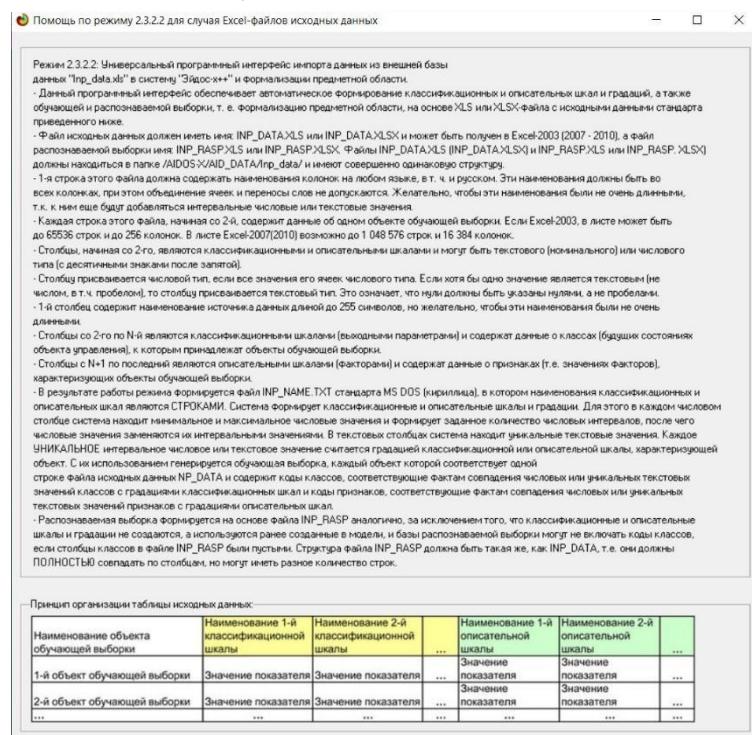


Рисунок 4. Экранная форма HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

В результате работы режима сформирована 1 классификационная шкала с суммарным количеством градаций (классов) 1 (таблица 3) и 7 описательных шкал с суммарным числом градаций 308 (таблица 4). С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные данные (рисунок 2) были закодированы и в результате получена обучающая выборка (таблица 5):

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации

Код	Наименование
1	region

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации

Код	Наименование
1	ingredients
2	diet
3	prep_time
4	cook_time
5	flavor_profile
6	course
7	state

2.3.1. Ручной ввод-корректировка обучающей выборки. Текущая модель: "INF1"

Код объекта	Наименование объекта	Дата	Время
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Код объекта	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
1	2	0	0	0

Код объекта	Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Признак 5	Признак 6	Признак 7
1	171	117	312	280	315	316	326
1	339	340	366	0	0	0	0

Рисунок 4а. Обучающая выборка (фрагмент)

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

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

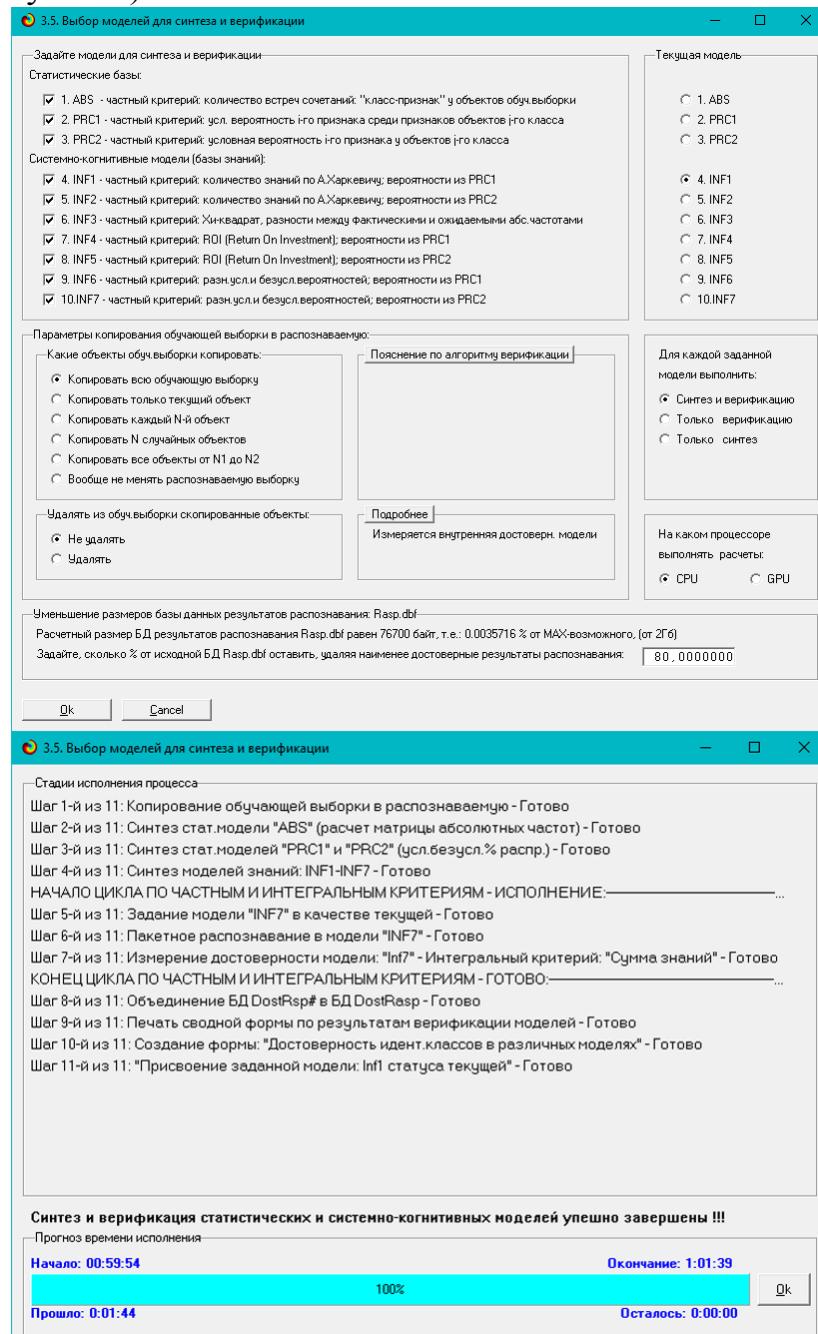


Рисунок 5. Экранные формы режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

Из рисунка 5 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 1 минуту 44 секунды. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался центральный процессор (CPU). На графическом процессоре (GPU) выполнение этих операций занимает значительно меньшее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз быстрее). Таким образом, неграфические вычисления на центральном процессоре делает невозможной 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 приемника	Наименование описательной шкалы и градации	Случайные встречи сочетаний "Класс-приемник" у объектов облучения						Среднее	Станд. квад. откл.
		1 REGION CENTRAL	2 REGION EAST	3 REGION NORTH	4 REGION NORTH_EAST	5 REGION SOUTH	6 REGION WEST		
1	INGREDIENTS-acid					1	1	0.17	0.41
2	INGREDIENTS-almond					1	1	0.17	0.41
3	INGREDIENTS-almonds			1	1	3	5	0.83	1.17
4	INGREDIENTS-aloo			1		2	3	0.50	0.84
5	INGREDIENTS-alum		1				1	0.17	0.41
6	INGREDIENTS-amaranth			1			1	0.17	0.41
7	INGREDIENTS-anchur		2				2	0.33	0.82
8	INGREDIENTS-anise			1	1	2	2	0.33	0.52
9	INGREDIENTS-apricots			1		1	1	0.17	0.41
10	INGREDIENTS-arihi			1		2	2	0.33	0.82
11	INGREDIENTS-ashor	1			2	2	5	0.83	0.98
12	INGREDIENTS-arrowroot	1					1	0.17	0.41
13	INGREDIENTS-ata		2				2	0.33	0.82
14	INGREDIENTS-avocado	1			1		2	0.33	0.52
15	INGREDIENTS-awine			1			1	0.17	0.41
16	INGREDIENTS-baby		2			1	3	0.50	0.84
17	INGREDIENTS-badam		1			1	2	0.33	0.52
18	INGREDIENTS-bagi			1			1	0.17	0.41
19	INGREDIENTS-bangai					1	1	0.17	0.41
20	INGREDIENTS-baking	2	2	1	1	4	10	1.67	1.37
21	INGREDIENTS-bamboo			1			1	0.17	0.41
22	INGREDIENTS-banana	1		2	2		5	0.83	0.98
23	INGREDIENTS-basmati			1	1		2	0.33	0.52
24	INGREDIENTS-bean				1		1	0.17	0.41

Код приемника	Наименование описательной шкалы и градации	Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абсолютными						Среднее	Станд. квад. откл.
		1 REGION CENTRAL	2 REGION EAST	3 REGION NORTH	4 REGION NORTH_EAST	5 REGION SOUTH	6 REGION WEST		
1	INGREDIENTS-acid	-0.014	-0.116	-0.223	-0.094	-0.237	0.685		0.346
2	INGREDIENTS-almond	-0.014	-0.116	-0.223	-0.094	-0.237	0.685		0.346
3	INGREDIENTS-almonds	-0.070	-0.582	-1.115	0.531	-0.187	1.423		0.886
4	INGREDIENTS-aloo	-0.042	-0.349	-0.669	0.718	-0.712	1.054		0.735
5	INGREDIENTS-alum	-0.014	-0.116	0.777	-0.094	-0.237	-0.315		0.395
6	INGREDIENTS-amaranth	-0.014	-0.116	-0.223	-0.094	0.763	-0.315		0.388
7	INGREDIENTS-anchur	-0.028	-0.233	1.554	-0.188	-0.475	-0.631		0.791
8	INGREDIENTS-anise	-0.028	-0.233	-0.446	-0.188	0.525	0.369		0.375
9	INGREDIENTS-apricots	-0.014	-0.116	-0.223	-0.094	0.763	-0.315		0.388
10	INGREDIENTS-arihi	-0.028	-0.233	-0.446	-0.188	-0.475	1.369		0.691
11	INGREDIENTS-ashor	0.930	-0.582	-1.115	-0.469	0.813	0.423		0.938
12	INGREDIENTS-arrowroot	0.986	-0.116	-0.223	-0.094	-0.237	-0.315		0.490
13	INGREDIENTS-ata	-0.028	-0.233	1.554	-0.188	-0.475	-0.631		0.791
14	INGREDIENTS-avocado	-0.028	-0.233	0.554	-0.188	-0.475	0.369		0.389
15	INGREDIENTS-awine	-0.014	-0.116	-0.223	0.906	-0.237	-0.315		0.456
16	INGREDIENTS-baby	-0.042	-0.349	1.331	-0.282	-0.712	0.054		0.705
17	INGREDIENTS-badam	-0.028	-0.233	0.554	-0.188	-0.475	0.369		0.389
18	INGREDIENTS-bagi	-0.014	-0.116	0.777	-0.094	-0.237	-0.315		0.395
19	INGREDIENTS-bangai	-0.014	-0.116	-0.223	-0.094	-0.237	0.685		0.346
20	INGREDIENTS-baking	-0.139	0.837	-0.231	0.061	-1.373	0.845		0.822
21	INGREDIENTS-bamboo	-0.014	-0.116	-0.223	0.906	-0.237	-0.315		0.456
22	INGREDIENTS-banana	-0.070	0.418	-1.115	1.531	0.813	-1.577		1.176
23	INGREDIENTS-basmati	-0.028	-0.233	-0.446	0.912	0.525	-0.631		0.564
24	INGREDIENTS-bean	-0.014	-0.116	-0.223	-0.094	0.763	-0.315		0.388

Рисунок 6. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных свойств объектов наблюдения рассматривается с единственной точки зрения: с точки зрения того, какое **количество информации** содержится в них о том, к каким обобщающим категориям (классам) будут принадлежать или не принадлежать эти объекты. Поэтому не играет никакой роли, в каких единицах измерения измеряются те или иные свойства объектов наблюдения, а также в каких единицах измеряются результаты 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.инт.крит. Текущая модель: "INF1"													
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергена	Сумма модул... уровней сход... истинно-поло... решений (STP)	Сумма модул... уровней сход... истинно-отриц... ложно-поло... решений (SFP)	Сумма модул... уровней сход... истинно-отриц... ложно-решений (SPF)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сход... истинно-поло... решений	Сре...		
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас..."	Корреляция abs.частот с обр...	9	1.000	0.318	161.003	499.927	0.244	1.000	0.392	0.668			
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас..."	Сумма abs.частот по признак...	9	1.000	0.318	100.896	228.920	0.306	1.000	0.469	0.419			
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн частот с о...	9	1.000	0.318	161.003	499.927	0.244	1.000	0.392	0.668			
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн частот по приз...	9	1.000	0.318	131.866	437.349	0.232	1.000	0.376	0.547			
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн частот с о...	9	1.000	0.318	161.003	499.927	0.244	1.000	0.392	0.668			
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн частот по приз...	9	1.000	0.318	118.239	393.623	0.231	1.000	0.375	0.491			
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	4	0.826	0.663	50.570	203.206	19.555	4.343	0.721	0.921	0.809	0.254	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	9	0.959	0.533	73.009	75.819	39.954	0.511	0.646	0.993	0.783	0.316	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	5	0.817	0.624	48.331	201.814	21.289	4.024	0.694	0.923	0.792	0.245	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	4	0.963	0.539	66.820	75.007	40.000	0.336	0.626	0.995	0.768	0.288	
6. INF3 - частный критерий Хинквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	7	0.942	0.587	101.352	144.332	56.701	1.554	0.641	0.985	0.777	0.446	
6. INF3 - частный критерий Хинквадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	7	0.942	0.587	77.621	93.208	30.625	1.290	0.717	0.984	0.829	0.342	
7. INF4 - частный критерий ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	2	0.842	0.808	55.637	192.970	3.757	3.281	0.937	0.944	0.941	0.274	
7. INF4 - частный критерий ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	1	1.000	0.474	19.626	3.889	9.462	0.675	1.000	0.806	0.081		
8. INF5 - частный критерий ROI (Return On Investment); вероятн...	Семантический резонанс зна...	9	0.851	0.813	55.182	193.104	3.132	3.014	0.946	0.948	0.947	0.269	
8. INF5 - частный критерий ROI (Return On Investment); вероятн...	Сумма знаний	1	0.996	0.486	17.425	3.797	8.923	0.001	0.661	1.000	0.796	0.073	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл и безузл вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	5	0.934	0.524	97.674	125.168	68.482	2.170	0.588	0.978	0.734	0.434	
9. INF6 - частный критерий: разн.усл и безузл вероятностей; вер...	Сумма знаний	3	0.942	0.481	64.842	75.774	71.261	1.070	0.476	0.984	0.642	0.286	
10.INF7 - частный критерий: разн.усл и безузл вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	4	0.917	0.489	103.616	151.650	89.472	1.784	0.537	0.983	0.694	0.469	
10.INF7 - частный критерий: разн.усл и безузл вероятностей; вер...	Сумма знаний	0	0.946	0.478	51.793	72.771	74.248	0.608	0.411	0.988	0.580	0.227	

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

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модель INF5 с интегральным критерием «Сумма знаний» ( $F=0,813$  при максимуме 1,000), что является довольно хорошим результатом, по критерию L1 проф. Е.В.Луценко та же модель является наиболее достоверной ( $L1=0,947$  при максимуме 1,000), что тоже является хорошим результатом.

*Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели INF3 сильной причинно-следственной зависимости факторов и их характеристик.*

На рисунке 9 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам идентификации популярных индийских блюд в СК-модели INF5 по данным обучающей выборки:



Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf5

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 влияния факторов на индийскую кухню и другие задачи.

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

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

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

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

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

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

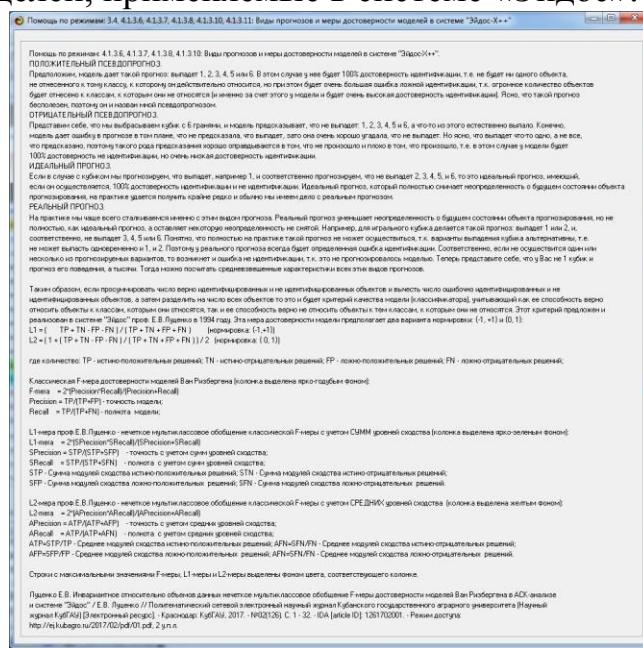


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко

## **Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей**

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 1), присвоим СК-модели INF5 статус текущей модели. Для этого запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 11):

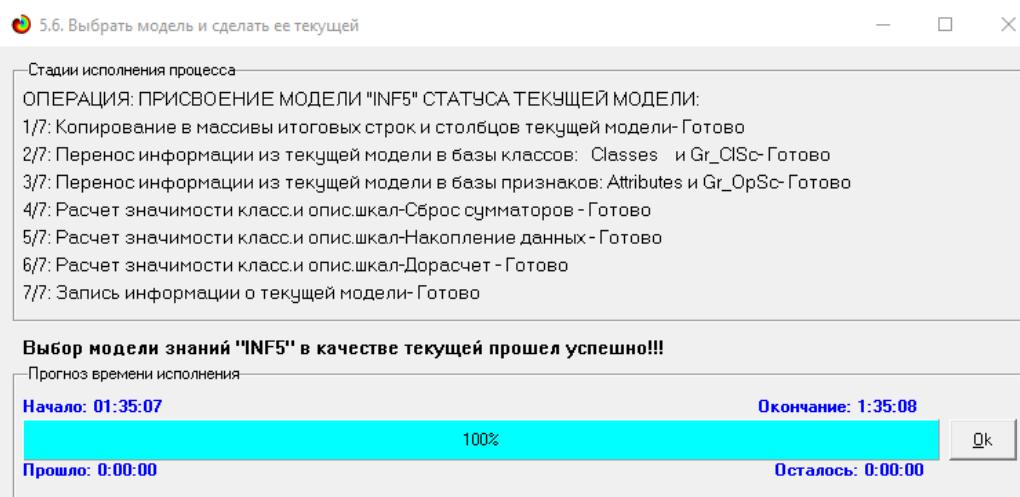
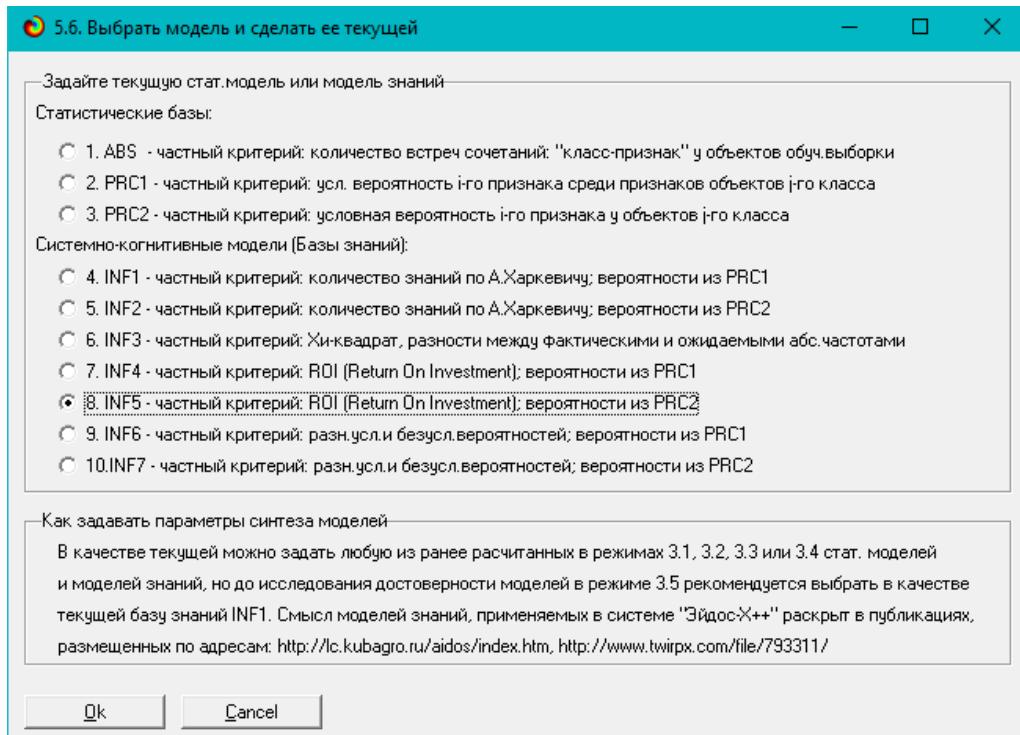


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной СК-модели Inf5 статуса текущей модели

## **Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели**

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

Решим задачу системной идентификации, т.е. определение традиционной индийской кухни на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF5 на GPU (рисунок 12).

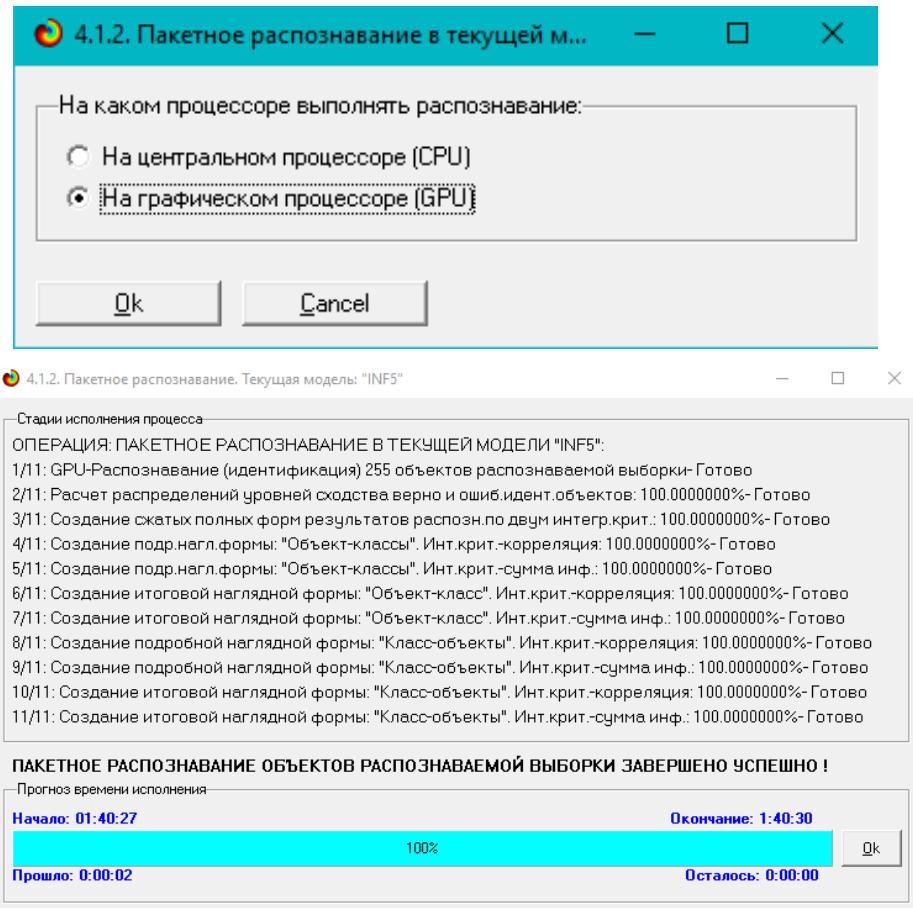


Рисунок 12. Экранные формы, которые отображают процесс решения задачи системной идентификации в текущей модели

Из рисунка 12 видно, что процесс идентификации занял 2 секунды. Отметим, что 99% этого времени заняла не сама идентификация на GPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этого прогнозирования. Эти формы отражают результаты прогнозирования в различных разрезах и обобщениях:

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

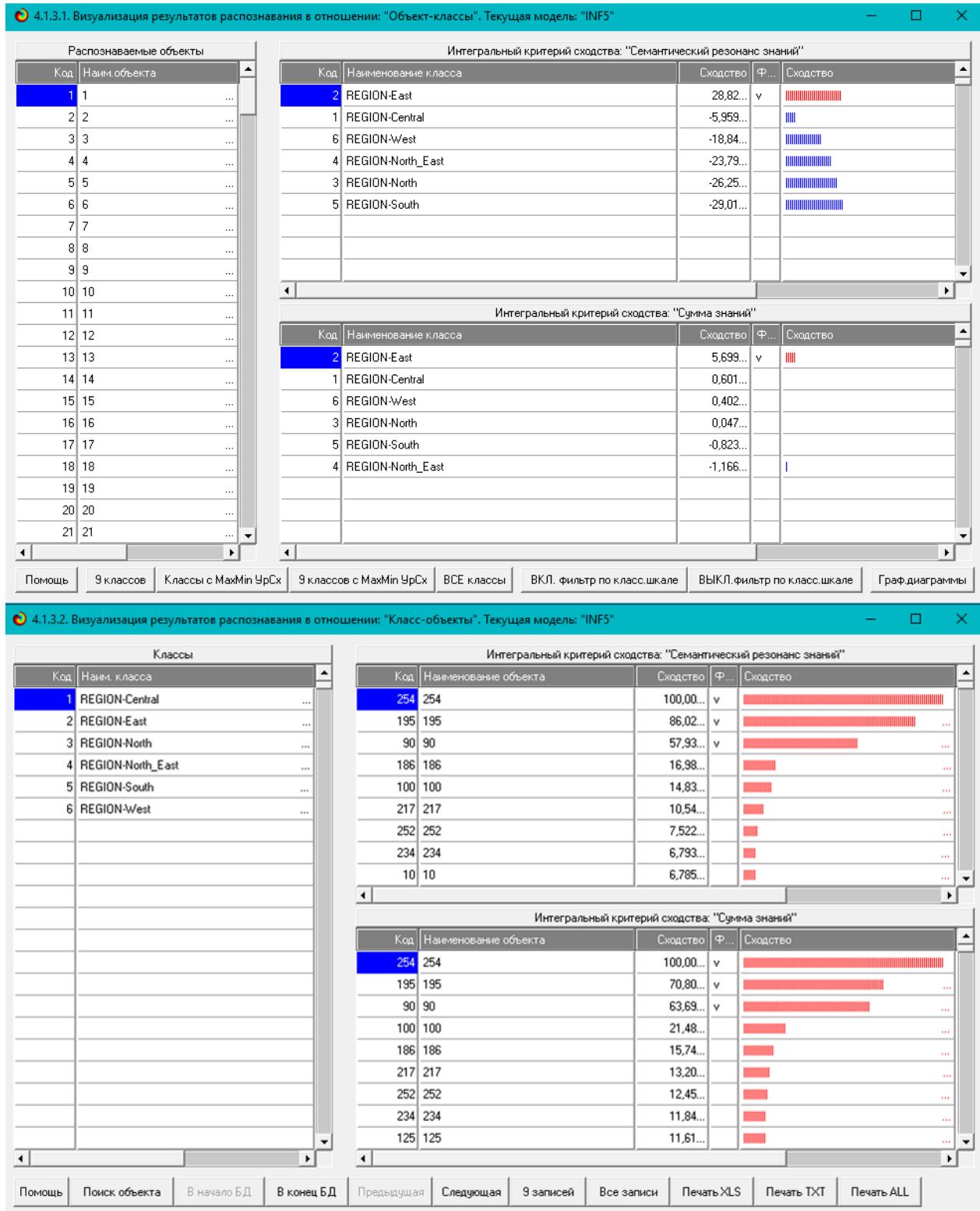


Рисунок 13. Выходные формы по результатам идентификации факторов, влияющих на традиционную индийскую кухню.

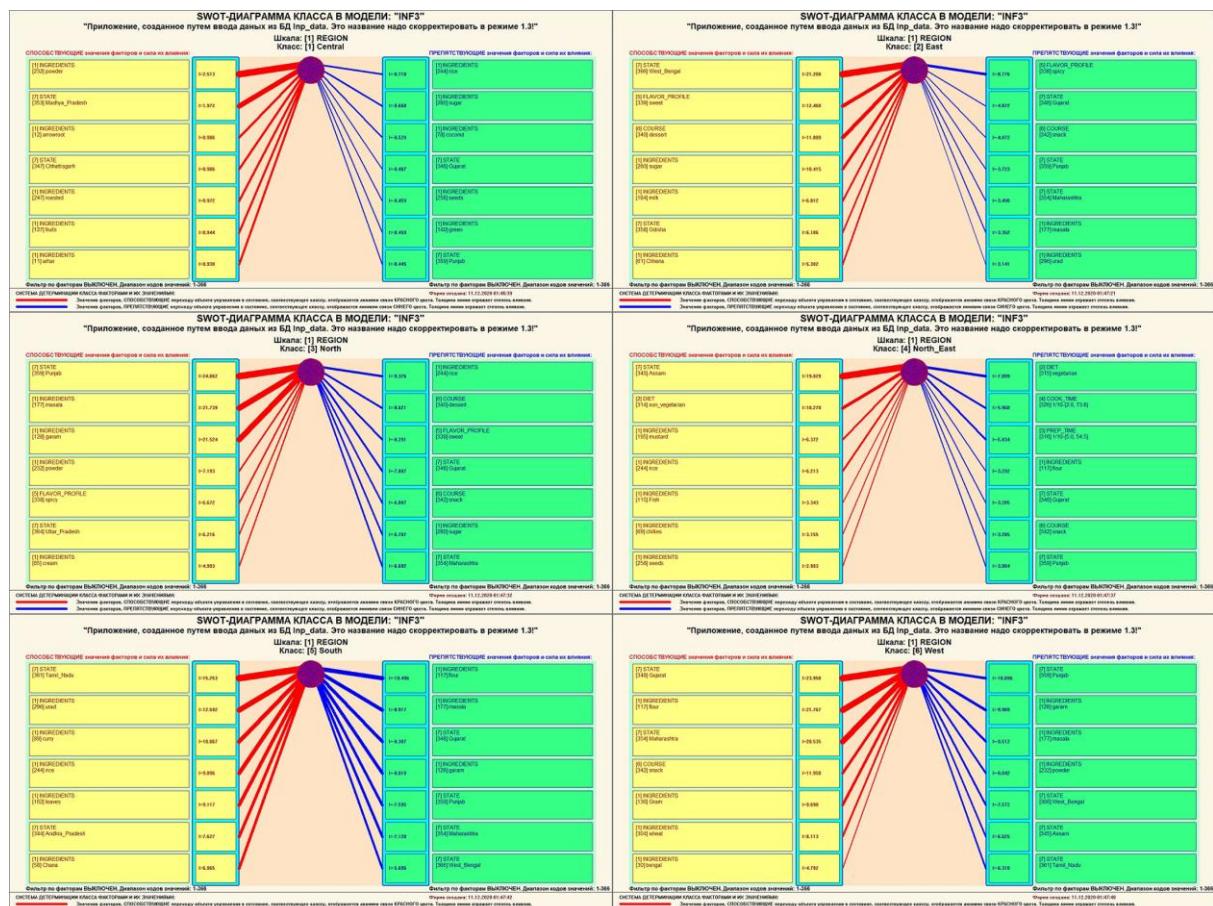
Символ « $\vee$ » стоит против тех результатов идентификации, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 13 видно, что результаты идентификации являются отличными, естественно при учете информации из рисунка 9 о том, что достоверные прогнозы в данной модели имеют уровень сходства 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 факторов на разнообразие индийской кухни.

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



На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы наглядно отражающие силу и направление влияния различных факторов на индийскую кухню.

Рисунок 14. SWOT-диаграммы детерминации факторов, влияющих на разнообразие индийской кухни.

Эти SWOT-диаграммы наглядно отражают силу и направление влияния различных значений факторов на разнообразие индийской кухни.

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

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



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

А К Т

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

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

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

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

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

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":  
Зав.отделом аэрокосмических и  
тематических изысканий №4, к.э.н.  
*Самсонов* Г.А. Самсонов  
19.05.1987г.

Главный конструктор проекта  
*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.

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

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

### ***Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели***

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

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

#### **4.3.1. Когнитивные диаграммы классов**

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

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 16, показаны **количественные** оценки сходства/различия факторов, влияющих на разнообразие индийской кухни. 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.

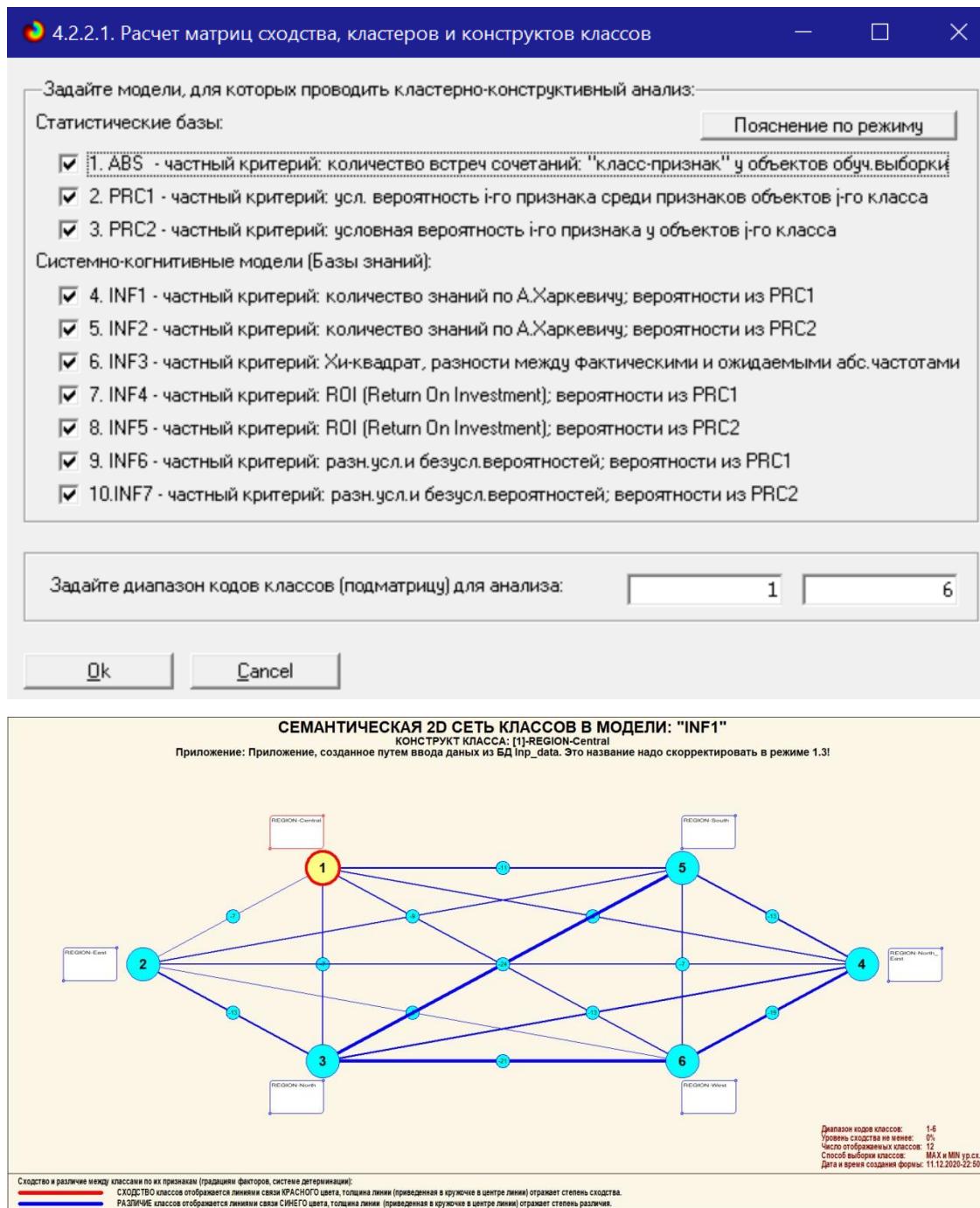


Рисунок 15. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходства/различия факторов, влияющих на разнообразие индийской кухни.

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

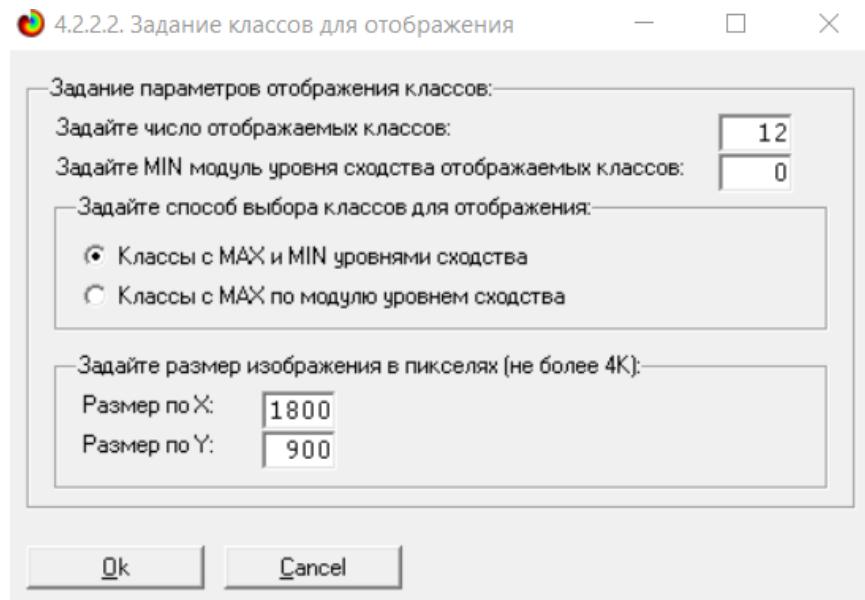


Рисунок 16. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

### 4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

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

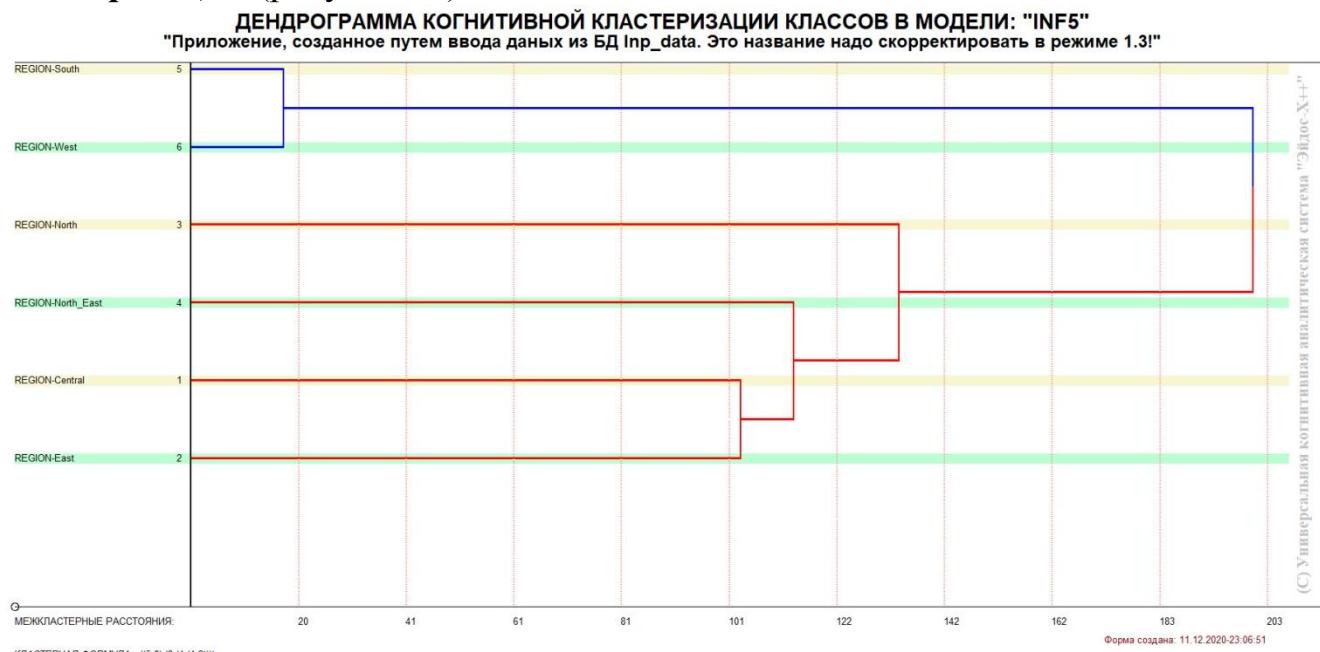


Рисунок 17. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации, отражающая сходство/различие факторов, влияющих на разнообразие индийской кухни.

Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые факторы сходны по детерминирующей их системе значений характеристик, и, следовательно, корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по системе значений этих параметров сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. альтернативными и цель их одновременного достижения является некорректной и недостижимой, т.к. для достижения одного из альтернативных результатов необходимы одни значения характеристики, а для достижения другого – совершенно другие, которые не могут наблюдаться одновременно с первыми.

Из дендрограммы когнитивной агломеративной кластеризации классов, приведенной на рисунке 18, мы видим также, что все классы образуют два противоположных кластера, являющихся полюсами конструкта, по системе значений обуславливающих значениям параметров их характеристик.

На рисунке 19 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

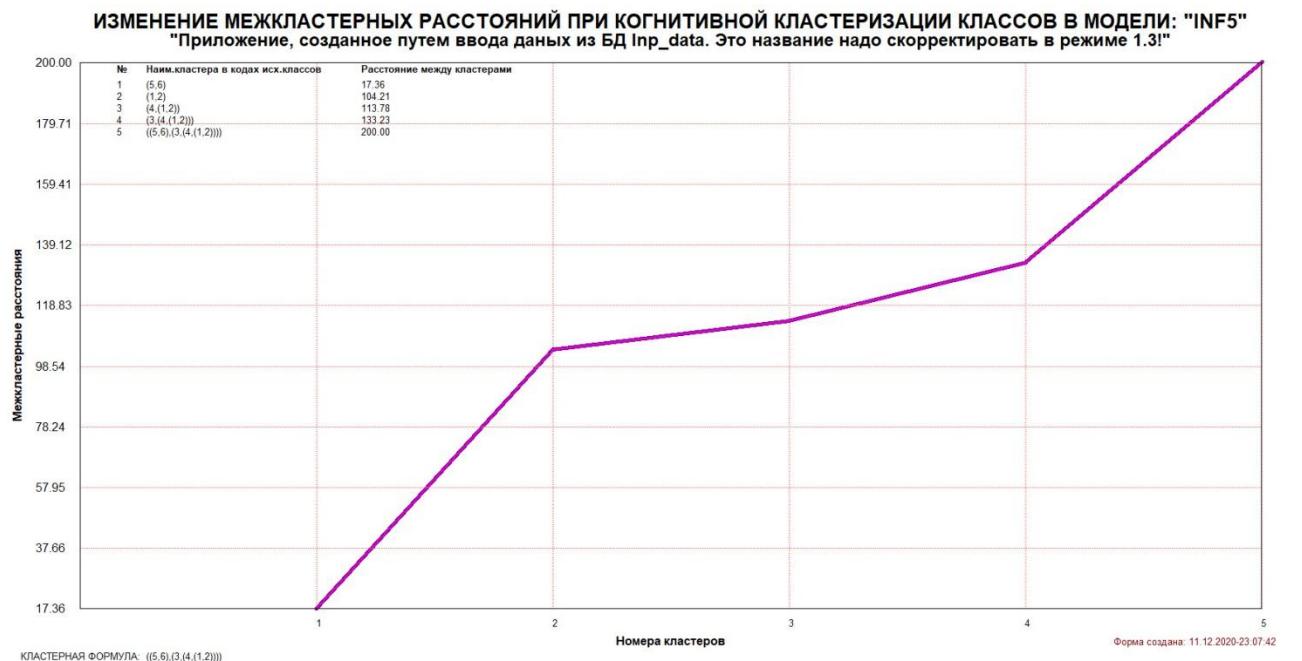


Рисунок 18. График изменения межкластерных расстояний

#### 4.3.3. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

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

**4.3.2.1. Расчет матриц сходства, кластеров и конструктов**

Задайте модели, для которых проводить кластерно-конструктивный анализ:

Статистические базы: Пояснение по режиму

1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс-признак" у объектов обуч.выборки

2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса

3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса

Системно-когнитивные модели (Базы знаний):

4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1

5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2

6. INF3 - частный критерий: Хиквадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абр.частотами

7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1

8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2

9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вероятности из PRC1

10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вероятности из PRC2

Задайте диапазон кодов признаков (подматрицу) для анализа: 1 366

**Ok** **Cancel**

**4.3.2.3. Агломеративная древовидная кластеризация признаков**

**i**

В данной модели 366 признаков. При таком количестве признаков процесс агломеративной когнитивной кластеризации может занять заметное время. Кроме того для отображения дендрограммы когнитивной кластеризации может потребоваться графический файл с большим числом пикселей по X и по Y. Задать размеры графического файла, а также размер используемых шрифтов, толщину линий и другие параметры отображения дендрограммы можно кликнув по кнопке: "Параметры". Если задать и модель для отображения дендрограммы и ранее в ней проводился расчет дендрограммы, то отобразить ее без пересчета (т.е. значительно быстрее, чем с расчетом) можно кликнув по кнопке: "Перерисовать без пересчета". Эту операцию можно повторять много раз, что позволяет подобрать нужные параметры визуализации

**Ok**

**4.3.2.3. Агломеративная древовидная кластеризация признаков**

Задайте размер шрифта:

Очень мелкий  
 Мелкий  
 Средний  
 Крупный

Задайте толщину линий:

Тонкие  
 Толстые

Сохранять промежуточные базы данных?

Нет  
 Да.

Рисовать кластеры на цветном фоне?

Нет  
 Да.

Задайте размер изображения в пикселях (не более 4K):

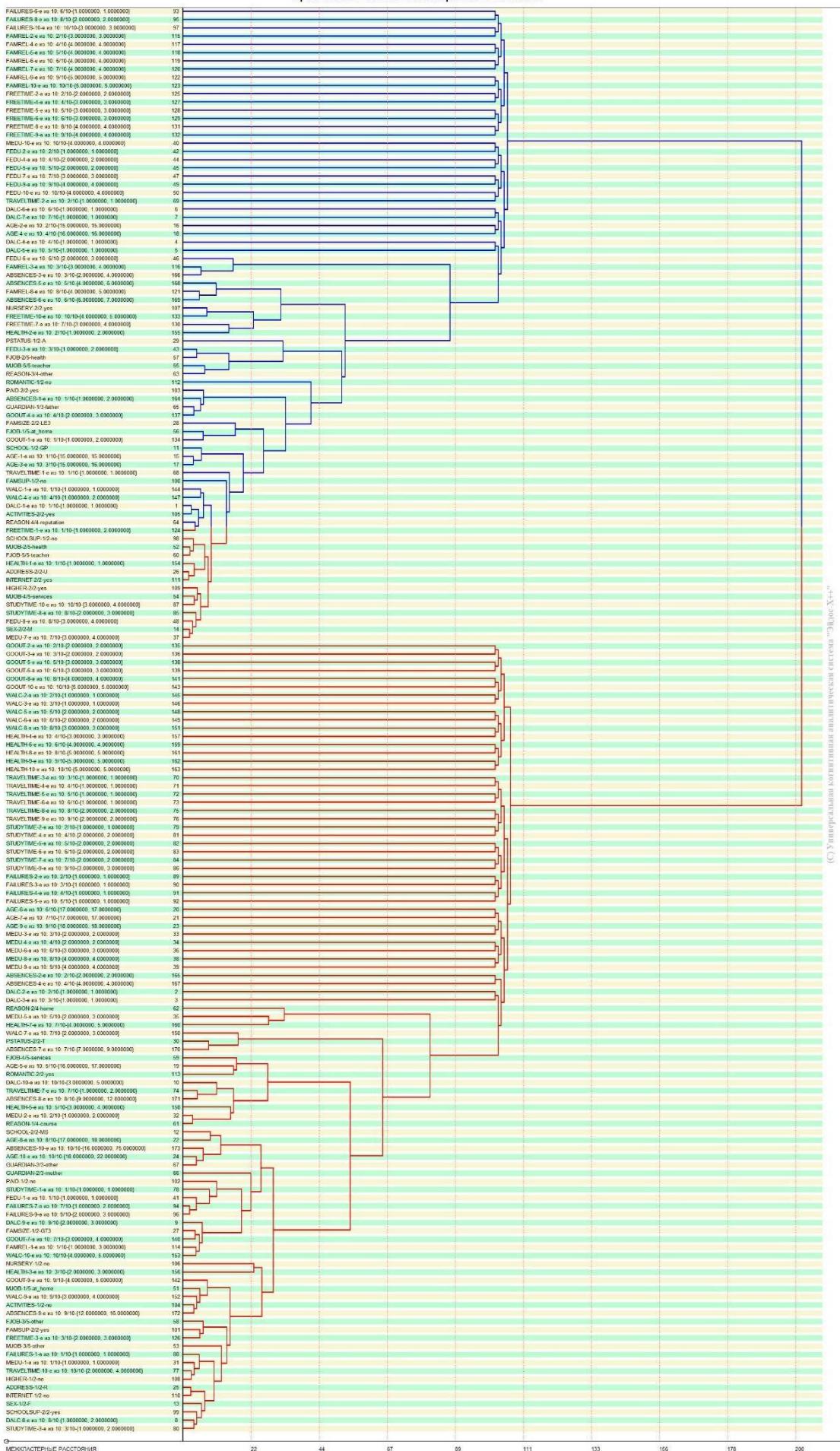
Размер по X: 1800  
Размер по Y: 2300

Задайте ранее просчитанную модель для перерисовки без пересчета:

Abs  Prc1  Prc2  Inf1  Inf2  Inf3  Inf4  Inf5  Inf6  Inf7

**Ok** **Cancel**

**ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
 Приложение: "ACK анализ потребления алкоголя"



**Рисунок 19. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков**

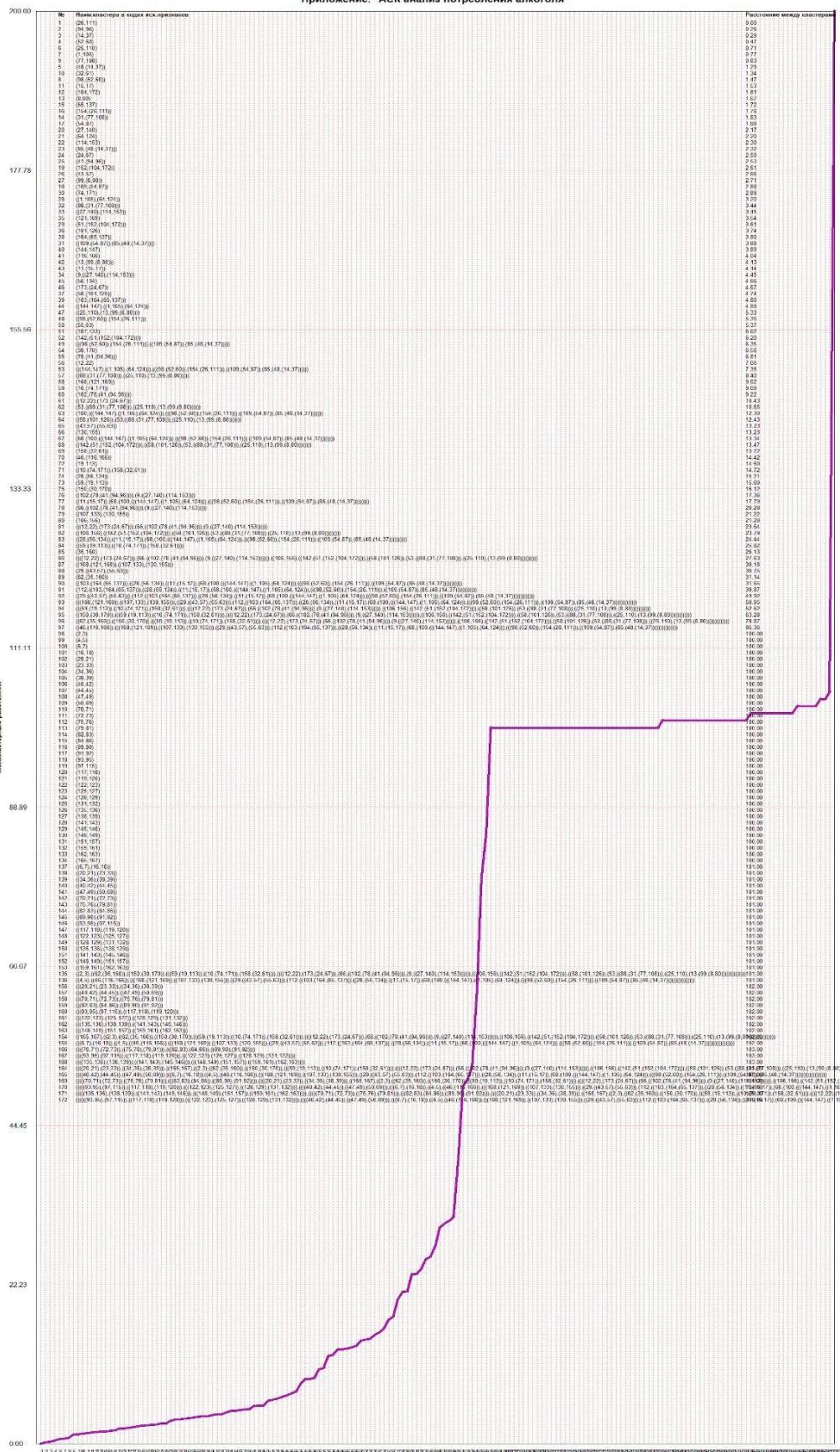
KIAC/ЕГЕНН ФОРМУЛЯ: (((((35,95),(97,115)),((117,118),(119,120)),((122,123),(125,127)),((128,129),(131,132)),(0),(40,42),(44,45)),((47,49),(56,59)),((6,7),(18,19)),(4,(5),(68,(116,168)),(168,(121,169)),(29,(139,157),(55,83)),(12,(103,(194,65),(33)),(28,(58,154)),(111,(15,17)),(88,(109),(144,147),(11,195),(64,124))),

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

Хорошо видна группировка признаков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о факторе, влияющем на разнообразие индийской кухни. *Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 22) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунки 18 и 20).*

На рисунке 23 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ В МОДЕЛИ: "INF"**  
 Приложение: "ACK анализ потребления алкоголя"



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

#### 4.3.4. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 21 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 22 – фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

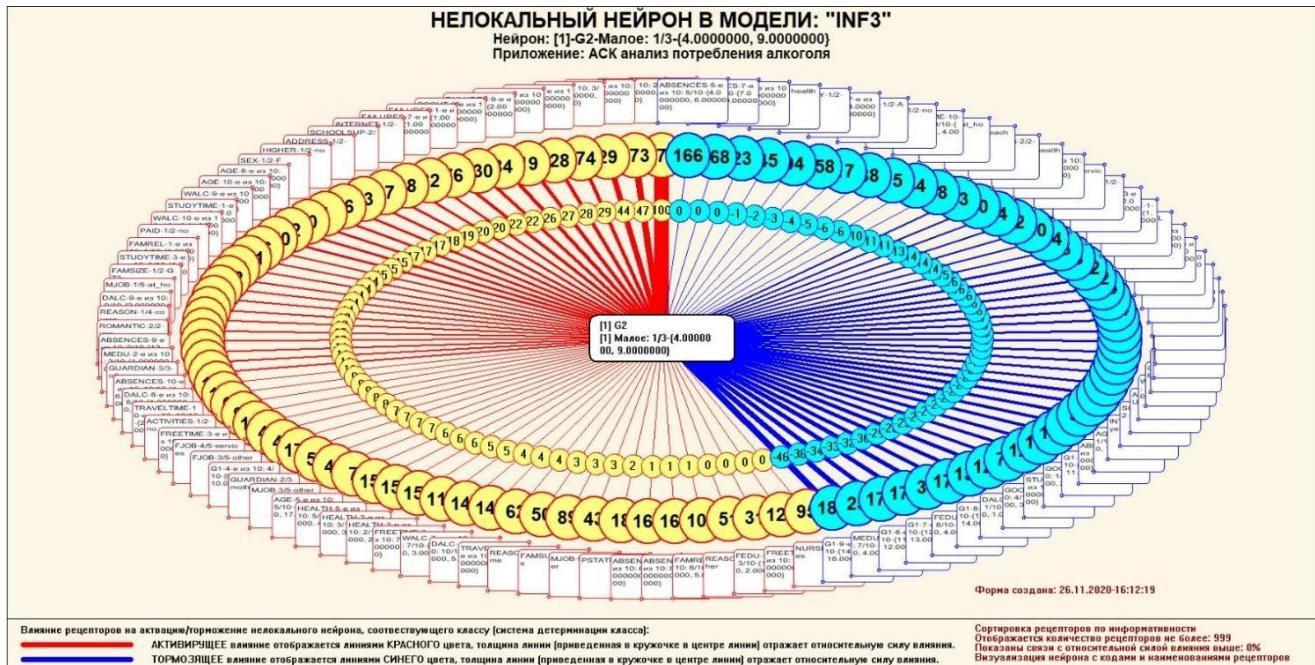
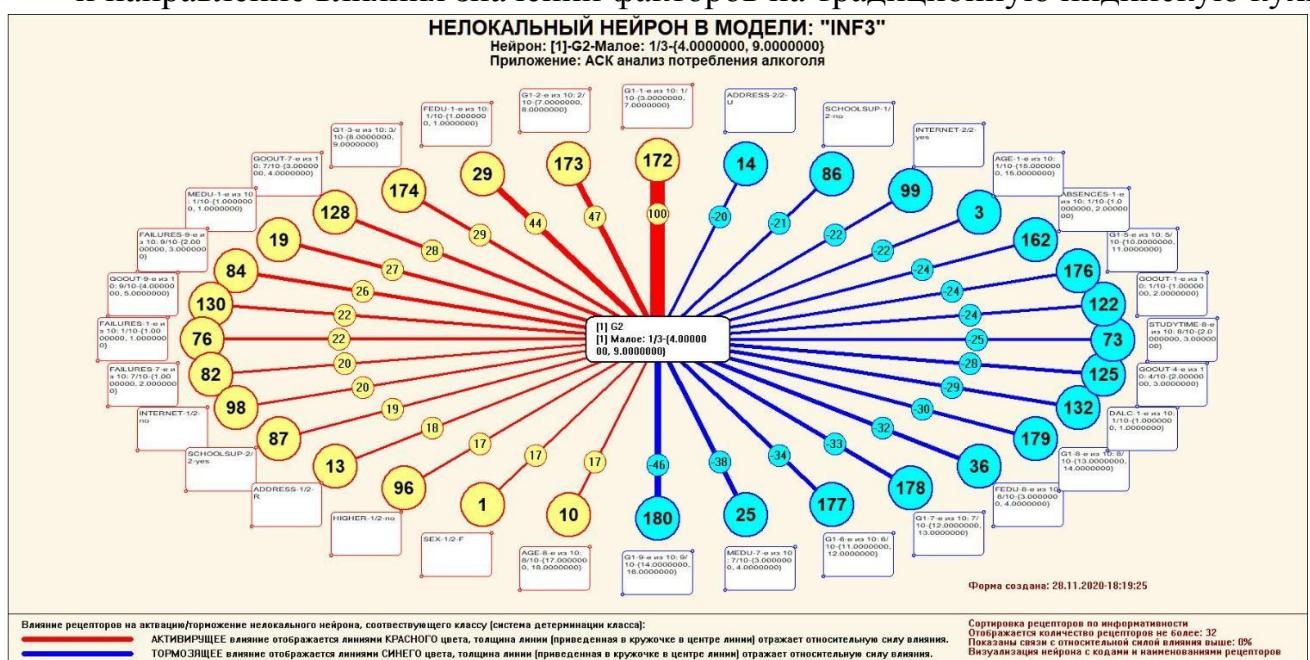


Рисунок 11. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния значений факторов на традиционную индийскую кухню



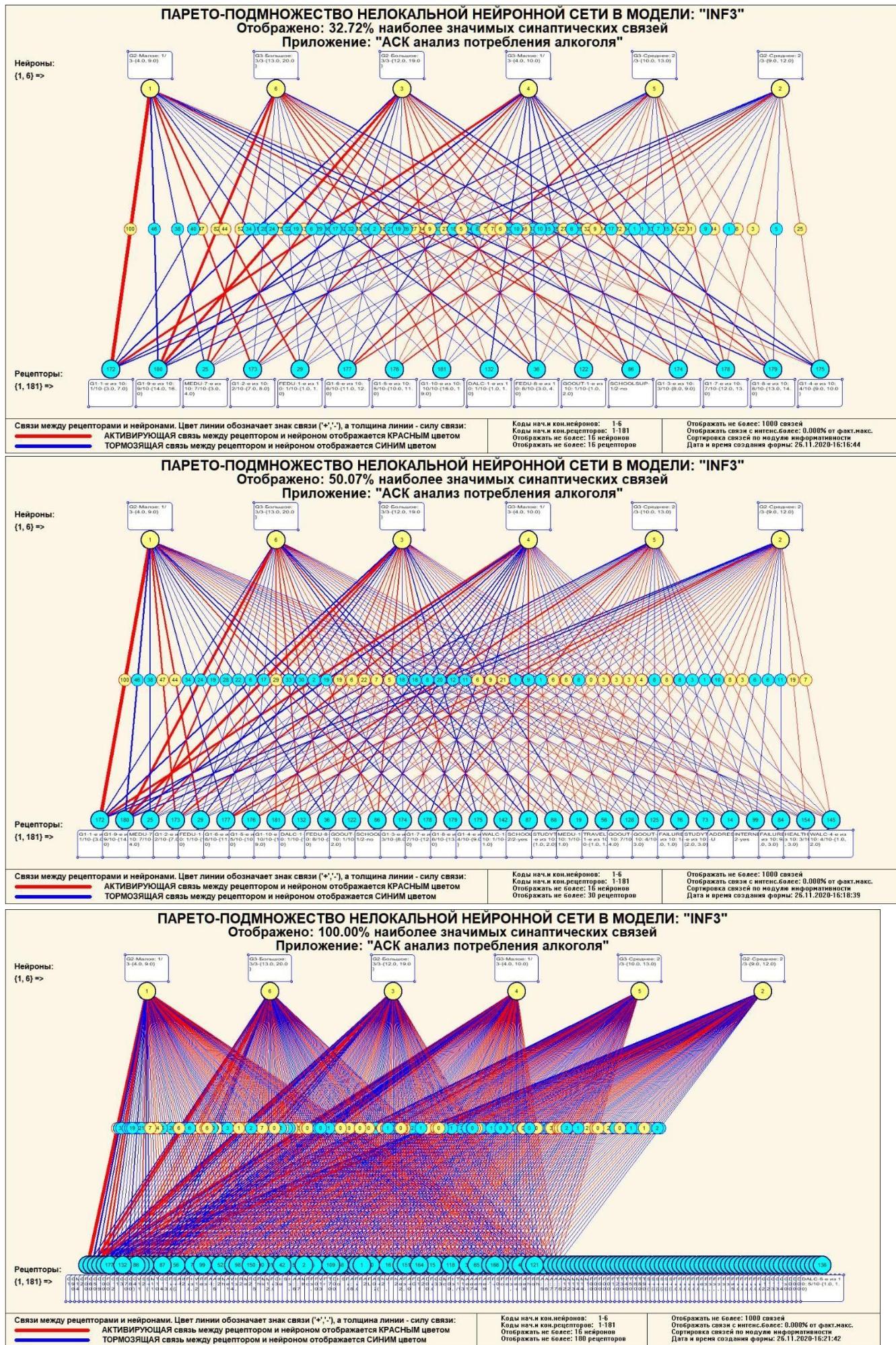


Рисунок 22. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значения факторов на разнообразие индийской кухни.

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют индийской кухни, а рецепторы – факторам, влияющим на кухню. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их значениями факторами, а справа – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к ***нечетким декларативным*** гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой и фреймовой моделей представления знаний. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки – рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам).

От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность.

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

- 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети);
- 2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;
- 3) нейросеть является нелокальной, как сейчас говорят «полносвязной».

#### **4.3.5. 3d-интегральные когнитивные карты**

На рисунке 26 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент около 23% СК-модели Inf3.

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

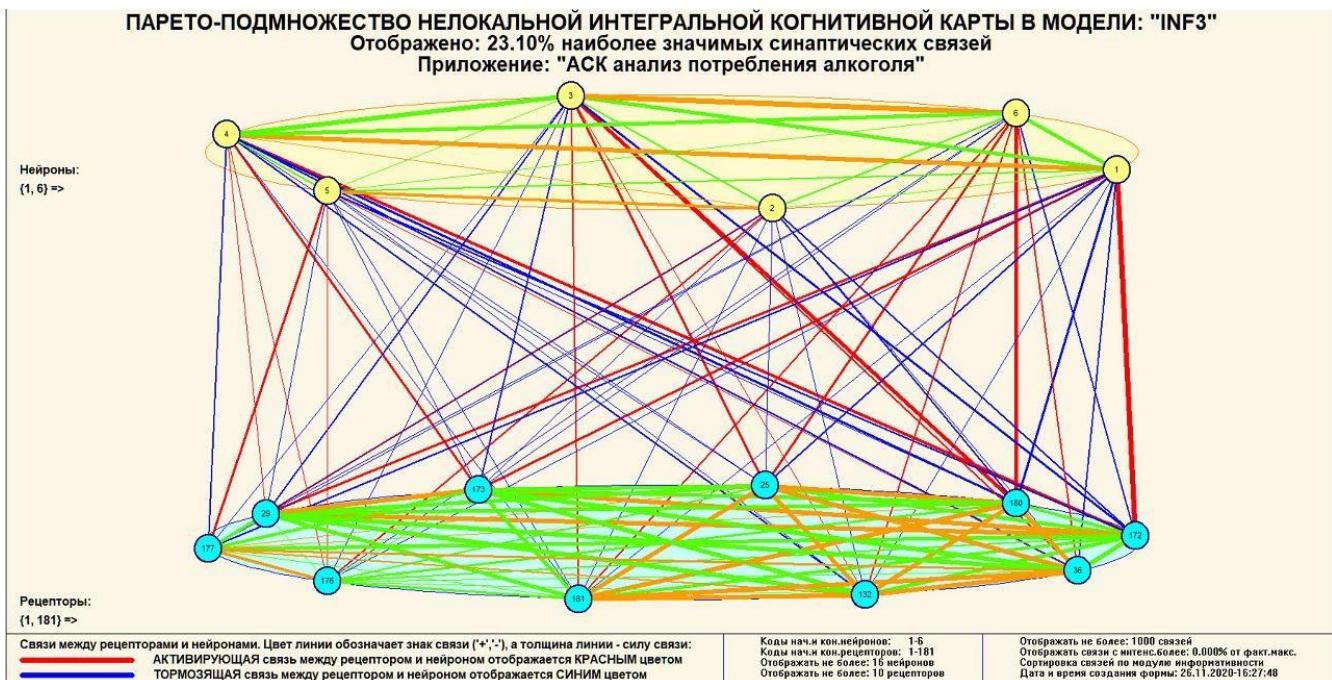


Рисунок 23. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

#### 4.3.6. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 24).

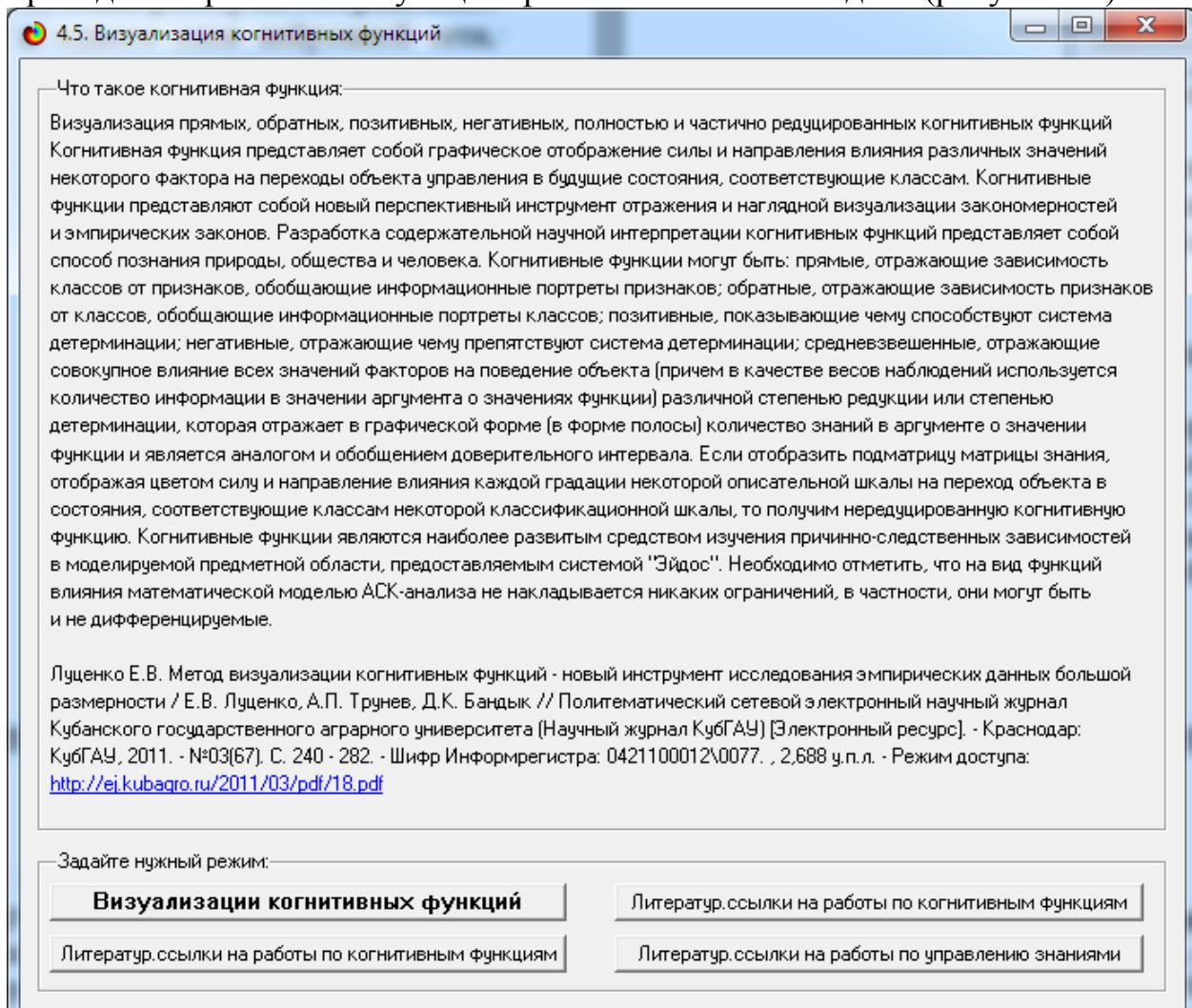


Рисунок 12. Help режима визуализации когнитивных функций

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 системы детерминации (обозначены белой линией); негативные, отражающие чему препятствуют системы 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.

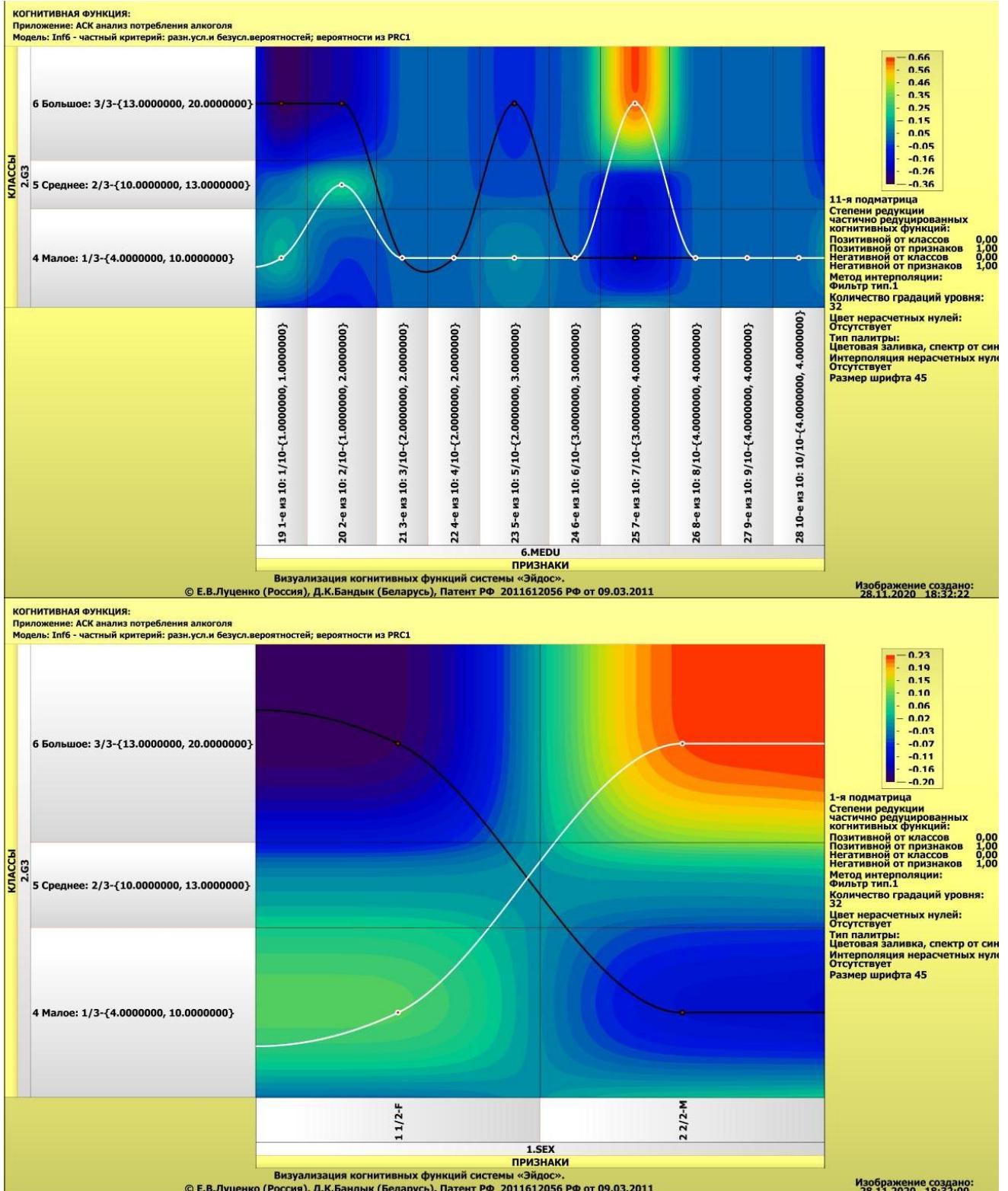
Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию.

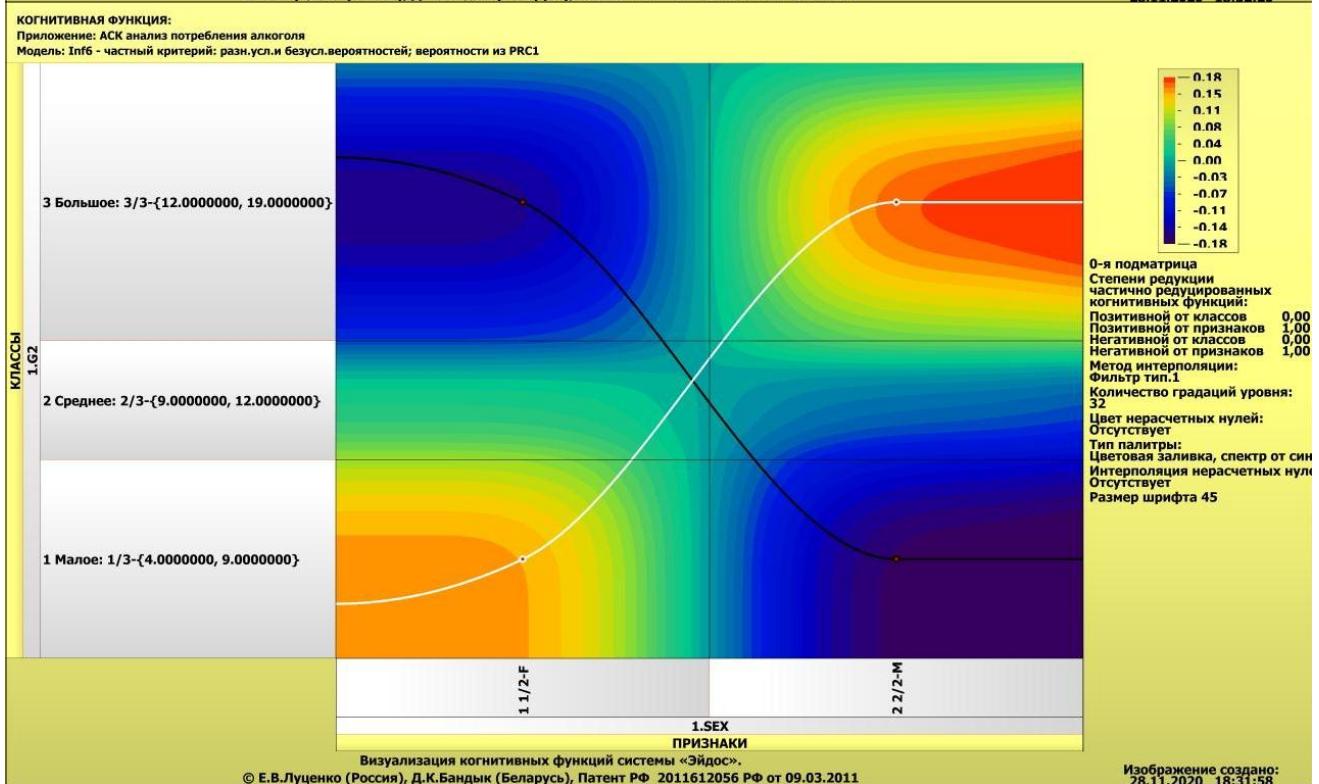
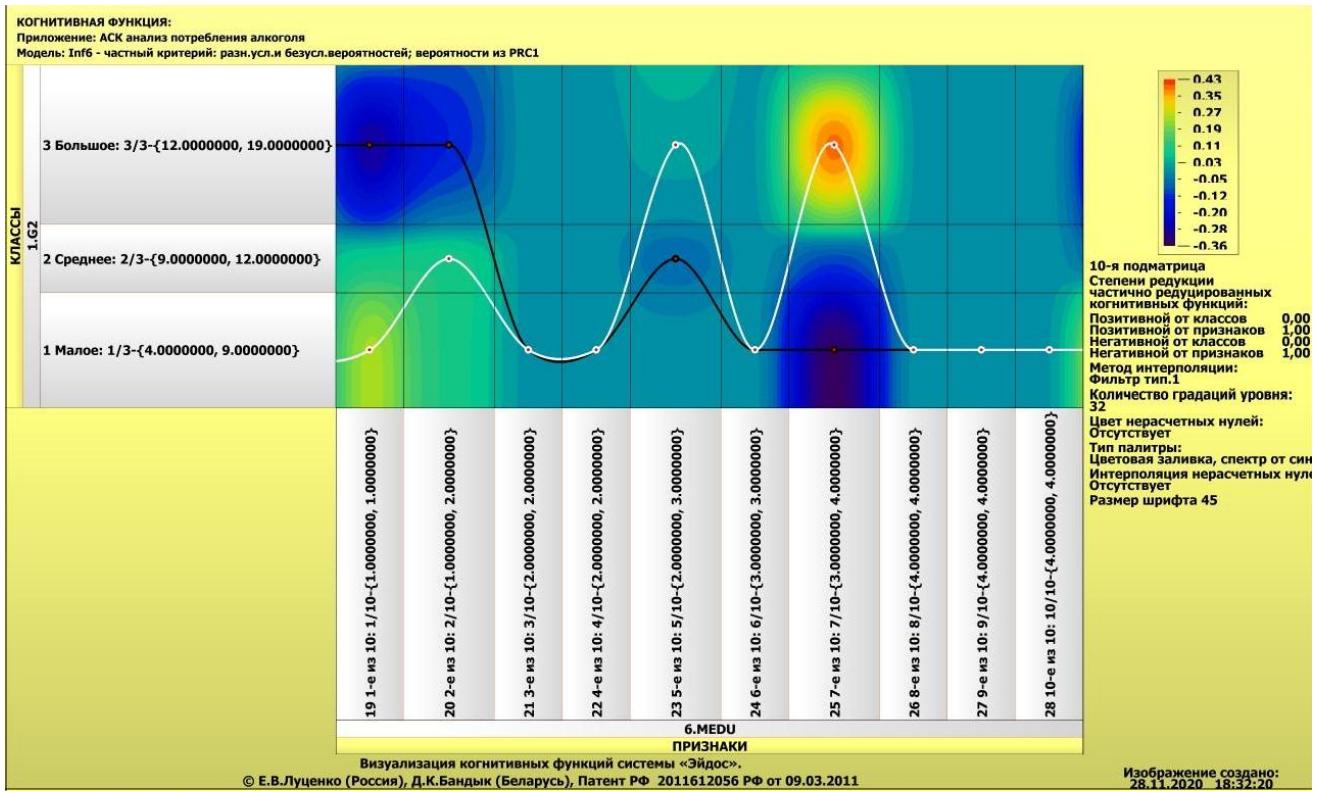
Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос".

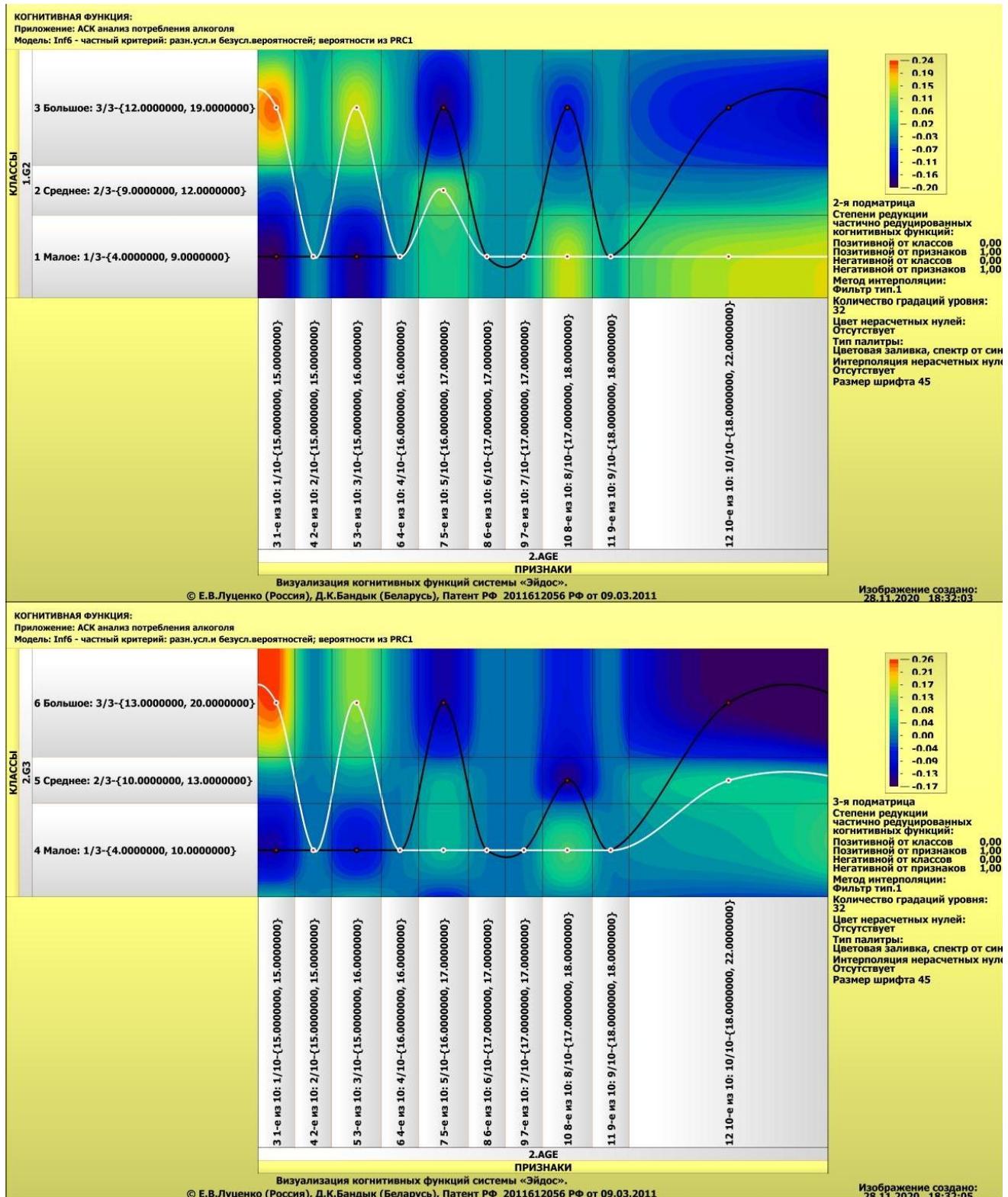
Необходимо отметить, что ***на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений***, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

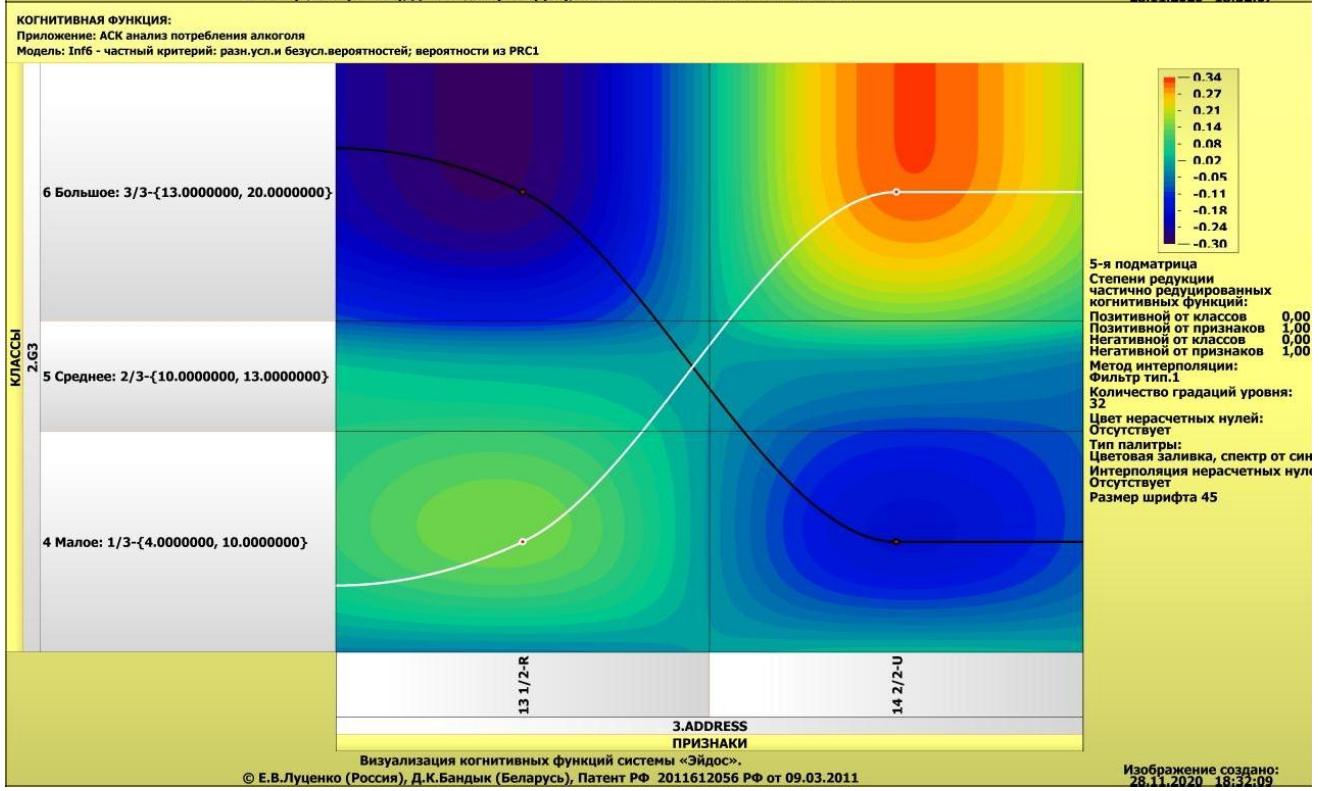
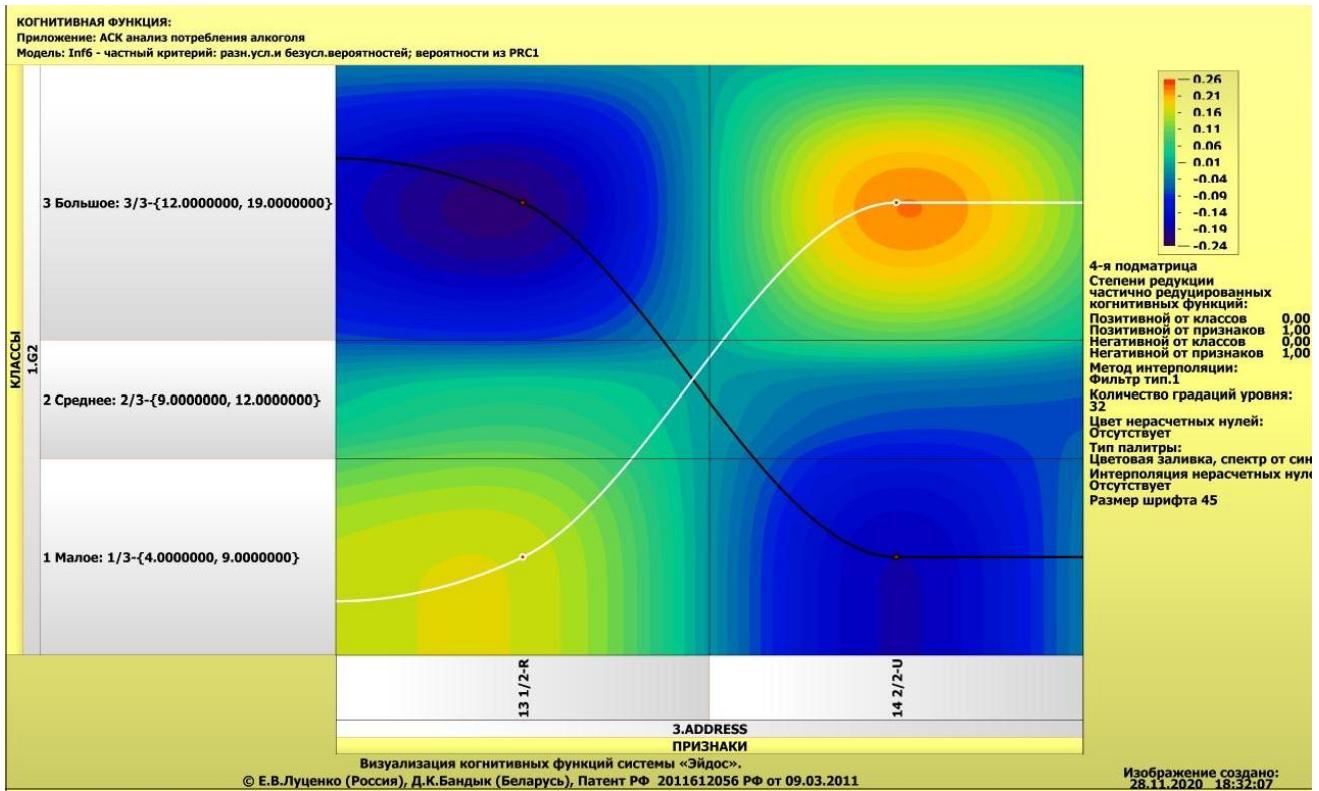
На рисунках 25 приведены когнитивные функции, наглядно отражающие силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) различных факторов на разнообразие индийской кухни.

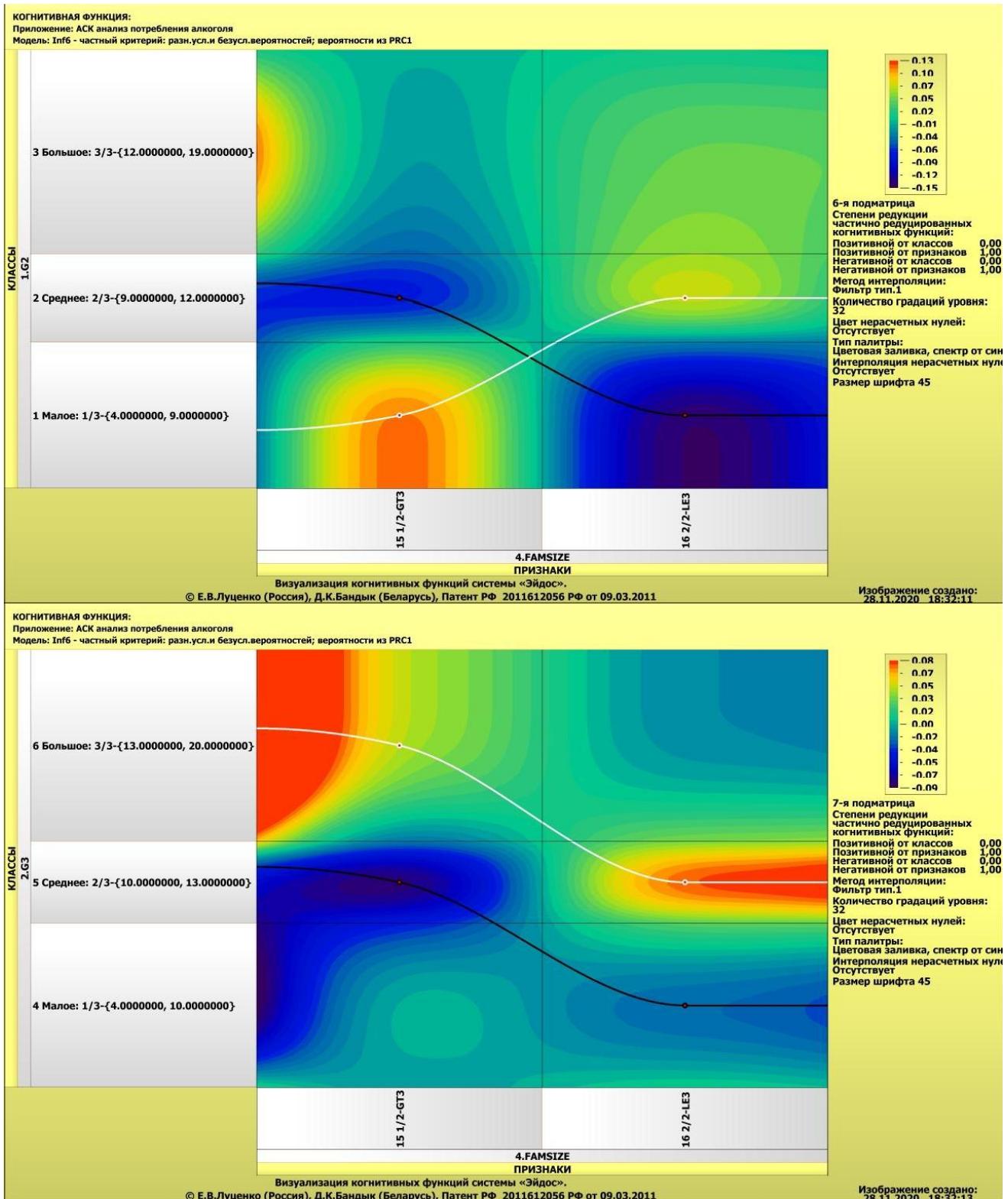
Ниже приведен рисунок 13. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих силу и направление влияния факторов на разнообразие индийской кухни:

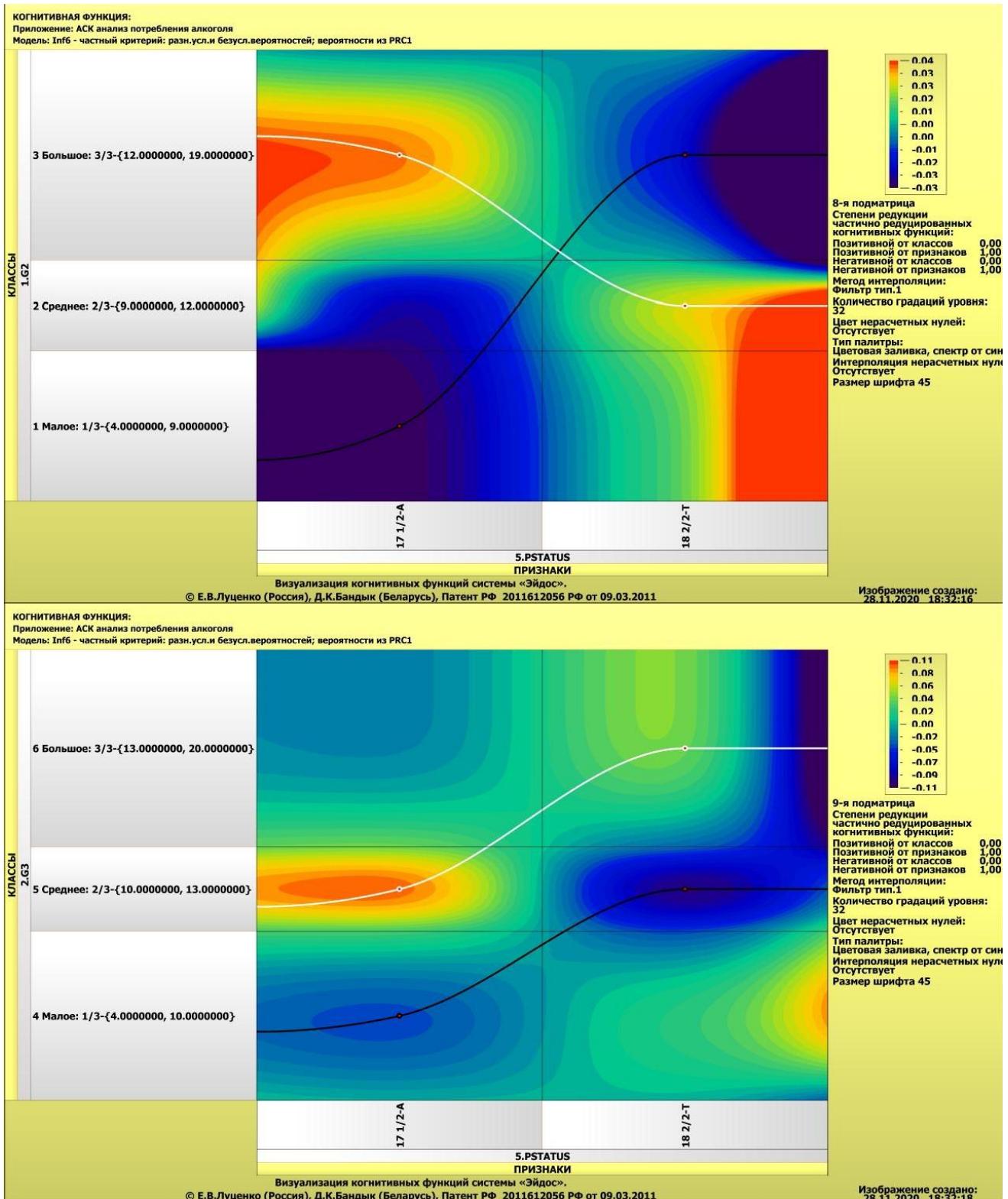












## 7. Выводы

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

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 6 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы факторов по индийской кухне, изучено влияние факторов на разнообразие индийской кухни, 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 №229 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

### Литература

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
2. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf>, 4,812 у.п.л.
3. Lutsenko E. V. System analysis and decision-making (Automated system-cognitive analysis and solving problems of identification, decision-making and research of the simulated subject area): textbook / E. V. Lutsenko. - Krasnodar: ECSC "Eidos", 2020. - 1031 p. // August 2020, DOI: [10.13140/RG.2.2.27247.05289](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.27247.05289), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), [https://www.researchgate.net/publication/343998862 SYSTEM ANALYSIS AND DECISION MAKING Automated system-cognitive analysis and solving problems of identification decision-making and research of the simulated subject area](https://www.researchgate.net/publication/343998862_SYSTEM_ANALYSIS_AND_DECISION_MAKING_Automated_system-cognitive_analysis_and_solving_problems_of_identification_decision-making_and_research_of_the_simulated_subject_area), см. учебный вопрос-2.8.5. Повышение уровня системности объекта управления как цель управления.
4. Lutsenko E.V. On higher forms of consciousness, the prospects of man, technology and society (selected works) // August 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.21336.24320](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21336.24320), License [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), [https://www.researchgate.net/publication/335057548 On HIGHER FORMS of CONSCIOUSNESS the PROSPECTS of MAN TECHNOLOGY AND SOCIETY selected works](https://www.researchgate.net/publication/335057548_On_HIGHER_FORMS_of_CONSCIOUSNESS_the_PROSPECTS_of_MAN_TECHNOLOGY_AND_SOCIETY_selected_works)
5. Lutsenko E.V. ABOUT THE INTERFACE: "SOUL-COMPUTER» (artificial intelligence: problems and solutions within the system information and functional paradigm of society development) // April 2019, DOI: [10.13140/RG.2.2.23132.85129](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23132.85129), [https://www.researchgate.net/publication/332464278 ABOUT THE INTERFACE SOUL-COMPUTER artificial intelligence problems and solutions within the system information and functional paradigm of society development](https://www.researchgate.net/publication/332464278_ABOUT_THE_INTERFACE_SOUL-COMPUTER_artificial_intelligence_problems_and_solutions_within_the_system_information_and_functional_paradigm_of_society_development)
6. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
7. Луценко Е.В. Количественные меры возрастания эмерджентности в процессе эволюции систем (в рамках системной теории информации) / Е.В. Луценко // Политеатический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар:

- КубГАУ, 2006. – №05(021). С. 355 – 374. – Шифр Информрегистра: 0420600012\0089, IDA [article ID]: 0210605031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2006/05/pdf/31.pdf>, 1,25 у.п.л.
8. Луценко Е.В. Существование, несуществование и изменение как эмерджентные свойства систем // Квантовая Магия, том 5, вып. 1, стр. 1215-1239, 2008. <http://quantmagic.narod.ru/volumes/VOL512008/p1215.html>
9. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.
10. Сайт проф.Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>
11. Страница Е.В.Луценко: [https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)
12. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-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. ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА О.Г. КУКОСЯНА // – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20266263>
14. Луценко Е.В. Формирование субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности сознанием человека и неоправданное приятие им онтологического статуса (гипостазирование) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №09(113). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1131509001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/09/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.
15. Луценко Е.В. Принципы и перспективы корректной содержательной интерпретации субъективных (виртуальных) моделей физической и социальной реальности, формируемых сознанием человека / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №01(115). С. 22 – 75. – IDA [article ID]: 1151601003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/01/pdf/03.pdf>, 3,375 у.п.л.
16. Луценко Е.В. Сценарный АСК-анализ как метод разработки на основе эмпирических данных базисных функций и весовых коэффициентов для разложения в ряд функции состояния объекта или ситуации по теореме А.Н.Колмогорова (1957) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №07(161). С. 76 – 120. – IDA [article ID]: 1612007009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/07/pdf/09.pdf>, 2,812 у.п.л.
17. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.
18. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.
19. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В.

Луценко, В.Е. Коржаков // 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.