

**Автоматизированный системно-когнитивный анализ погоды в г. Краснодаре (Россия) за 1933-2018 годы**

Луценко Евгений Вениаминович  
д.э.н., к.т.н., профессор  
Scopus Author ID: 57188763047  
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101  
[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com) <http://lc.kubagro.ru>

Лукьянченко Степан Сергеевич –  
Студент Кубанского ГАУ  
Факультета Прикладной информатики  
Группа: ИТ1903.  
Кубанский государственный аграрный  
Университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар,  
Россия  
*Кубанский государственный аграрный  
университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар,  
Россия*

Целью данной работы является изучение погоды в г.Краснодаре (Россия) за 1933-2018 годы

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

**Automated system-cognitive analysis of the weather in Krasnodar (Russia) for the years 1933-2018**

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich  
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor  
Scopus Author ID: 57188763047  
RSCI SPIN-code: 9523-7101  
[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com) <http://lc.kubagro.ru>

Lukyanchenko Stepan Sergeevich –  
KUBSAU student,  
Faculty: Applied Informatics,  
Group: IT1903  
Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilin, Krasnodar, Russia  
*Kuban State Agrarian University named after I.T.  
Trubilin, Krasnodar, Russia*

The aim of this work is to study weather in Krasnodar (Russia) for the years 1933-2018

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM, WEATHER, KRASNODAR

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>2</b>
<b>ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....</b>	<b>5</b>
<b>ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....</b>	<b>5</b>
<b>ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ ИЗ НИХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ .....</b>	<b>10</b>
<b>ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ .....</b>	<b>16</b>
Подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностика, классификация, распознавание, идентификация).....	16
Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ) .....	18
Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели .....	25
4.3.1. Когнитивные диаграммы классов .....	25
4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов .....	26
4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов.....	28
4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов.....	29
4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети .....	31
4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты .....	32
4.3.7. Когнитивные функции .....	33
4.3.8. Устойчивость показателей погоды от значений временных шкал.....	37
<b>7. ВЫВОДЫ.....</b>	<b>42</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>43</b>

## **Введение**

**Целью** данной работы является изучение и анализ данных, представленных в виде временных периодов и метеорологических данных, упорядоченных в неслучайные моменты времени.

Достижение данной цели представляет интерес для синоптиков, учёных и обычных людей.

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

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

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

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

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

- подзадача 4.2. Поддержка принятия решений;

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

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

АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-X++» (система «Эйдос») [1].

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

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

- 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. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (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 приложений (в настоящее время их 31 и 199, соответственно) ([http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf));

- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

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

- 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;

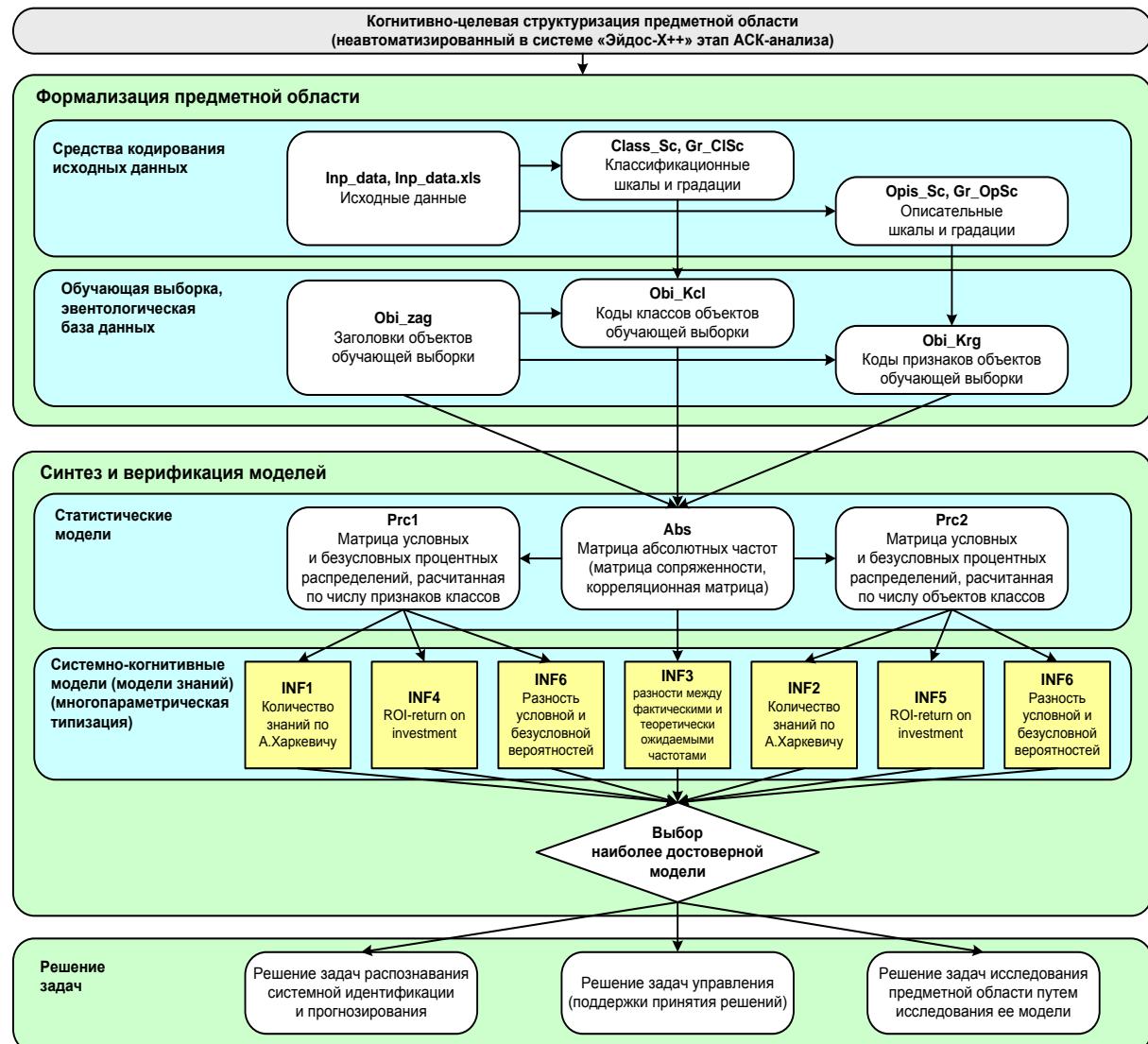
- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество 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.

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

**Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос-Х++»**



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

Рассмотрим решение поставленных задач в численном примере.

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

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

В данной работе в качестве классификационных шкал выберем показатели минимальной, максимальной, средней и эффективной температуры, показатель атмосферное давление, скорость ветра, осадки. (таблица 1), а в качестве факторов, влияющих на эти показатели – различные значения временных шкал (таблица 2):

Таблица 1 – Классификационные шкалы

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
2	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
3	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА
4	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ
5	СКОРОСТЬ ВЕТРА
6	ОСАДКИ
7	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА

Таблица 2 – Описательные шкалы

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	№ ДНЯ В ГОДУ
2	№ НЕДЕЛИ В ГОДУ
3	№ ДНЯ В МЕСЯЦЕ
4	ДЕНЬ НЕДЕЛИ
5	МЕСЯЦ
6	ГОД

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

Исходные данные для данной статьи (таблица 3) получены с сайта [http://pogoda-service.ru/archive\\_gsod.php](http://pogoda-service.ru/archive_gsod.php)

Таблица 3 – Исходные данные для ввода в систему «Эйдос» (фрагмент)

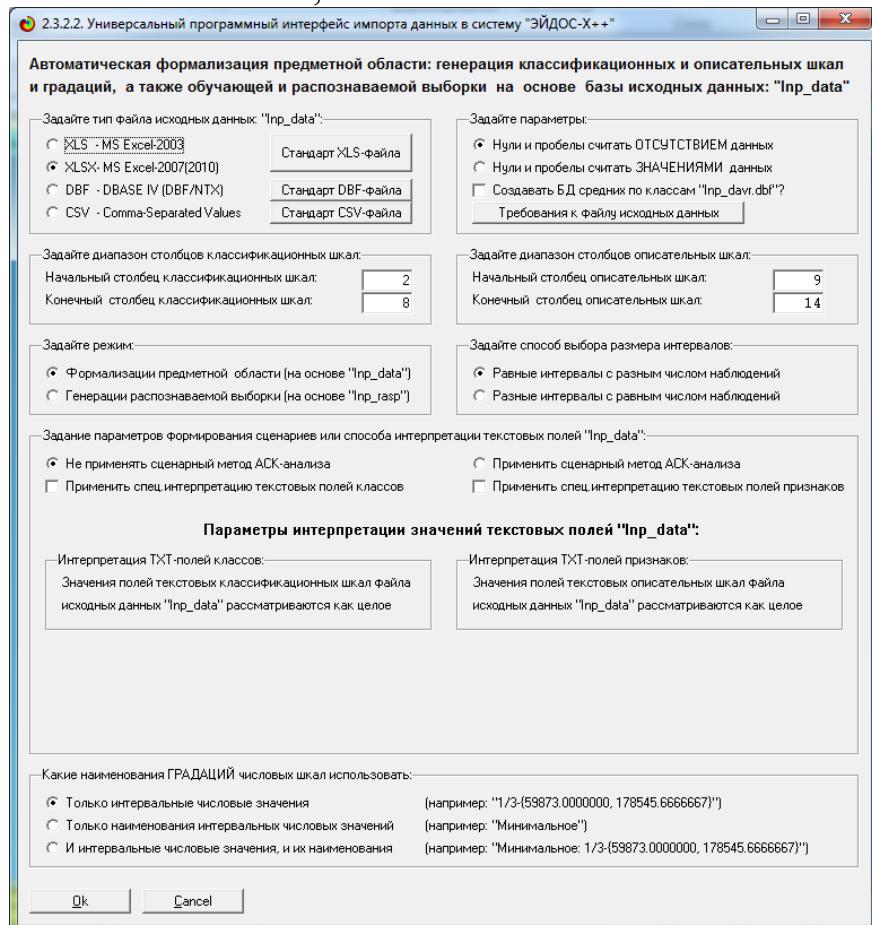
Дата	Максимальная температура	Минимальная температура	Средняя температура	Атмосферное давление	Скорость ветра	Осадки	Эффективная температура	№ дня в году	№ недели в году	№ дня в месяце	День недели	Месяц	Год
05.01.1933	0,0	-5,0	-1,5	1010,5	2,0	3,0	12,2	ДГ-004	НГ-01	ДМ-05	4/7-Четверг	01/12-Январь	Г:1933
06.01.1933	0,0	-2,8	-1,4	1008,1	1,0	1,0	10,3	ДГ-005	НГ-01	ДМ-06	5/7-Пятница	01/12-Январь	Г:1933
07.01.1933	-1,1	-5,0	-3,5	1006,9	4,0	1,0	13,9	ДГ-006	НГ-01	ДМ-07	6/7-Суббота	01/12-Январь	Г:1933
08.01.1933	-2,8	-7,8	-5,2	1006,5	8,0	19,0	1,8	ДГ-007	НГ-02	ДМ-08	7/7-Воскресенье	01/12-Январь	Г:1933
09.01.1933	-2,8	-11,1	-7,7	1012,9	4,0	7,0	1,5	ДГ-008	НГ-02	ДМ-09	1/7-Понедельник	01/12-Январь	Г:1933
10.01.1933	-2,2	-12,2	-7,4	1013,2	5,0	14,0	0,0	ДГ-009	НГ-02	ДМ-10	2/7-Вторник	01/12-Январь	Г:1933
11.01.1933	0,0	-10,0	-2,3	1010,2	2,0	0,0	5,1	ДГ-010	НГ-02	ДМ-11	3/7-Среда	01/12-Январь	Г:1933
12.01.1933	1,1	-3,9	-1,8	1006,8	1,0	1,0	0,0	ДГ-011	НГ-02	ДМ-12	4/7-Четверг	01/12-Январь	Г:1933
13.01.1933	-2,8	-6,1	-4,4	1012,1	1,0	6,0	1,3	ДГ-012	НГ-02	ДМ-13	5/7-Пятница	01/12-Январь	Г:1933

(Файл с полными исходными данными располагается по пути: “Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\Inp\_data.xls”)

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

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

На рисунке 3 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных данных для данного режима. Здесь же обратим внимание на то, что в таблице 3 как сами периоды времени, так и метеорологические условия, теоретически могут быть представлены как числовыми, так и текстовыми значениями.



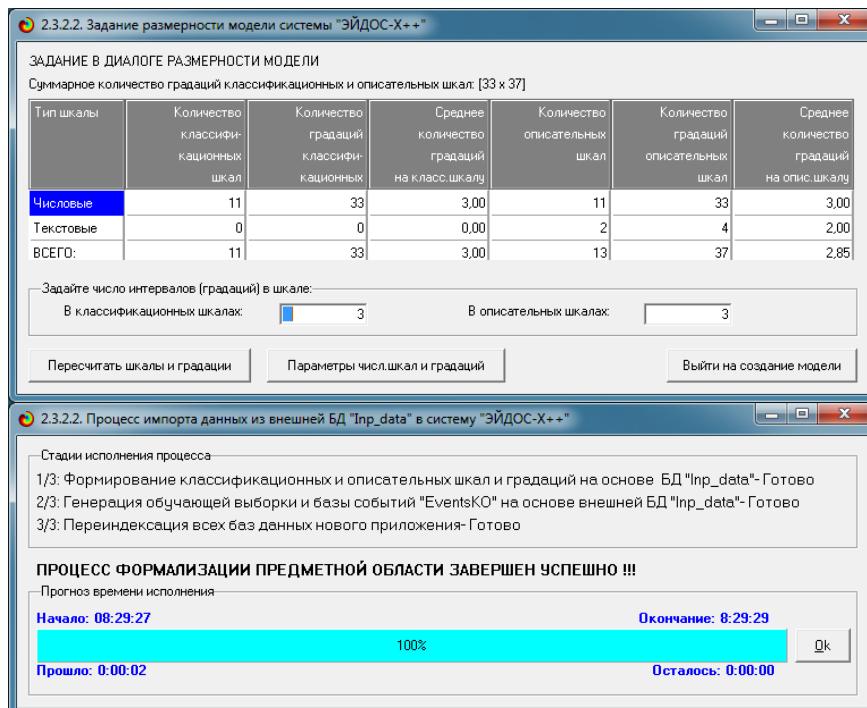


Рисунок 2. Экранные формы программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа<sup>1</sup>



Рисунок 3. Экранные формы HELP программного интерфейса (API) 2.3.2.2

<sup>1</sup> Все рисунки в статье приведены с достаточно высоким разрешением и при увеличении масштаба просмотра вполне читабельны

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

Таблица 4 – Классификационные шкалы и градации  
(Различные погодные данные)

KOD	NAME_CLS
1	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{-22.0, -15.5}
2	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{-15.5, -9.0}
3	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{-9.0, -2.5}
4	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{-2.5, 4.0}
5	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{-4.0, 10.5}
6	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{-10.5, 17.0}
7	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{-17.0, 23.5}
8	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-{-23.5, 30.0}
9	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-{-30.0, 36.5}
10	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{-36.5, 43.0}
11	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{-33.7, -27.79}
12	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{-27.79, -21.88}
13	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{-21.88, -15.97}
14	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{-15.97, -10.06}
15	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{-10.1, -4.2}
16	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{-4.2, 1.8}
17	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{-1.8, 7.7}
18	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-{-7.7, 13.6}
19	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-{-13.6, 19.5}
20	МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{-19.5, 25.4}
21	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{-27.9, -22.0}
22	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{-22.0, -16.1}
23	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{-16.1, -10.1}
24	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{-10.1, -4.2}
25	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{-4.2, 1.7}
26	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{-1.7, 7.6}
27	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{-7.6, 13.5}
28	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-{-13.5, 19.5}
29	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-{-19.5, 25.4}
30	СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{-25.4, 31.3}
31	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-1/10-{989.1, 994.5}
32	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-2/10-{994.5, 999.8}
33	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-3/10-{999.8, 1005.2}
34	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-4/10-{1005.2, 1010.5}
35	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-5/10-{1010.5, 1015.9}
36	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-6/10-{-1015.9, 1021.2}
37	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-7/10-{-1021.2, 1026.6}
38	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-8/10-{-1026.6, 1031.9}
39	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-9/10-{-1031.9, 1037.3}
40	АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-10/10-{-1037.3, 1042.6}
41	СКОРОСТЬ ВЕТРА-1/10-{-1.0, 3.8}
42	СКОРОСТЬ ВЕТРА-2/10-{-3.8, 6.6}
43	СКОРОСТЬ ВЕТРА-3/10-{-6.6, 9.4}
44	СКОРОСТЬ ВЕТРА-4/10-{-9.4, 12.2}
45	СКОРОСТЬ ВЕТРА-5/10-{-12.2, 15.0}
46	СКОРОСТЬ ВЕТРА-6/10-{-15.0, 17.8}
47	СКОРОСТЬ ВЕТРА-7/10-{-17.8, 20.6}
48	СКОРОСТЬ ВЕТРА-8/10-{-20.6, 23.4}
49	СКОРОСТЬ ВЕТРА-9/10-{-23.4, 26.2}
50	СКОРОСТЬ ВЕТРА-10/10-{-26.2, 29.0}
51	ОСАДКИ-1/10-{-1.0, 30.9}
52	ОСАДКИ-2/10-{-30.9, 60.8}
53	ОСАДКИ-3/10-{-60.8, 90.7}
54	ОСАДКИ-4/10-{-90.7, 120.6}
55	ОСАДКИ-5/10-{-120.6, 150.5}
56	ОСАДКИ-6/10-{-150.5, 180.4}
57	ОСАДКИ-7/10-{-180.4, 210.3}
58	ОСАДКИ-8/10-{-210.3, 240.2}
59	ОСАДКИ-9/10-{-240.2, 270.1}
60	ОСАДКИ-10/10-{-270.1, 300.0}
61	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{-31.6, -25.1}
62	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{-25.1, -18.6}
63	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{-18.6, -12.1}

64	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{ -12.1, -5.6}
65	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{ -5.6, 0.9}
66	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{ 0.9, 7.4}
67	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{ -7.4000000, 13.9000000}
68	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-{13.9000000, 20.4000000}
69	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-{20.4000000, 26.9000000}
70	ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{26.9000000, 33.4000000}

Таблица 5 – Описательные шкалы и градации

KOD	NAME_ATR
1	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:000
2	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:001
3	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:002
4	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:003
5	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:004
6	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:005
7	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:006
8	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:007
9	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:008
10	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:009
11	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:010
12	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:011
13	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:012
14	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:013
15	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:014
16	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:015
17	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:016
18	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:017
19	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:018
20	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:019
21	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:020
22	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:021
23	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:022
24	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:023
25	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:024
26	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:025
27	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:026
28	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:027
29	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:028
30	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:029
31	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:030
32	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:031
33	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:032
34	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:033
35	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:034
36	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:035
37	№ ДНЯ В ГОДУ-ДГ:036

Таблица 6 – Обучающая выборка

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14
05.01.1933	4	15	25		41		65	5	361	419	449	453	465
06.01.1933	4	16	25		41		65	6	361	420	450	453	465
07.01.1933	4	15	25		42		65	7	361	421	451	453	465
08.01.1933	3	15	24		43		65	8	362	422	452	453	465
09.01.1933	3	14	24		42		65	9	362	423	446	453	465
10.01.1933	4	14	24		42		65	10	362	424	447	453	465
11.01.1933	4	15	25		41		65	11	362	425	448	453	465
12.01.1933	4	16	25		41		65	12	362	426	449	453	465
13.01.1933	3	15	24		41		65	13	362	427	450	453	465

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

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

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

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

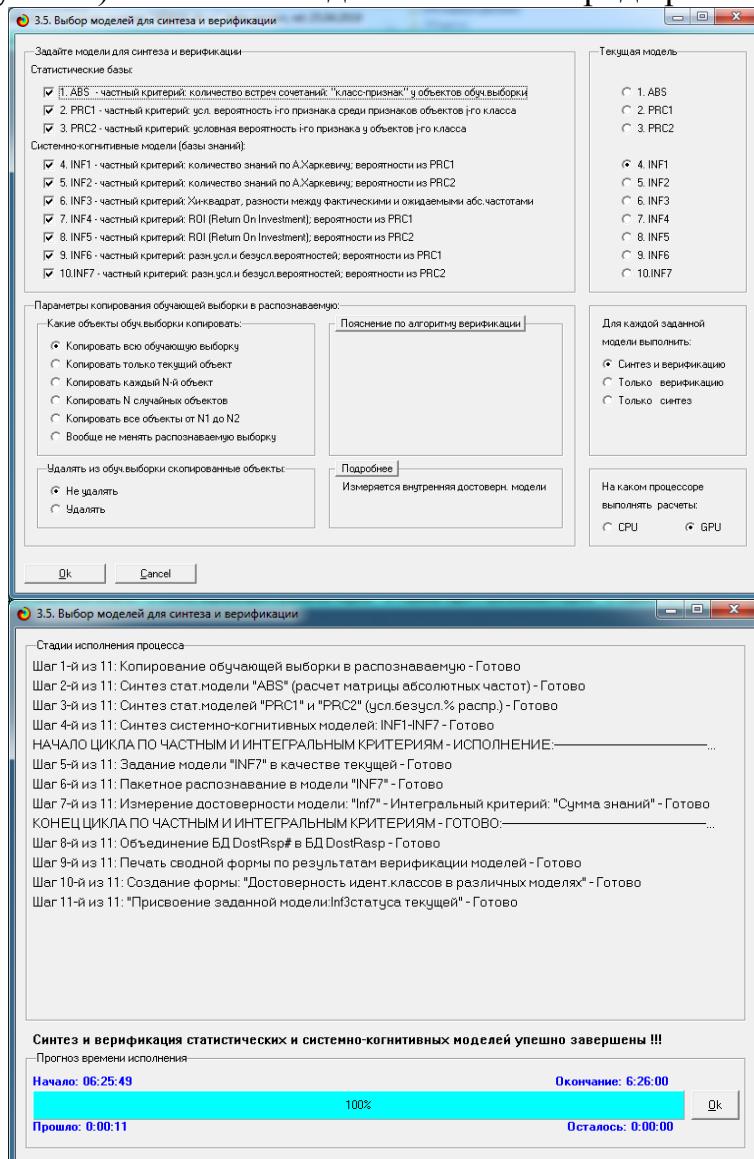


Рисунок 4. Экранная форма режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

Из рисунка 4 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 11 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На

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

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

5.5. Модель "1_ABS - частный критерий количества званий по А.Харенсону: корреляции из PRC"											
Код приемника	Наименование описательной метки и головки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
1	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_000	2	6	23	21	0	2				
2	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_001	1	8	20	24	12					
3	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_002	2	9	16	26	10					
4	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_003	1	6	20	30	6	1				
5	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_004	3	6	24	28	9					
6	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_005	2	10	27	20	8					
7	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_006	2	8	31	39	7					
8	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_007	2	10	20	20	10					
9	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_008	0	8	26	26	6	3				
10	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_009	7	20	37	9	5					
11	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_010	1	7	35	20						
12	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_011	1	2	35	23	7					
13	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_012	2	7	25	25	7	1				
14	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_013	1	10	31	20	3	1				
15	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_014	2	7	16	16	6	3				
16	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_015	1	10	30	24	4					
17	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_016	2	8	35	19	4					
18	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_017	3	9	27	22	6					
19	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_018	1	13	34	12	6	1				
20	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_019	1	13	29	21	4					
21	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_020	4	12	29	11	11					

Рисунок 5. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

5.5. Модель "4_INF1 - частный критерий количества званий по А.Харенсону: корреляции из PRC"											
Код приемника	Наименование описательной метки и головки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
1	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_000	0.630	0.565	0.511	0.340	-0.114	-0.748				
2	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_001	0.479	0.675	0.429	0.386	0.849					
3	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_002	0.451	0.511	0.424	0.424	0.424					
4	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_003	0.477	0.655	0.480	0.461	-0.294	-1.121				
5	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_004	0.944	0.516	0.481	0.421	-0.163					
6	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_005	0.791	0.757	0.544	0.279	-0.153					
7	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_006	0.784	0.650	0.600	0.249	-0.219					
8	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_007	0.748	0.734	0.538	0.254	-0.075					
9	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_008	0.454	0.554	0.377	0.377	-0.273	-1.120				
10	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_009	0.627	0.543	0.443	0.227	-0.078					
11	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_010	0.458	0.576	0.442	0.259	-0.302					
12	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_011	1.463	0.024	0.655	0.328	-0.219					
13	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_012	0.789	0.595	0.588	0.378	-0.215	-1.121				
14	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_013	1.679	0.767	0.617	0.289	-0.586	-1.110				
15	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_014	0.775	0.621	0.512	0.342	-0.240	-0.139				
16	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_015	0.495	0.764	0.589	0.368	-0.458					
17	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_016	0.788	0.654	0.659	0.229	-0.468					
18	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_017	0.976	0.712	0.547	0.324	-0.200					
19	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_018	0.491	0.879	0.652	0.052	-0.279	-1.116				
20	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_019	0.469	0.867	0.568	0.292	-0.474					
21	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_020	0.097	0.833	0.570	0.051	-0.015					

Рисунок 6. Матрица информативностей INF1 (фрагмент)

5.5. Модель "6_INF3 - частный критерий: разности между фактическими и ожидаемыми abs-частотами"											
Код приемника	Наименование описательной метки и головки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА	МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА
1	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_000	-0.023	1.692	4.295	19.594	11.198	-8.978	-15.050	-6.709	-0.324	
2	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_001	-0.224	1.657	6.222	12.144	13.644	-1.212	-1.212	-0.964	-0.341	
3	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_002	-0.244	0.619	2.215	2.272	15.642	7.734	-11.439	-15.687	-0.489	
4	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_003	-0.025	0.452	6.125	12.852	15.187	-5.246	-11.080	-16.451	-5.240	-0.256
5	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_004	-0.025	2.645	4.099	15.737	16.979	-3.476	-12.231	-16.767	-6.360	-0.362
6	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_005	-0.025	1.453	0.110	19.916	9.217	-3.229	-11.967	-16.486	-6.223	-0.395
7	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_006	-0.025	1.648	6.105	22.809	8.045	-4.384	-12.132	-16.632	-6.309	-0.360
8	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_007	-0.025	1.643	0.072	19.916	8.675	-1.812	-12.131	-16.486	-6.309	-0.374
9	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_008	-0.025	-0.347	1.140	1.916	11.217	-0.167	-10.967	-16.486	-6.223	-0.352
10	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_009	-0.024	-0.331	5.210	24.294	6.702	-1.703	-11.406	-15.677	-5.932	-0.339
11	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_010	-0.024	0.638	5.049	24.559	6.742	-0.724	-12.494	-17.229	-6.437	-0.373
12	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_011	0.975	-0.352	0.105	26.804	12.049	-4.384	-12.132	-16.632	-6.309	-0.360
13	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_012	-0.025	1.652	6.125	16.893	14.187	-4.240	-11.080	-16.451	-6.240	-0.354
14	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_013	-0.025	1.657	0.173	23.146	9.450	-0.724	-12.131	-16.486	-6.309	-0.347
15	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_014	-0.024	1.643	0.109	21.640	8.861	-0.609	-11.263	-16.748	-6.427	-0.341
16	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_015	-0.024	0.659	0.161	22.049	10.195	-0.743	-11.765	-16.134	-6.249	-0.349
17	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_016	-0.025	1.651	6.120	24.971	7.158	-2.793	-12.033	-16.496	-6.257	-0.357
18	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_017	-0.025	2.655	7.141	18.960	11.277	-5.167	-11.901	-16.315	-6.189	-0.352
19	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_018	-0.025	0.656	11.145	25.982	1.304	-5.145	-10.848	-16.270	-6.172	-0.352
20	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_019	-0.025	0.646	31.074	20.760	10.009	-3.744	-12.198	-16.722	-6.343	-0.362
21	№ ДНЯ В ГОДУ ДГ_020	-0.025	3.648	10.105	20.804	0.049	-0.384	-12.132	-16.632	-6.309	-0.360

Рисунок 7. Модель INF3 (фрагмент)

Отметим, что в АСК-анализе и СК-моделях степень выраженности различных значений временных шкал рассматривается с одной единственной точки зрения: какое **количество информации** содержится в них о том, какие показатели погодных данных были зафиксированы в них

[2]. Поэтому не играет никакой роли в каких единицах измерения измеряются те или иные погодные условия [2]. Это и есть решение проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос», отличающее их от других интеллектуальных технологий.

### **Верификация статистических и системно-когнитивных моделей**

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образом 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, смягчающие и преодолевающие недостатки F-меры [3]. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 8).

3.4. Обобщенная форма по достоверности моделей при разн. инт. крит. Текущая модель: "INF1"											
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Гипотеза Ван Ризбергена	Сумма модул. уровней схд. истиннополож. решений (STP)	Сумма модул. уровней схд. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модул. уровней схд. ложнополож. решений (SFP)	Сумма модул. уровней схд. ложно-отриц. решений (SFN)	S-точность модели	S-Полнота модели	L1-гипотеза проф. Е.В.Луценко	Средний модуль уровней схд. истиннополож. решений	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс...".	Сумма abs.частот по признакам	0.155	59204.929	159178.967			0.271	1.000	0.427	0.449	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с...	0.155	31246.047	1958.088	189888.447		0.141	1.000	0.248	0.237	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по при...	0.155	8908.420		74922.330		0.106	1.000	0.192	0.068	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по при...	0.155	31246.048	1958.089	189888.478		0.141	1.000	0.248	0.237	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по при...	0.155	8908.420		74922.327		0.106	1.000	0.192	0.068	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.294	6876.438	47922.162	29008.907	632.870	0.192	0.916	0.317	0.060	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.215	11861.835	60959.121	59014.915	1129.880	0.167	0.913	0.283	0.108	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.294	6876.427	47922.081	29008.860	632.869	0.192	0.916	0.317	0.060	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.215	11861.836	60959.125	59014.919	1129.880	0.167	0.913	0.283	0.108	
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактам...	Семантический резонанс зна...	0.288	18097.583	80853.303	63816.004	1603.405	0.221	0.919	0.356	0.166	
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактам...	Сумма знаний	0.288	41501.734	95898.726	56918.795	2521.805	0.422	0.943	0.583	0.361	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.348	11322.393	71632.606	28203.525	1649.313	0.296	0.873	0.431	0.109	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	0.209	920.158	1083.602	7353.637	25.999	0.111	0.973	0.200	0.008	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.348	11322.393	71632.607	28203.525	1649.313	0.286	0.873	0.431	0.109	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	0.209	920.158	1083.602	7353.637	25.999	0.111	0.973	0.200	0.008	
9. INF6 - частный критерий: разн. усл и безузл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.262	18392.396	47904.210	69834.600	1743.226	0.208	0.913	0.339	0.171	
9. INF6 - частный критерий: разн. усл и безузл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.209	2659.625	4748.189	23695.614	101.722	0.101	0.963	0.183	0.024	
10.INF7 - частный критерий: разн. усл и безузл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.262	18392.391	47904.198	69834.584	1743.225	0.208	0.913	0.339	0.171	
10.INF7 - частный критерий: разн. усл и безузл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.209	2659.625	4748.189	23695.613	101.722	0.101	0.963	0.183	0.024	

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

Из рисунка 8 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергена наиболее достоверной является СК-модель INF4 и INF5 с интегральным критерием «Резонанс знаний» ( $F=0,348$  при максимуме 1,000), что неплохо, а по критерию L1 проф.Е.В.Луценко [3] наиболее достоверной также является СК-модель INF3, но с интегральным критерием «Сумма знаний» ( $L1=0,583$  при максимуме 1,000), что является очень хорошим результатом.

**Это подтверждает наличие и адекватное отражение в СК-модели сильной причинно-следственной зависимости между различными значениями временных шкал и погодными условиями.**

На рисунке 9 приведено частотное распределение числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений по результатам

прогнозирования погодных условий на основе временных данных по данным обучающей выборки:

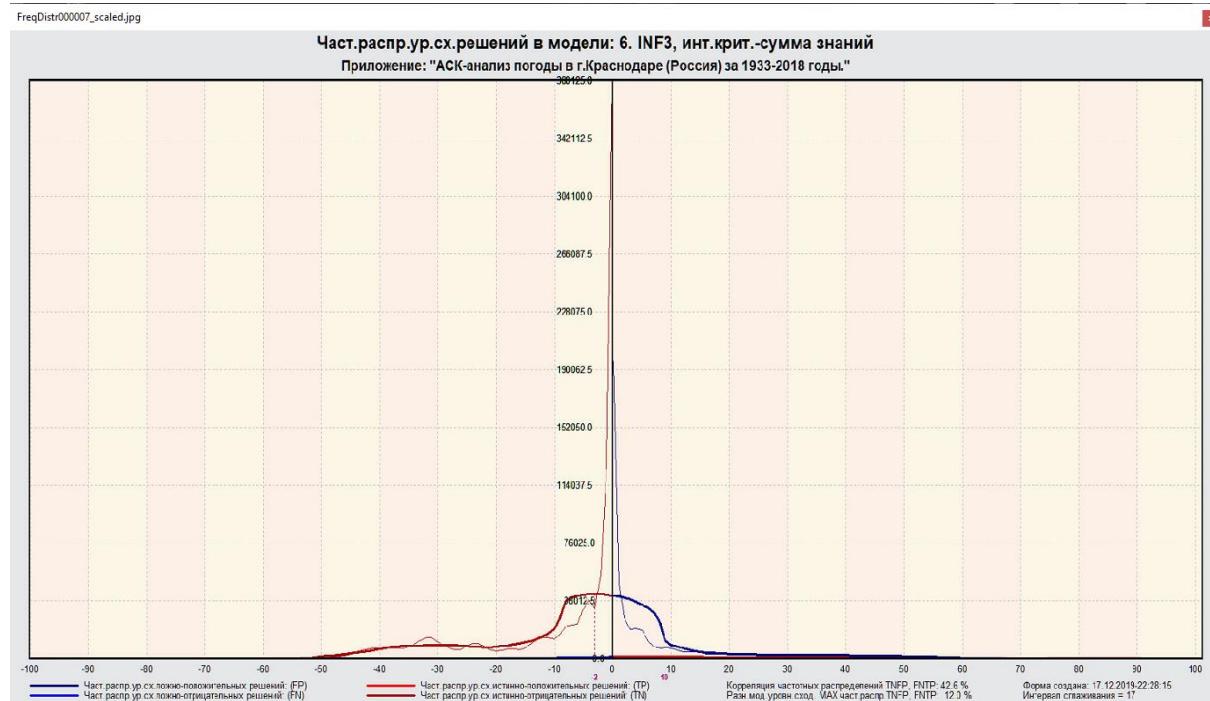


Рисунок 9. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности в СК-модели Inf3

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

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

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

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

Видно также, что для положительных решений картина более сложная и включает 3 диапазона уровней сходства, которые можно увидеть при увеличении масштаба.

1) при уровнях сходства от 0% до примерно 67% количество ложных решений больше числа истинных;

2) при уровнях сходства от 67% до примерно 75% есть и истинные и ложные положительные решения, но число истинных больше числа ложных и их доля возрастает при увеличении уровня сходства;

3) при уровнях сходства выше 75% встречаются только истинные положительные решения.

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

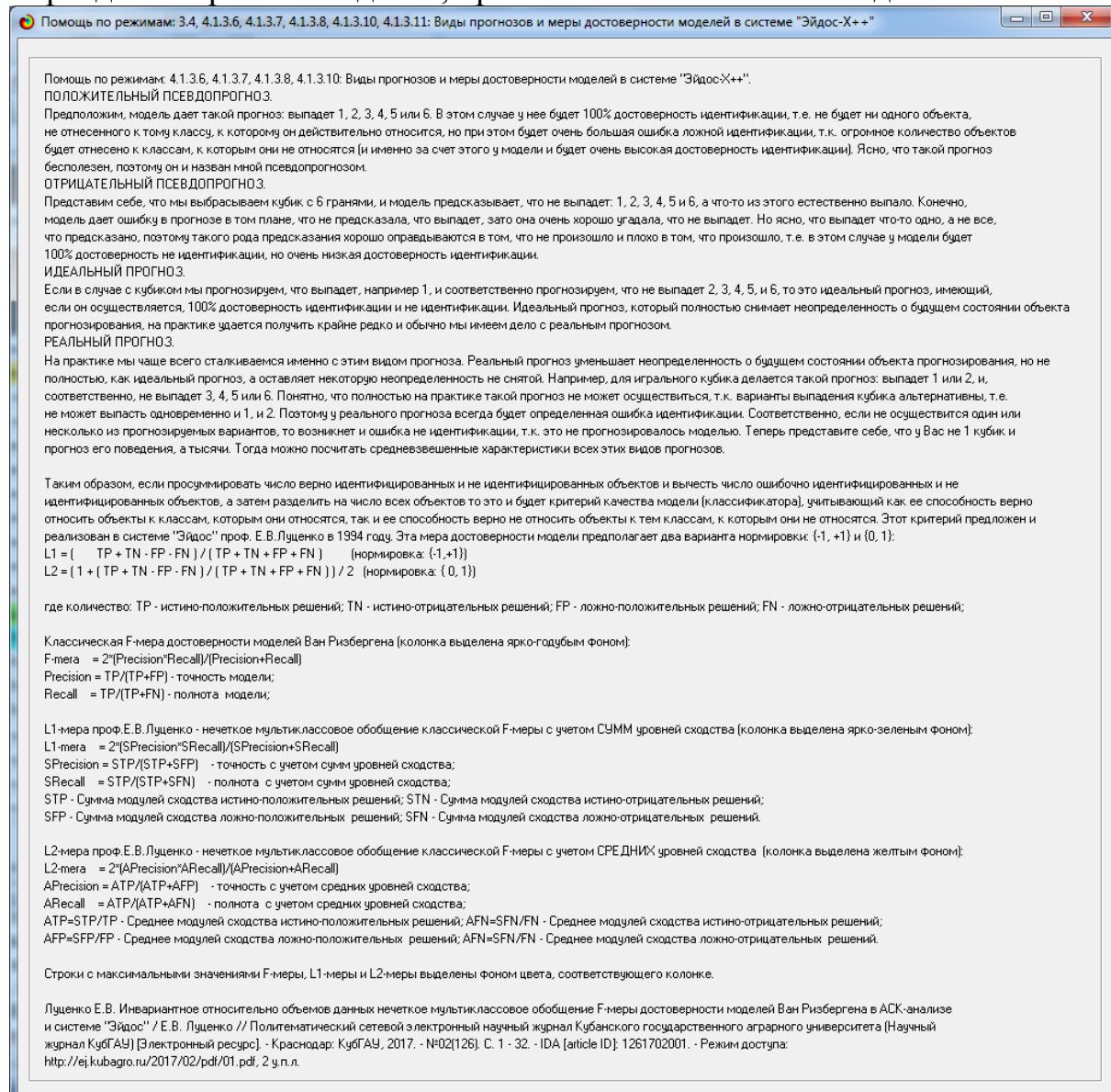


Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф. Е.В.Луценко [3]

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

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

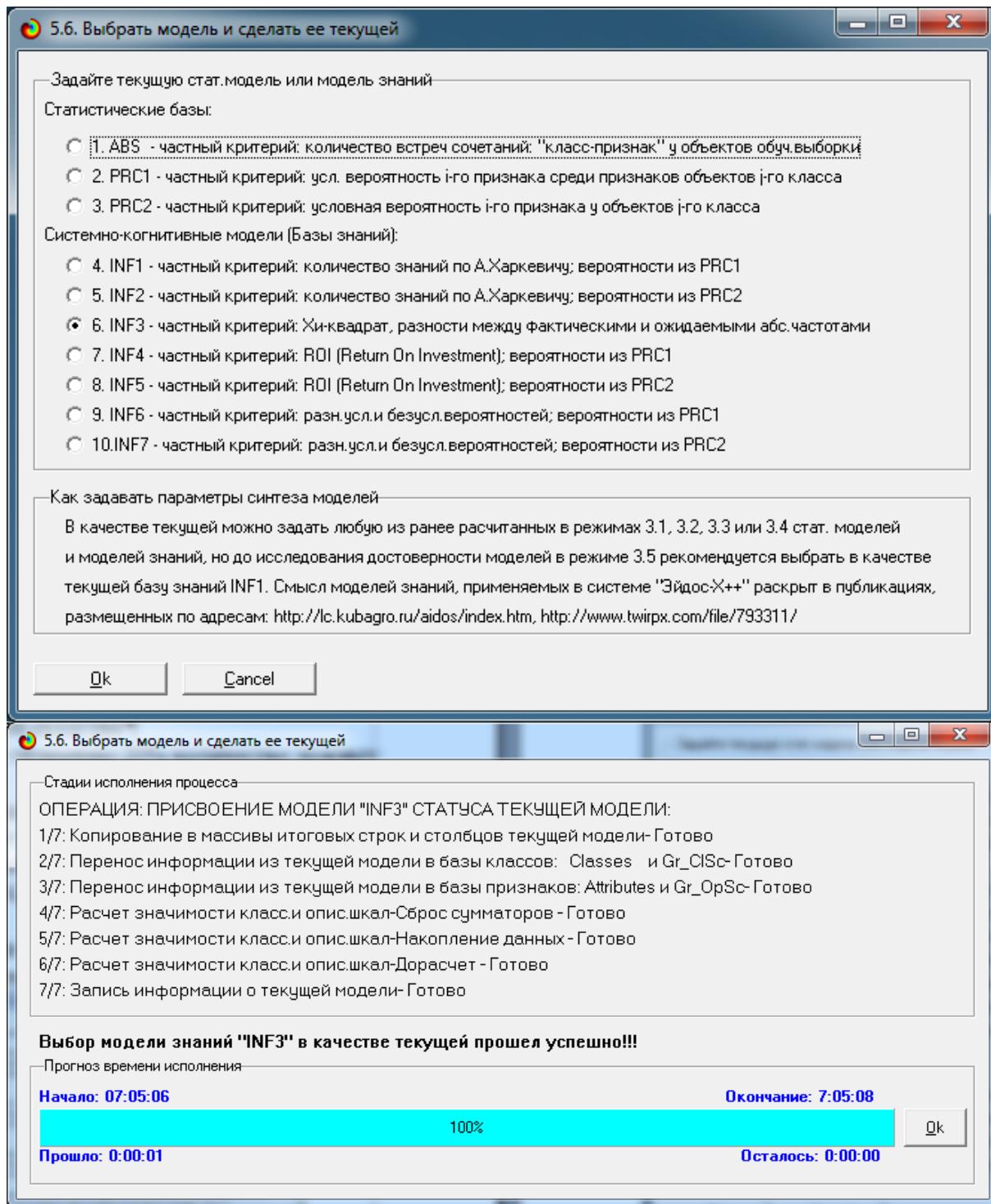
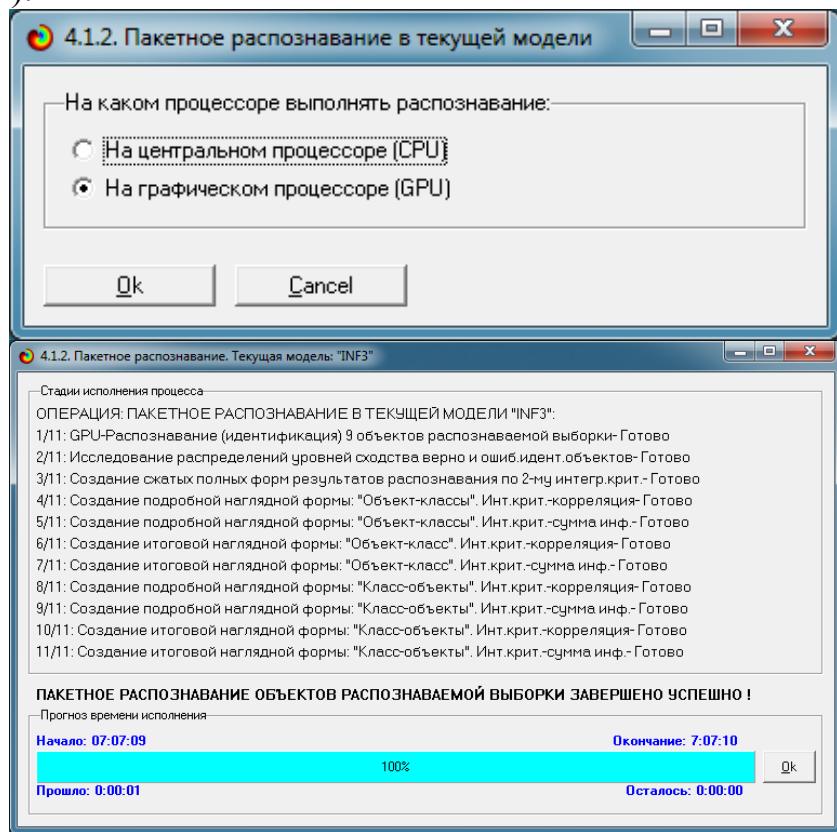


Рисунок 11. Экранные формы придания наиболее достоверной по L2-критерию СК-модели Inf3 статуса текущей модели

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

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

Решим задачу прогнозирования результатов зависимости значений различных показателей погоды на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF3 на GPU. Для этого запустим режим 4.1.2 (рисунок 12).



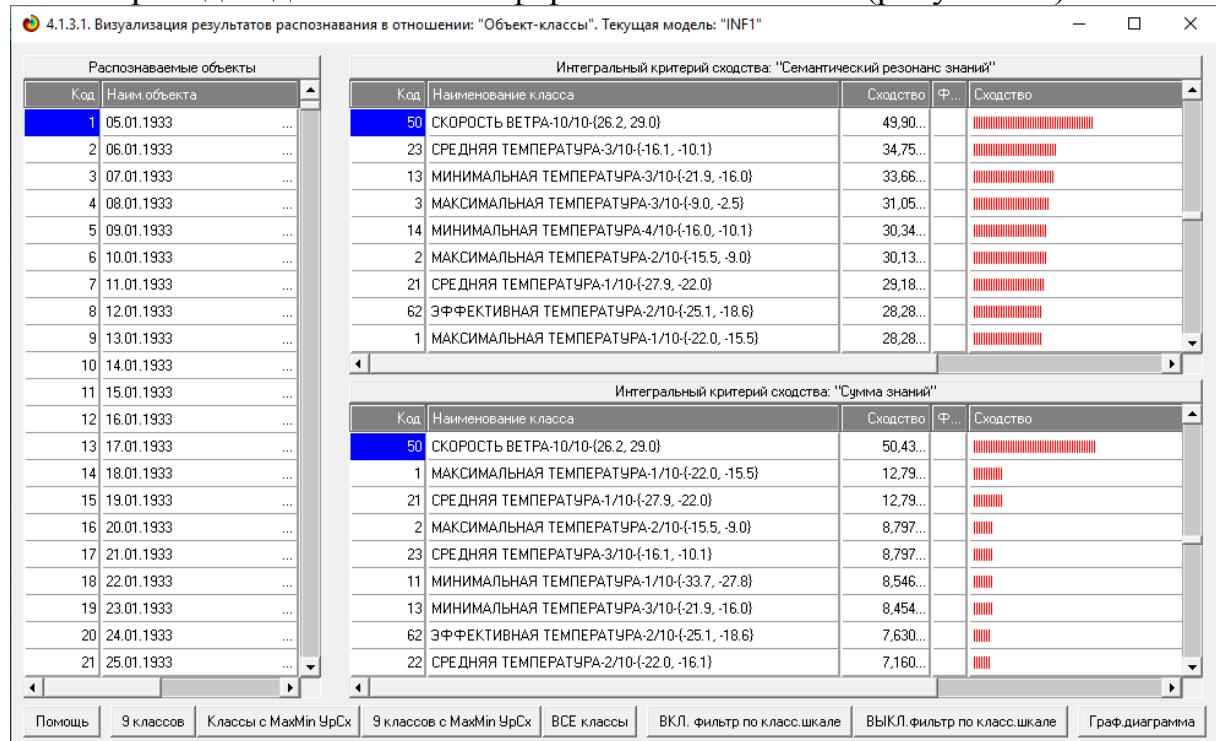
4.1.3. Вывод результатов распознавания
4.1.3.1. Подробно наглядно: "Объект - классы"
4.1.3.2. Подробно наглядно: "Класс - объекты"
4.1.3.3. Итоги наглядно: "Объект - класс"
4.1.3.4. Итоги наглядно: "Класс - объект"
4.1.3.5. Подробно скжато: "Объекты - классы"
4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разных интегральных крит.
4.1.3.7. Обобщ.стат.анализ результатов идент. по моделям и инт.крит.
4.1.3.8. Стат.анализ результ. идент. по классам, моделям и инт.крит.
4.1.3.9. Достоверность идент.объектов при разных моделях и инт.крит.
4.1.3.10.Достоверность идент.классов при разных моделях и инт.крит.
4.1.3.11.Распределения уровн.сходства при разных моделях и инт.крит.
4.1.3.12.Объединение в одной БД строк по самым достоверным моделям

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

Из рисунка 11 видно, что прогнозирование заняло 1 секунду.

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

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



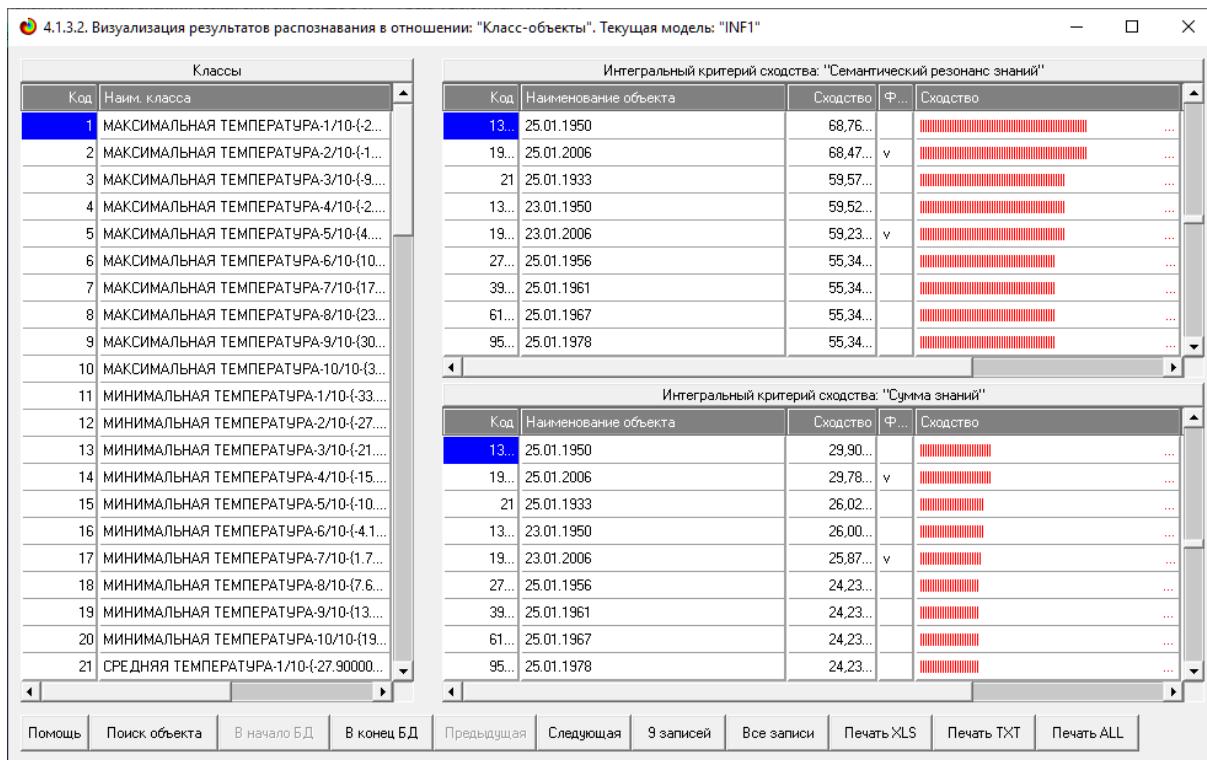


Рисунок 13. Выходные формы по результатам прогнозирования результатов зависимости значений различных показателей погоды

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

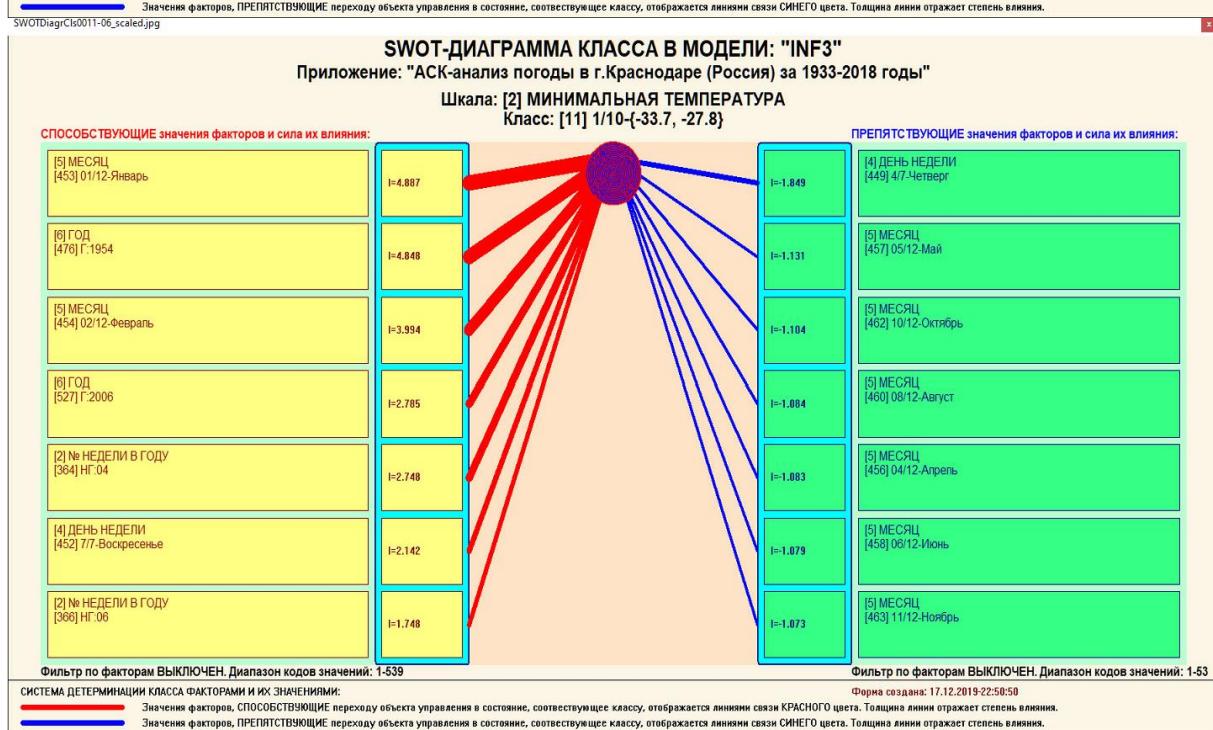
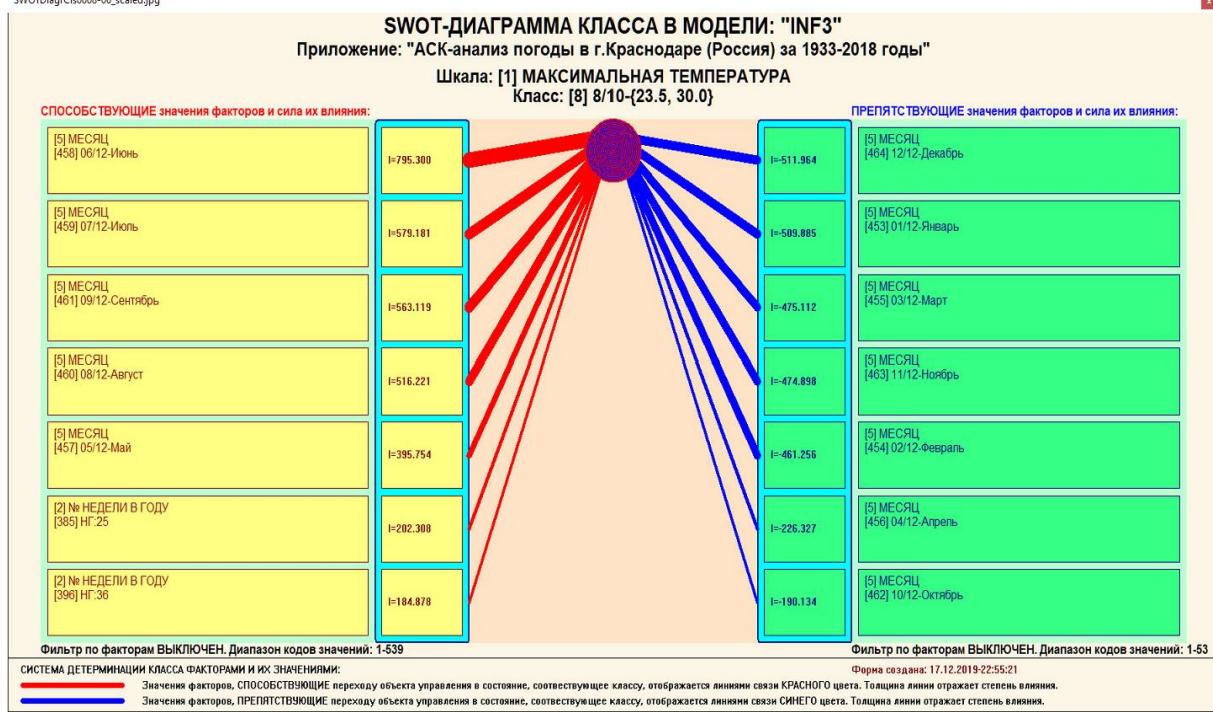
### **Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений (SWOT-анализ)**

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

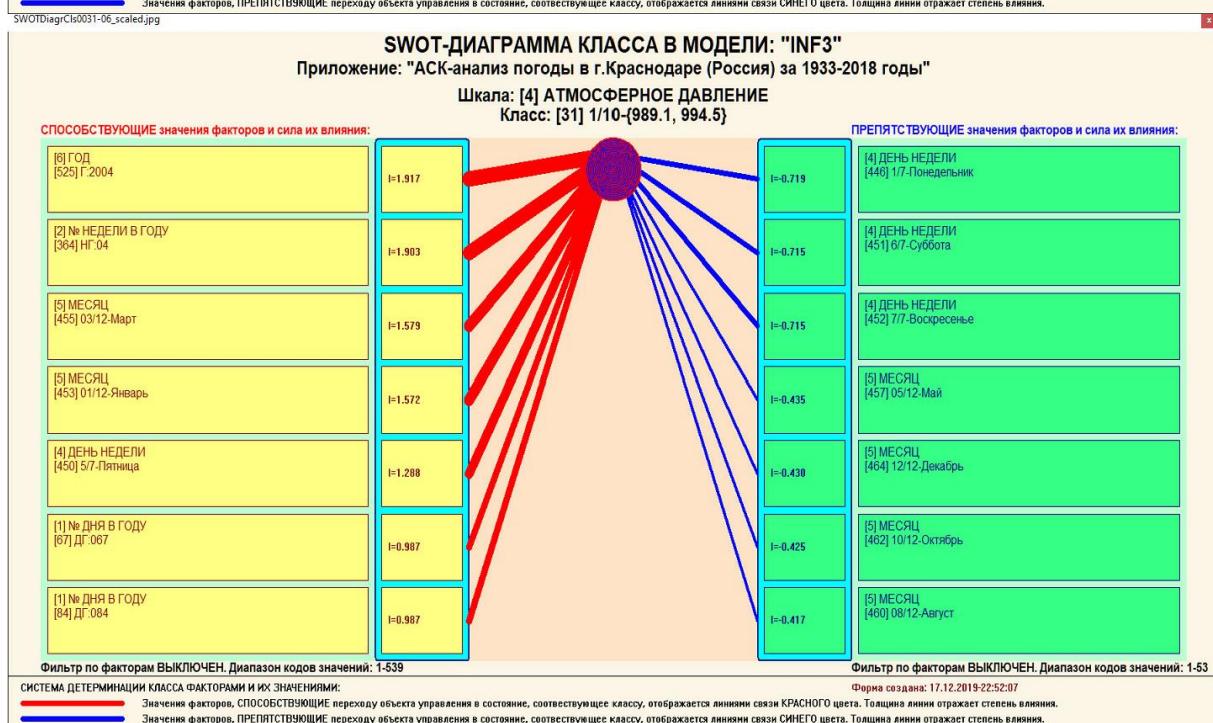
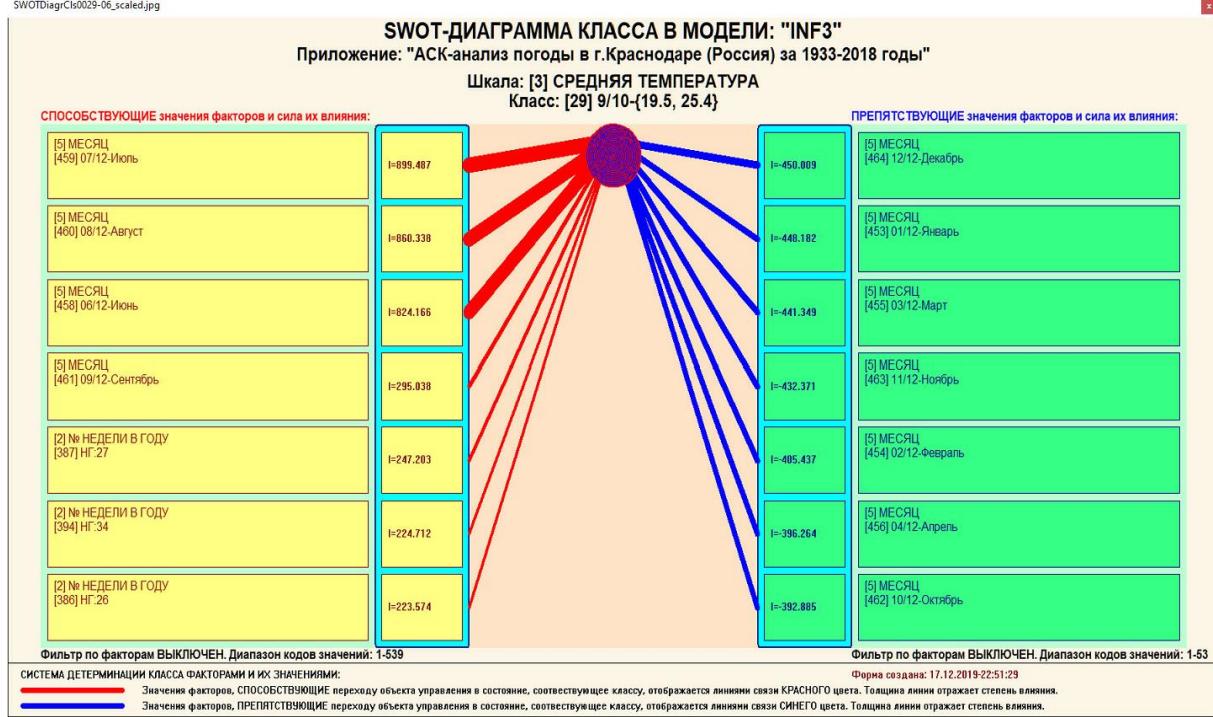
Применительно к задаче, решаемой в данной работе, SWOT-анализ показывает степень влияния различных периодов времени на определённые погодные условия.

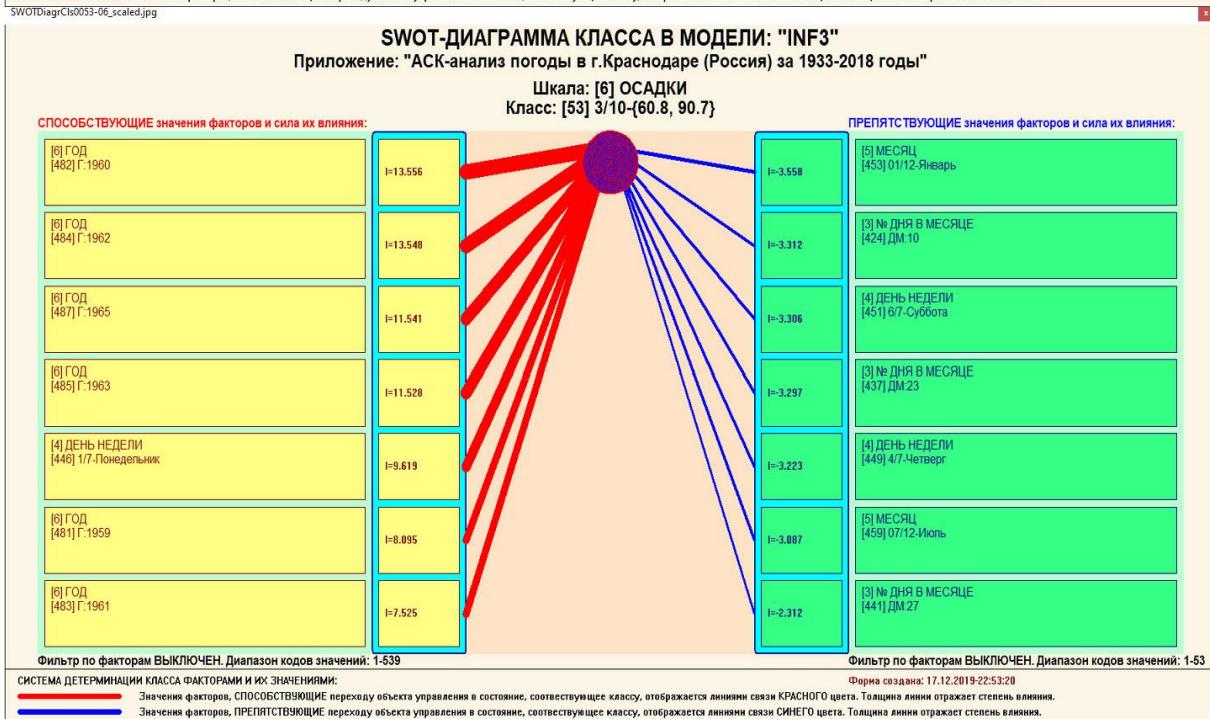
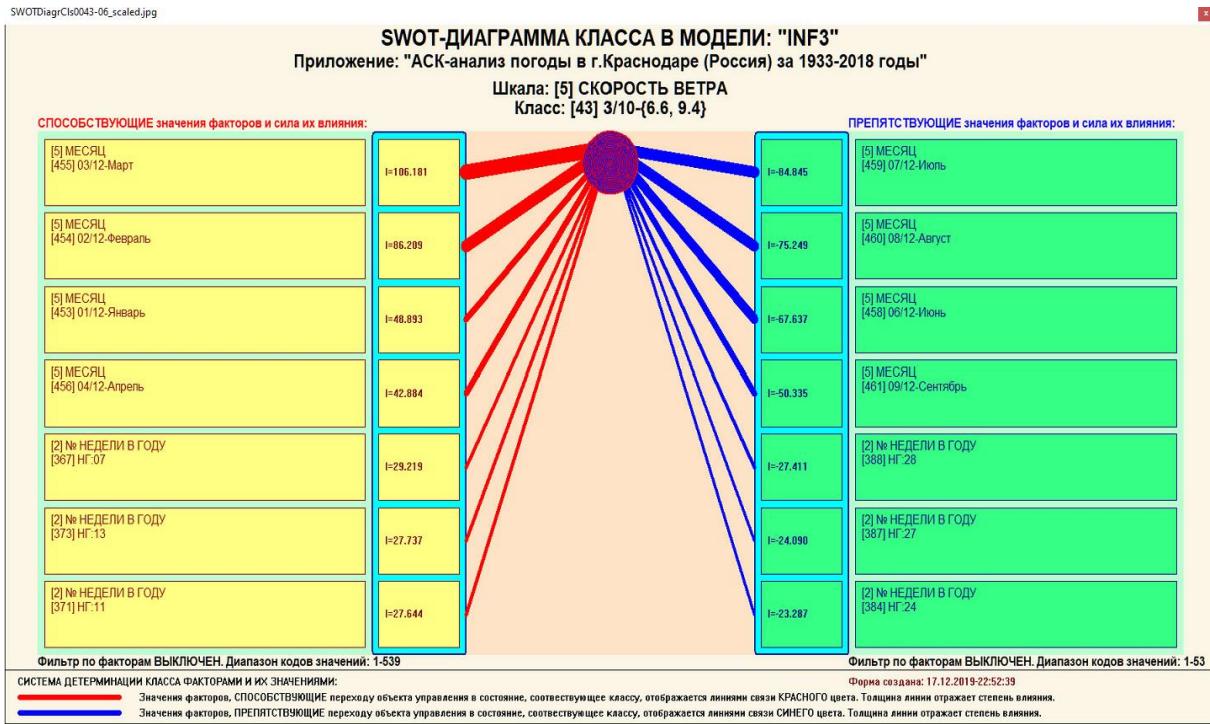
В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом **выявляется система детерминации заданного класса**, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу. На рисунках 14 приведены SWOT-диаграммы,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

SWOTDiagrCl0008-06\_scaled.jpg



SWOTDiagrCl0029-06\_scaled.jpg





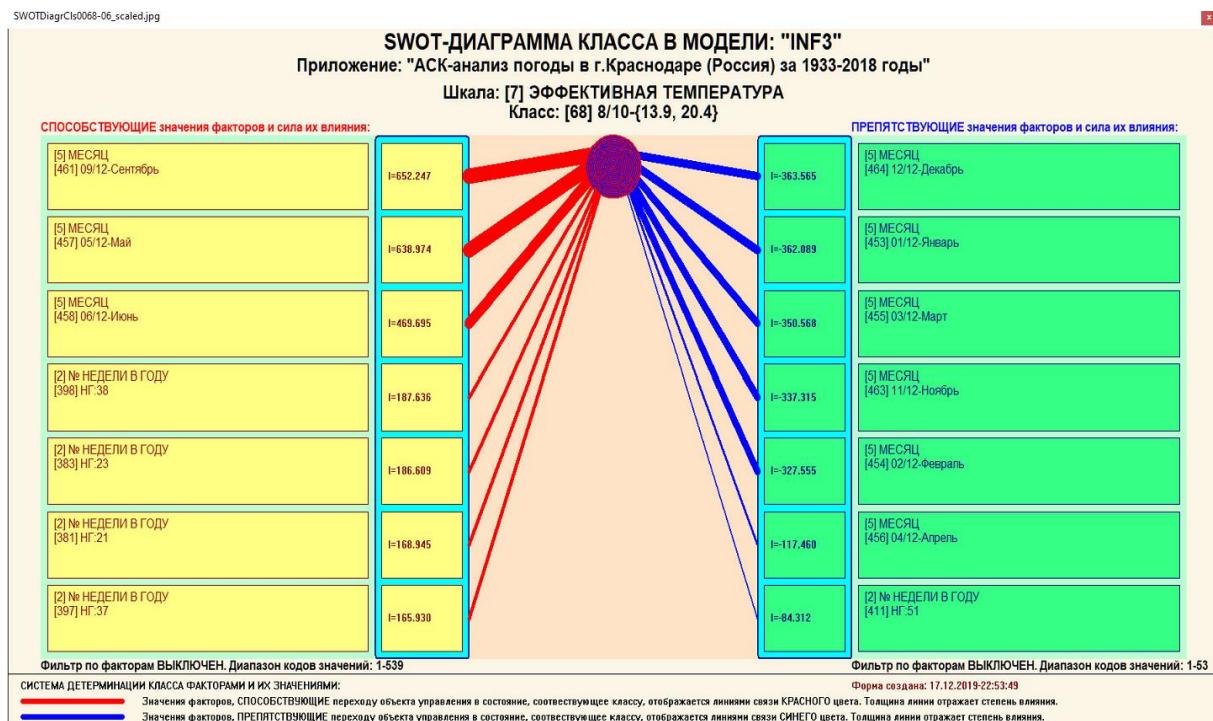


Рисунок 14. SWOT-диаграммы, зависимость различных погодных условий от определённых периодов времени.

Эти диаграммы наглядно показывают, каким периодам времени характерны те или иные погодные условия.

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: c:\Aidos-X\AID\_DATA\A0000003\System\SWOTCls####Inf3.DBF, где: «####» – код класса с ведущими нулями. Эти базы открываются в MS Excel.

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

<p style="text-align: center;"><b>У Т В Е Р Ж Д А Ў</b></p> <p>Заведующий Краснодарским сектором ИСИ АН СССР, к.ф.н. М.А.Хагуров <i>Хагуров</i> 1987г.</p>	<p style="text-align: center;"><b>У Т В Е Р Ж Д А Ў</b></p> <p>Директор Северо-Кавказского филиала ВНИИ "АИУС-агроресурсы", к.э.н. Э.М.Трахов <i>Трахов</i> 1987г.</p>
 <p style="margin: 0;">А К Т</p>	
<p>Настоящий акт составлен комиссией в составе: Кириченко М.М., Ляшко Г.А., Самсонов Г.А., Коренец В.И., Луценко Е.В. в том, что в соответствии с договором о научно-техническом сотрудничестве между Северо-Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" и Краснодарским сектором Института социологических исследований АН СССР Северо-Кавказским филиалом ВНИИ "АИУС-агроресурсы" выполнены следующие работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлена постановка задачи: "Обработка на ЭВМ социологических анкет Крайагропрома";</li> <li>- разработаны математическая модель и программное обеспечение подсистемы распознавания образов, позволяющие решать данную задачу в среде персональной технологической системы ВЕГА-М;</li> <li>- на профессиональной персональной ЭВМ "Искра-226" осуществлены расчёты по задаче в объёме:</li> </ul> <p>Входная информация составила 425 анкет по 9-ти предприятиям. Выходная информация - 4 вида выходных форм объёмом 90 листов формата А3 и 20 листов формата А4 содержит:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- процентное распределение ответов в разрезе по социальным типам корреспондентов;</li> <li>- распределение информативностей признаков (в битах) для распознавания социальных типов корреспондентов;</li> <li>- позитивные и негативные информационные портреты 30-ти социальных типов на языке 212 признаков;</li> <li>- обобщённая характеристика информативности признаков для выбора такого минимального набора признаков, который содержит максимум информации о распознаваемых объектах (оптимизация анкет).</li> </ul> <p>Работы выполнены на высоком научно-методическом уровне и в срок.</p> <p>От ИСИ АН СССР: Мл. научный сотрудник <i>Ляшко</i> М.М. Кириченко <i>19.05</i> 1987г.</p> <p>Мл. научный сотрудник <i>Ляшко</i> Г.А. Ляшко <i>19.05</i> 1987г.</p> <p>От СКФ ВНИИ "АИУС-агроресурсы": Зав.отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4, к.э.н. <i>Самсонов</i> Г.А. Самсонов <i>19.05</i> 1987г.</p> <p>Главный конструктор проекта <i>Б.И.Коренец</i> В.И. Коренец <i>19.05.82</i> 1987г.</p> <p>Главный конструктор проекта <i>Б.В.Луценко</i> Е.В. Луценко <i>19.05.82</i> 1987г.</p>	

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

На рисунке 15 приведены примеры инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных промежутков времени на погодные условия.

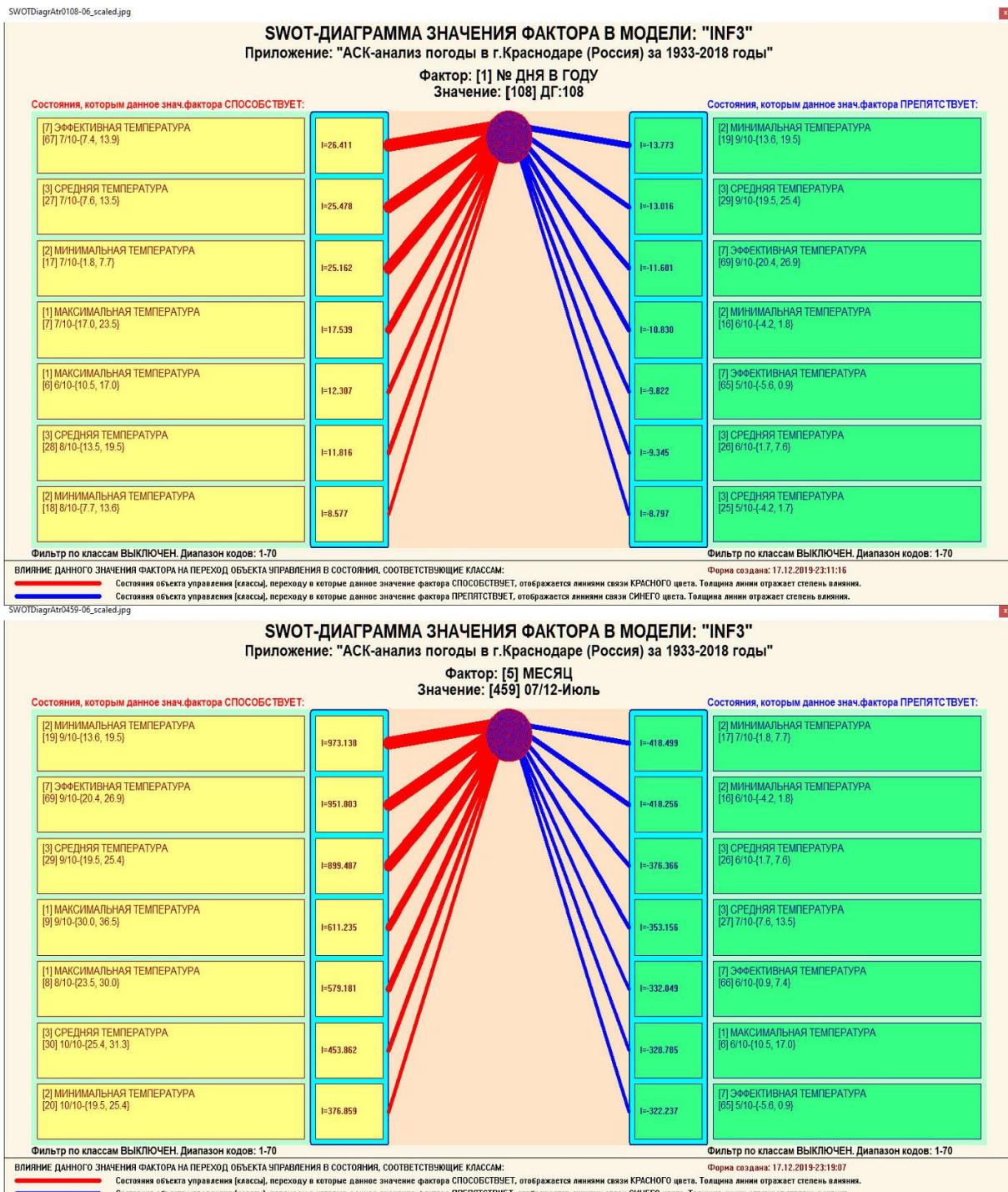


Рисунок 15. Примеры SWOT-диаграмм, отражающих силу и направление влияния различных периодов времени на определённые погодные условия.

Из рисунка 15 видно, как выбранный временной промежуток влияет на погодные условия.

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» [4, 9, 10].

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

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

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

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

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

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

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

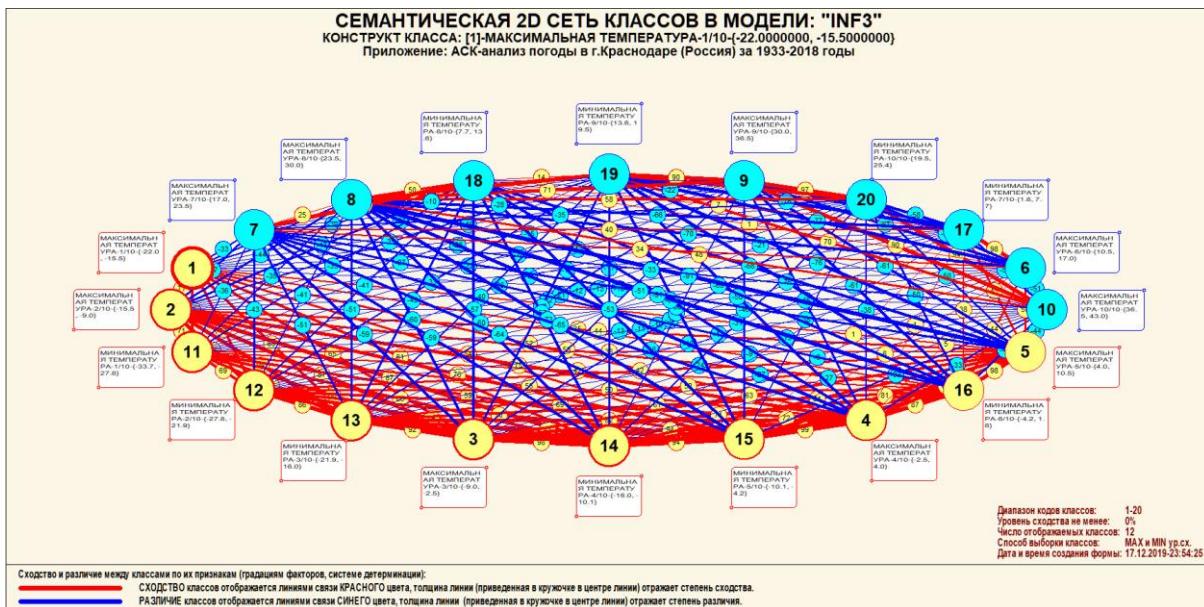


Рисунок 16. Когнитивная диаграмма классов, отражающая сходство/различие погодных условий по системе детерминирующих (обуславливающих) их значений периодов времени.

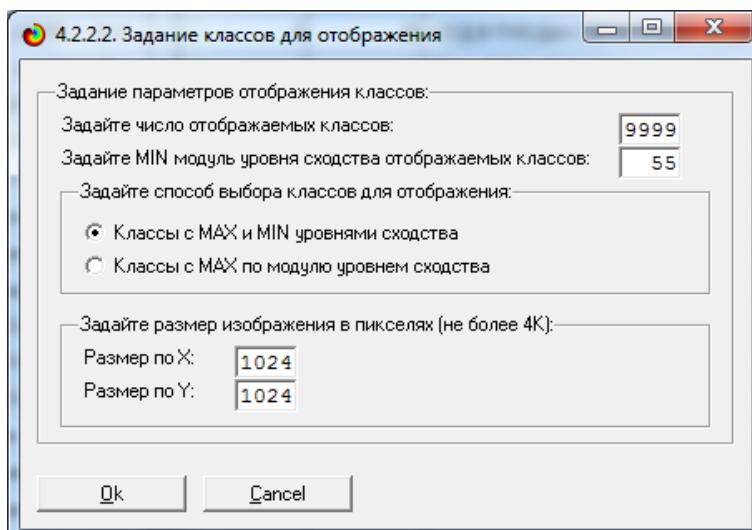


Рисунок 17. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

### 4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

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

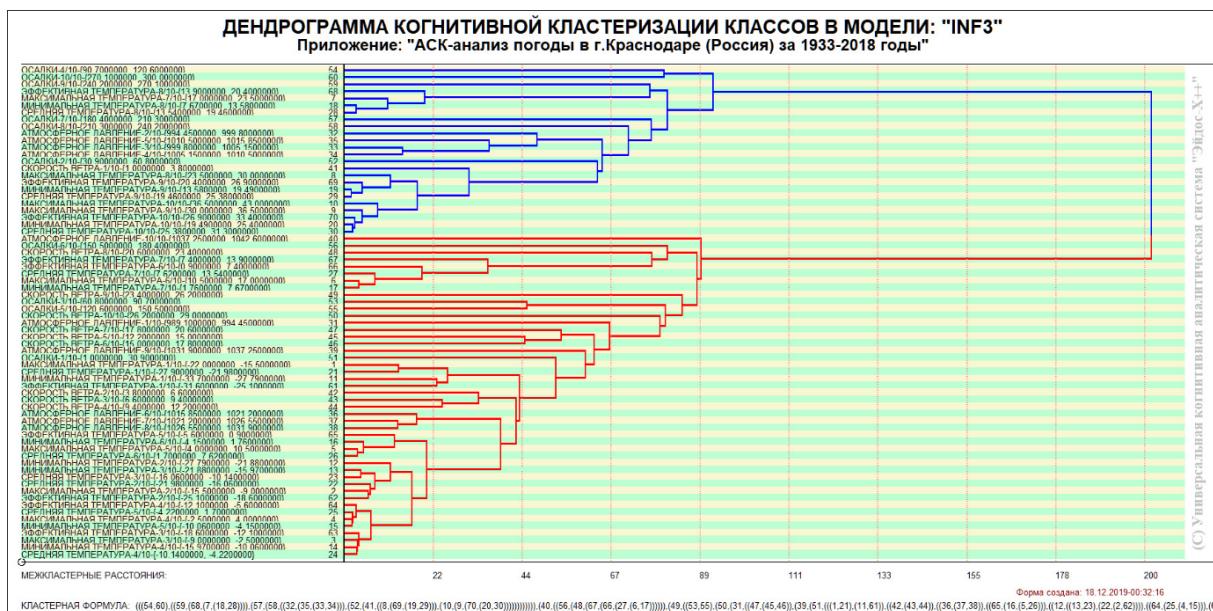
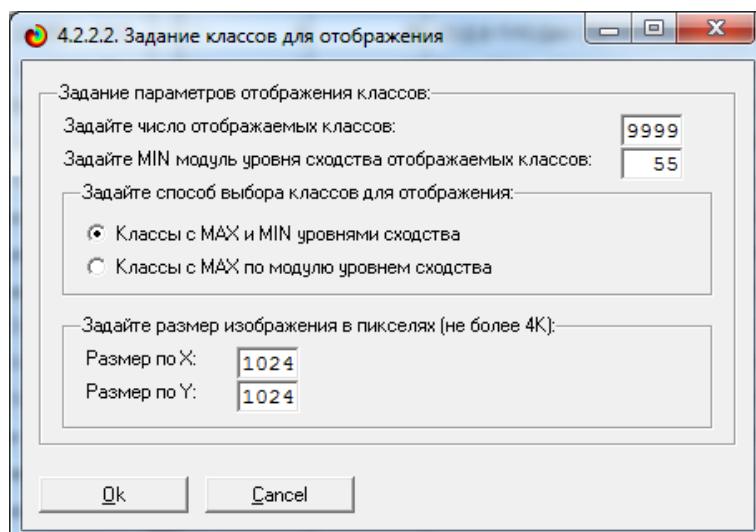


Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации классов, отражающая сходство/различие погодных условий по системе детерминирующих (обуславливающих) их значений периодов времени.



Из рисунков 16 и 18 мы видим, что некоторые сведения о погоде сходны по детерминирующей их системе значений временных шкал, и, следовательно, корректно ставить задачу их одновременного достижения, а другие по этой системе свойств сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. альтернативными и цель их одновременного достижения является некорректной и недостижимой, т.к. для достижения одного из альтернативных результатов необходимы одни погодные данные, а для достижения другого – совершенно другие, которые не могут наблюдаться одновременно с первыми.

На рисунке 19 мы видим график изменения межкластерных расстояний:

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
 Приложение: "ACK-анализ погоды в г.Краснодаре (Россия) за 1933-2018 годы"

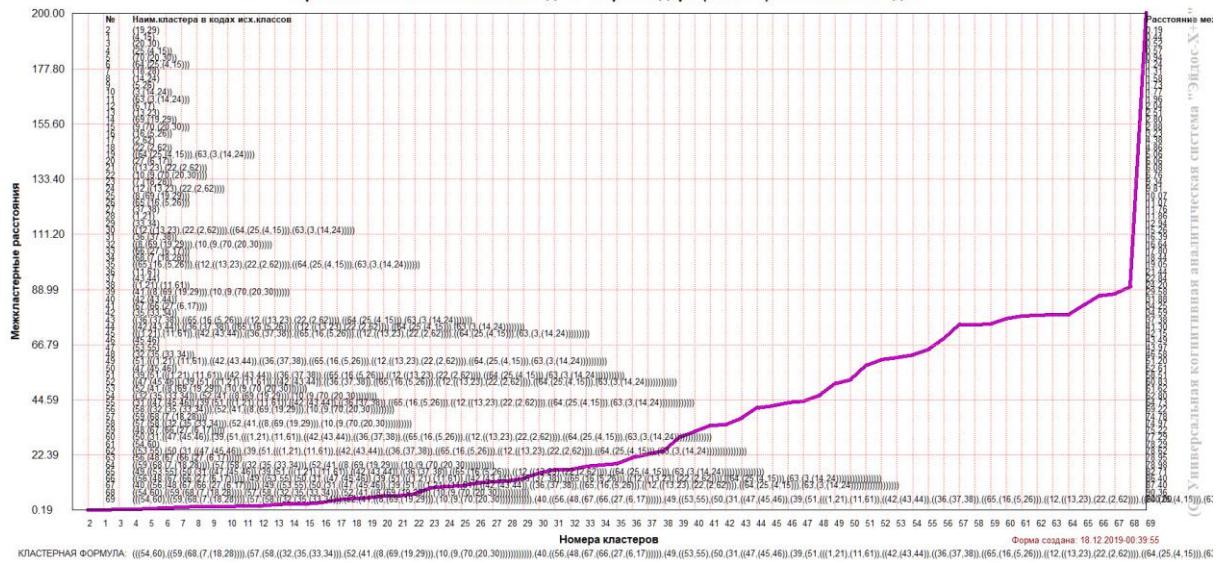


Рисунок 19. График изменения межкластерных расстояний

### 4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 20).

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

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

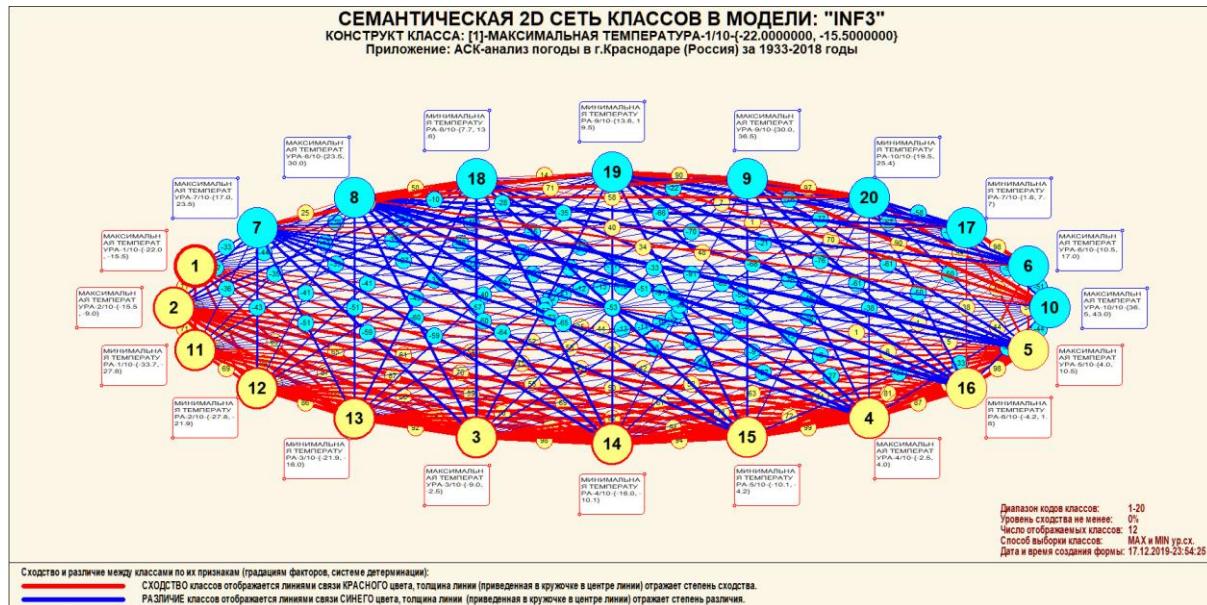


Рисунок 20. Когнитивная диаграмма и конструкт значений сходства/различия погодных данных по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации об их соответствии определённым периодам времени

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

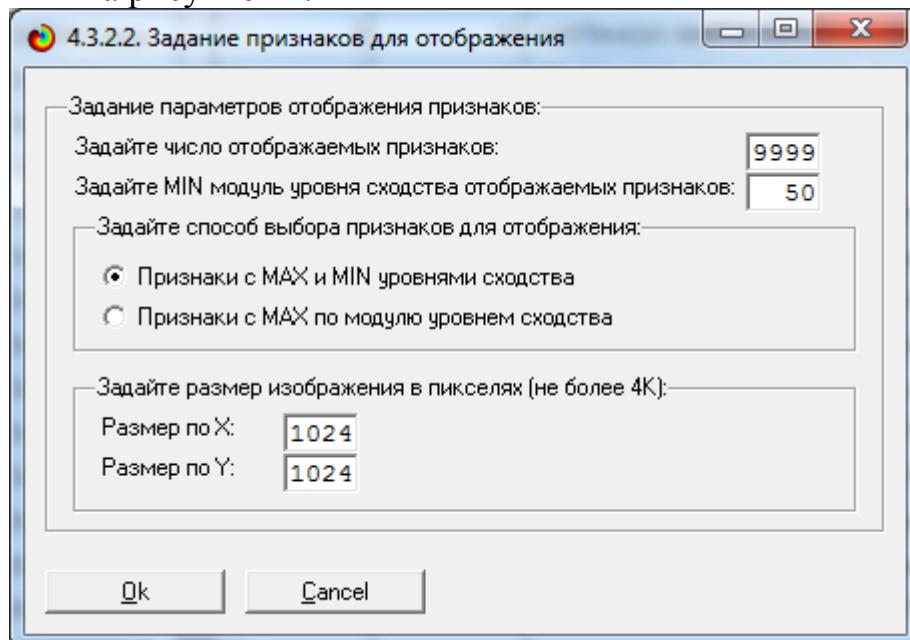


Рисунок 21. Параметры отображения когнитивной диаграммы, приведенной на рисунке 23

#### 4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 22 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межклластерных

расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 20.

**ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
Приложение: "ACK-анализ погоды в г.Краснодаре (Россия) за 1933-2018 годы"

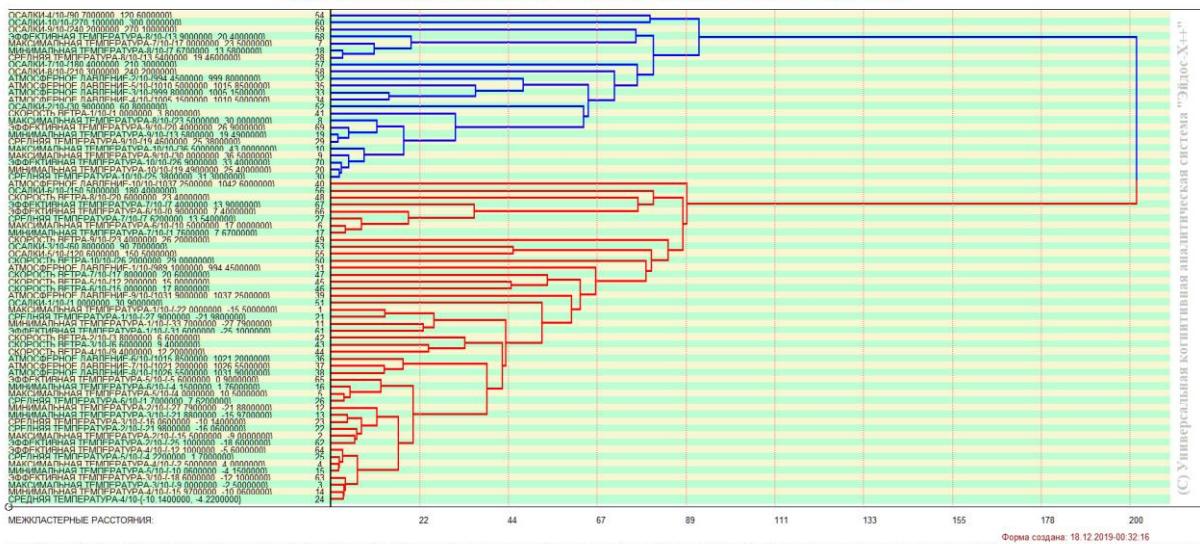


Рисунок 22. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации погодных данных по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации и об их соответствии определённым периодам времени

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).

На рисунке 23 приведен график межклusterных расстояний значений временных шкал.

**ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
Приложение: "ACK-анализ погоды в г.Краснодаре (Россия) за 1933-2018 годы"

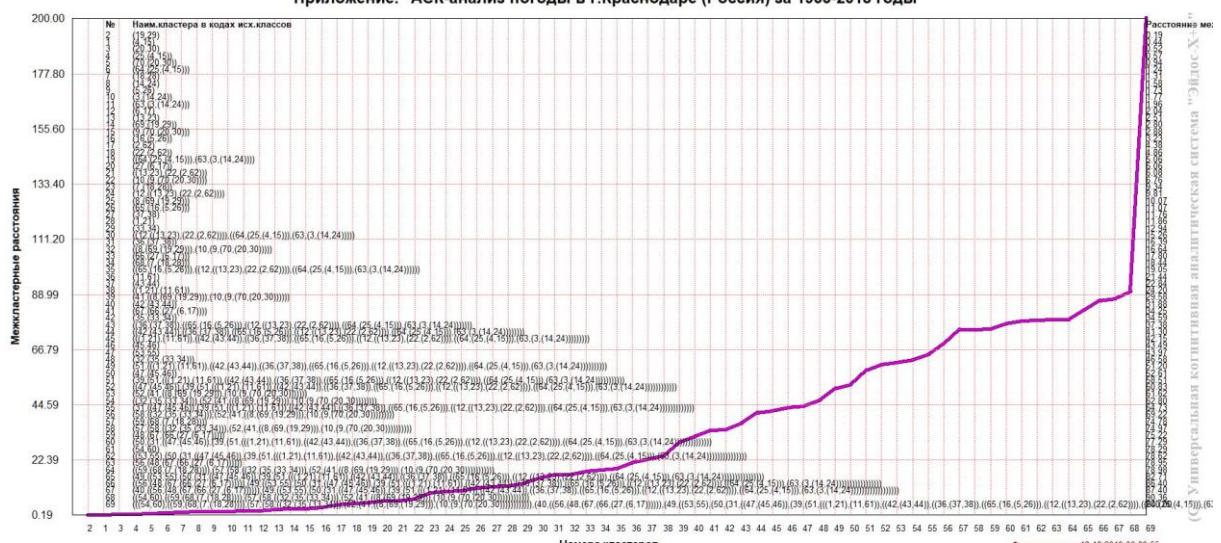


Рисунок 23. График изменения межклusterных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

### 4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

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

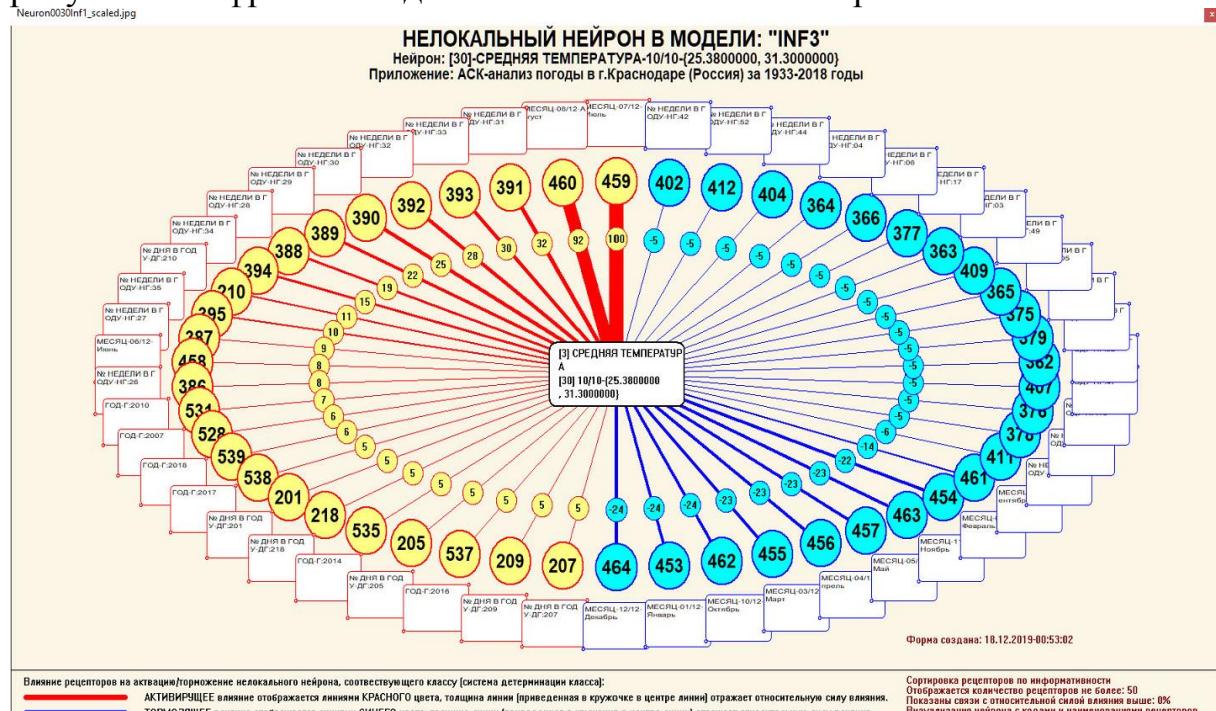


Рисунок 24. Пример нелокального нейрона, отражающего силу и направление влияния временных фаз на один из результатов погодных условий.

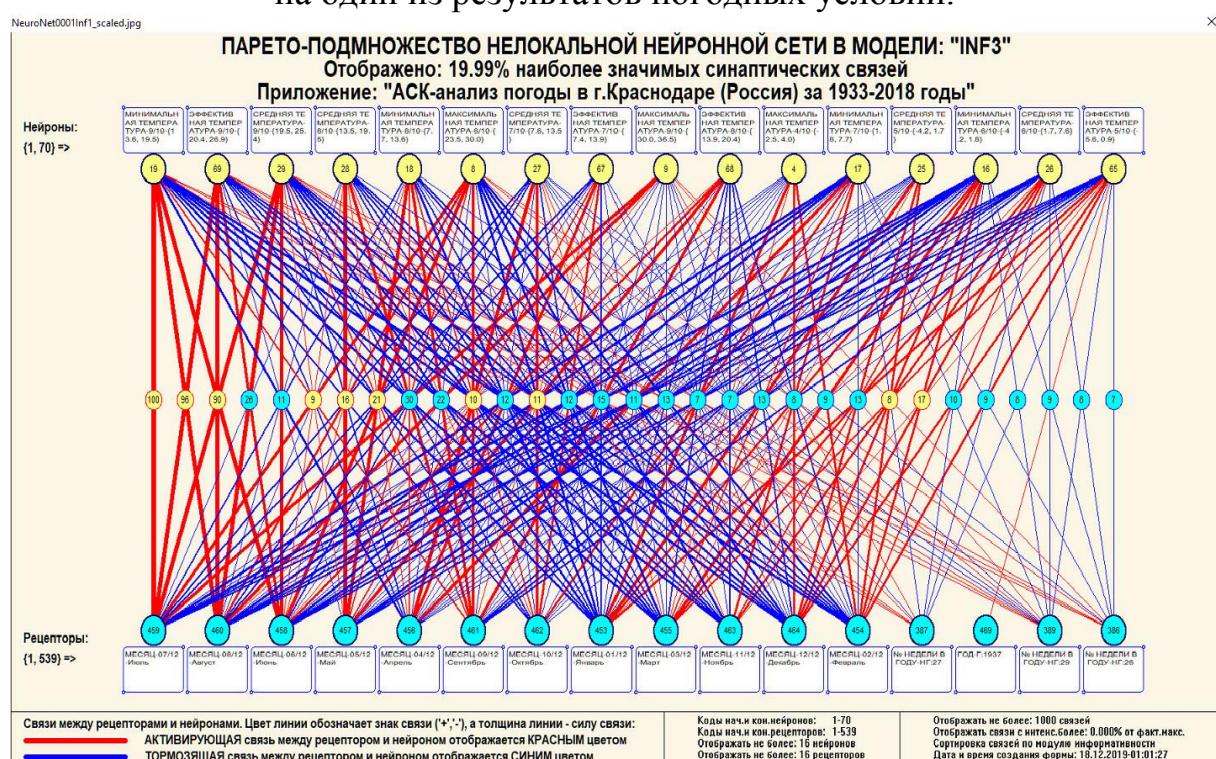


Рисунок 25. Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния периодов времени на различные погодные условия (фрагмент около 30%)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют метеорологическим данным, а рецепторы – различным обуславливающим эти результаты периодам времени. Нейроны расположены слева на право в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их факторами, а с права – менее жестко обусловленные.

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

#### 4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты

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



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

#### 4.3.7. Когнитивные функции

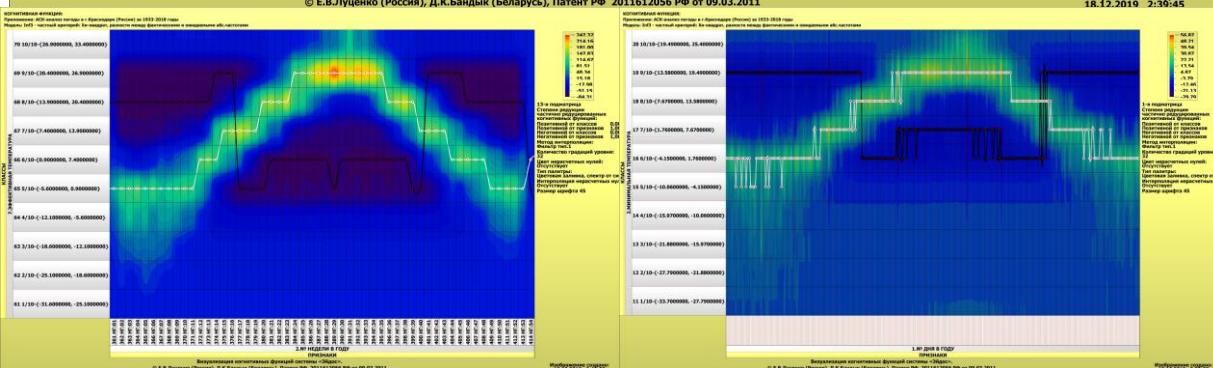
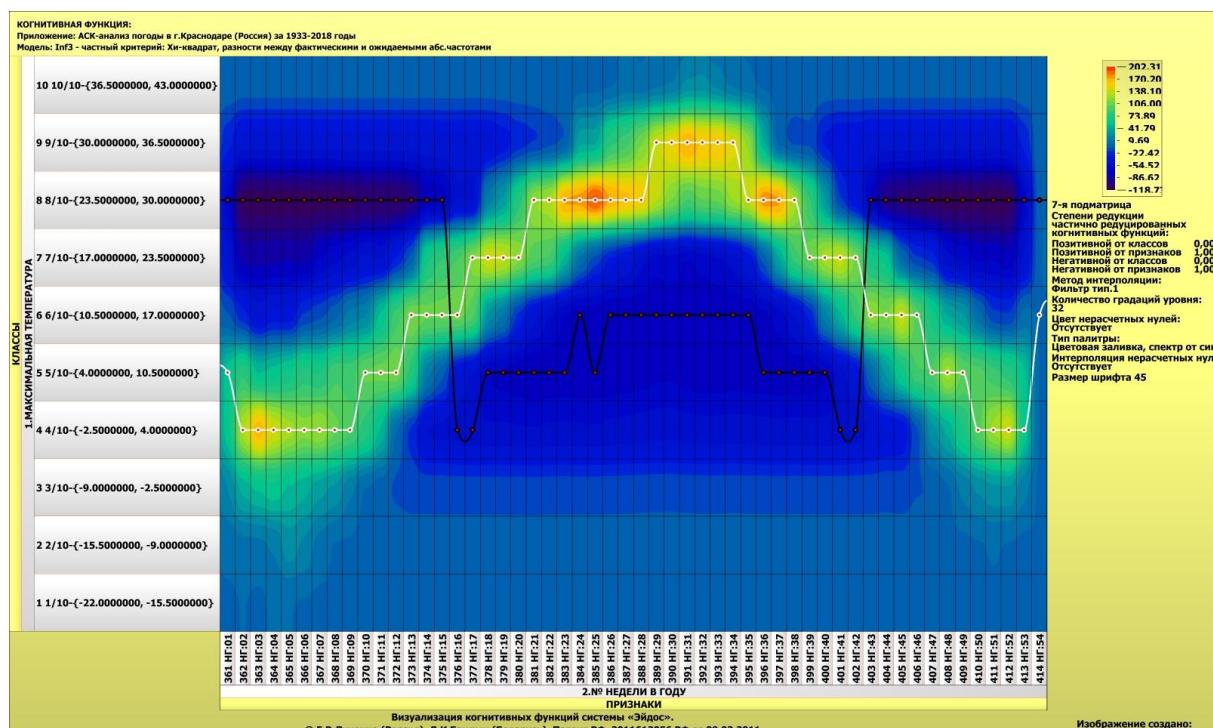
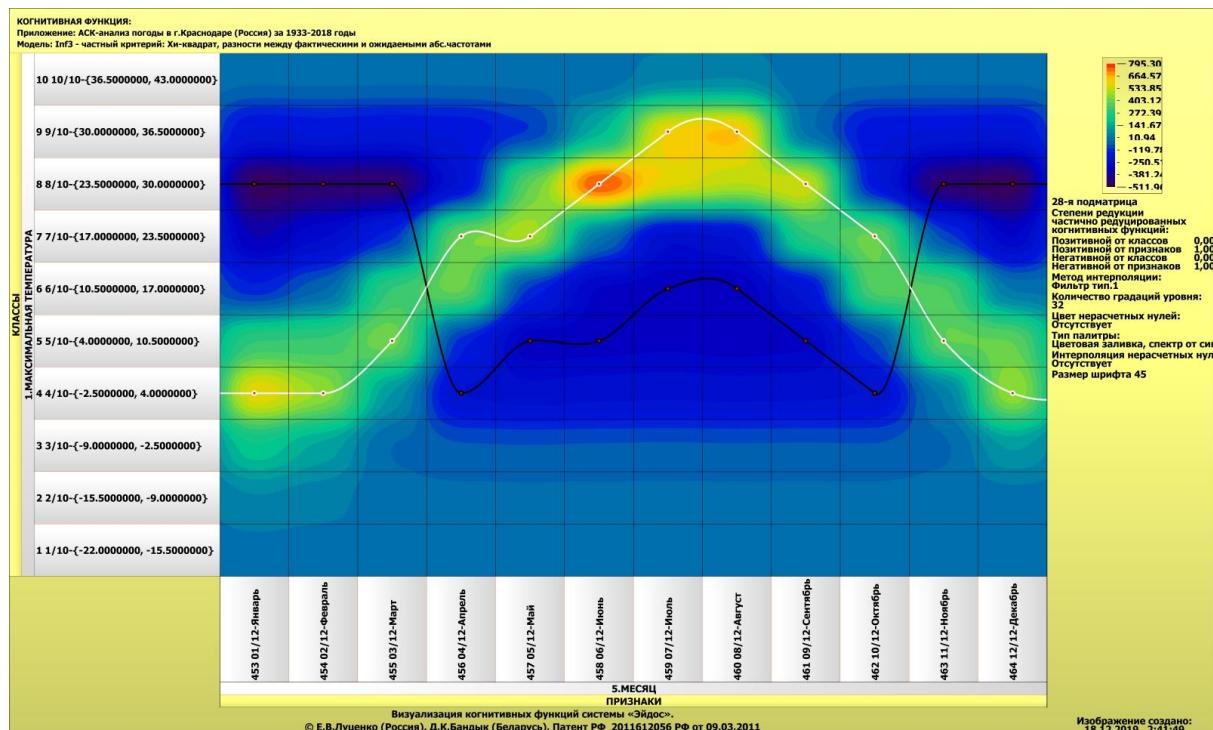
Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 27) и сошлемся на работу, в которой это описано [7].

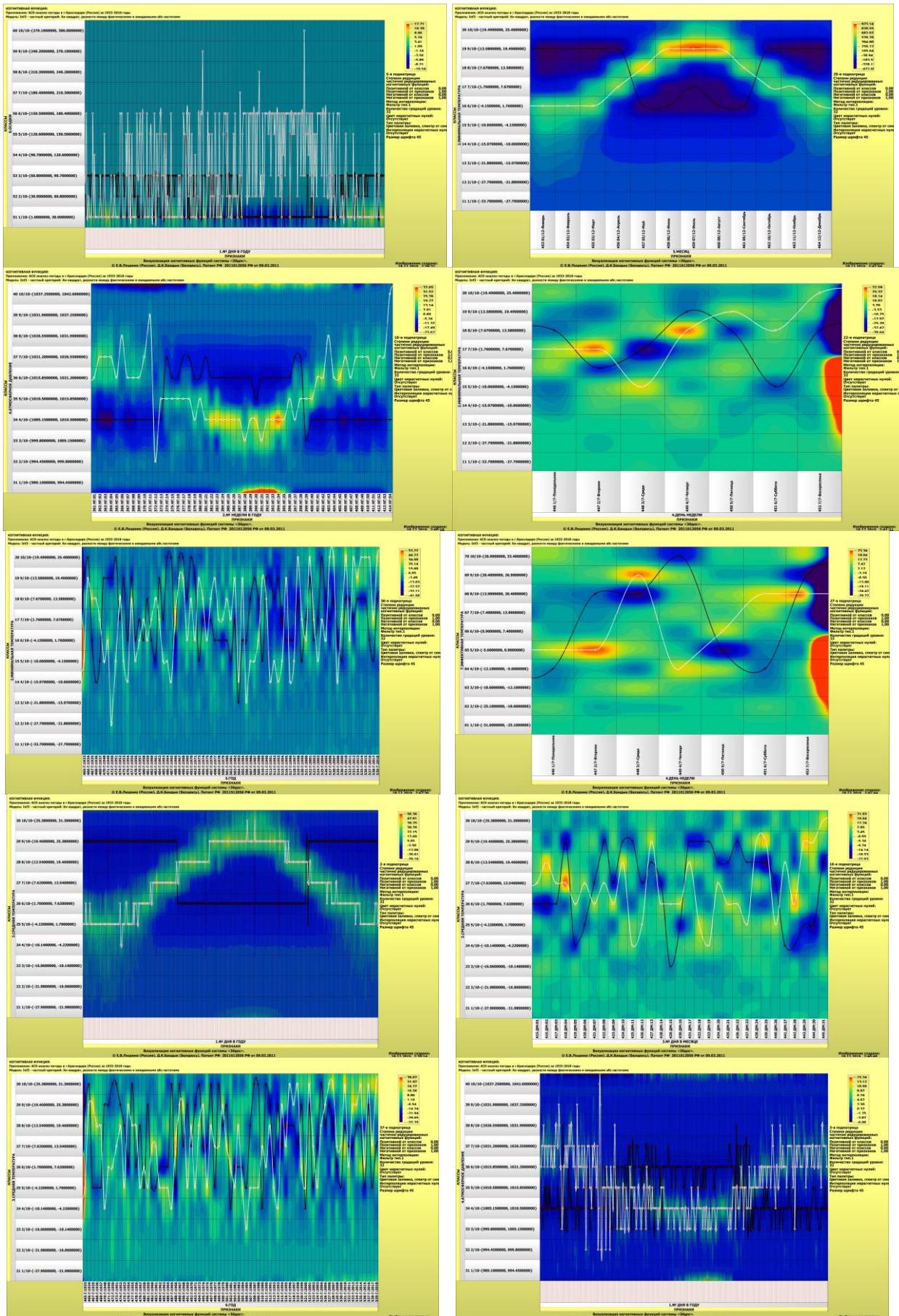


Рисунок 27. Help режима визуализации когнитивных функций

На рисунках 28<sup>2</sup> приведены примеры некоторых когнитивных функций, наглядно отражающих силу и направление влияния значений (т.е. степени выраженности) периодов времени на различные погодные условия.

<sup>2</sup> При увеличении масштаба просмотра когнитивные функции вполне читабельны





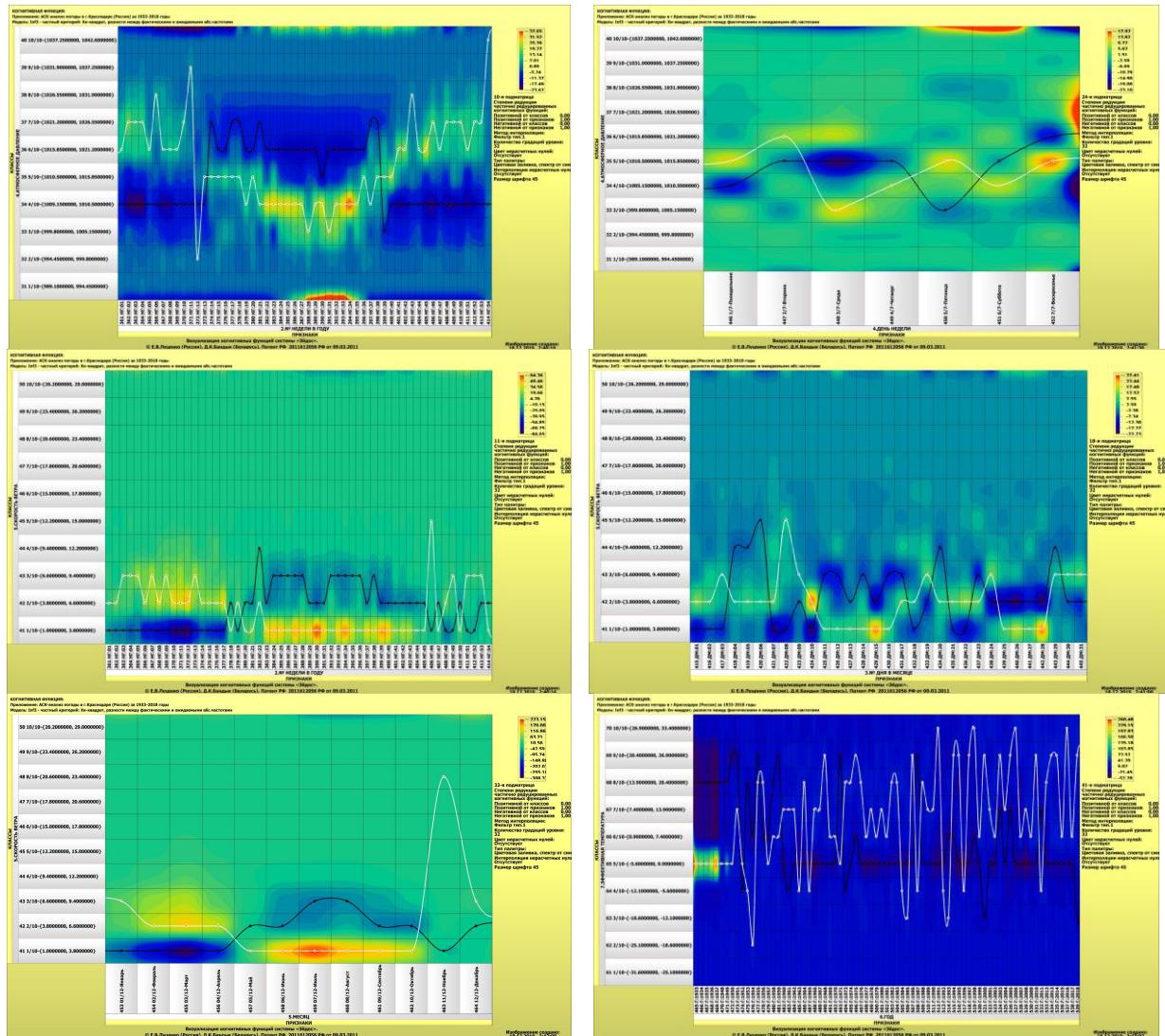


Рисунок 28. Примеры когнитивных функций, отражающих силу и направление влияния определённых периодов времени на различные погодные условия.

Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации эмпирических закономерностей и эмпирических законов. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека. Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации; негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации; средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем

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

#### **4.3.8. Устойчивость показателей погоды от значений временных шкал.**

**Устойчивость** зависимостей погодных условий от обуславливающих их факторов предполагает и подразумевает **непрерывность и монотонность** этих зависимостей.

**Непрерывность** зависимостей погодных условий от обуславливающих их факторов означает, что малые изменения значений фактора детерминируют малые изменения результатов определения зависимости, а более значительные изменения значения факторов обуславливают и более существенные изменения результатов, т.е. степень изменения результатов погодных условий соответствует степени изменения обуславливающих их значений факторов.

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

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

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

**Монотонность** зависимостей погодных условий от обуславливающих их факторов означает, что:

– если фактор *способствует* получению результатов: увеличение значения фактора приводит к увеличению точности определения погодных условий.

– если фактор *препятствует* получению результатов: увеличение значения фактора приводит к уменьшению точности погодных условий.

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

Если в системе управления *нарушается монотонность управления*, то это может приводить к тому, что при увеличении значения фактора результат может сначала увеличиваться практически пропорционально степени увеличения этого значения, затем *скорость* увеличения результата начинает уменьшаться и затем стабилизируется, а при дальнейшем увеличении значения фактора результат начинает уменьшаться вплоть до нуля или даже отрицательных значений (например, вместо прибыли получены убытки). По сути, *при нарушении монотонности управления меняется знак первой производной результата управления по значению фактора, нарушаются знакоопределенность этой первой производной*<sup>3</sup>. Понятно, что *немонотонные функции не являются непрерывными*.

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

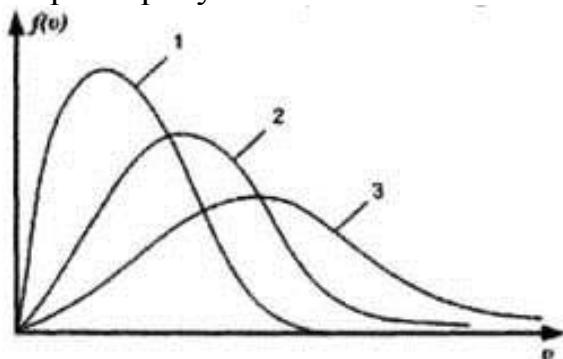


Рисунок 29. Принципиальный вид кривой влияния интенсивности фактора на нелинейный объект управления<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Это вызывает ассоциации с классическими понятиями устойчивости управления по Ляпунову.

<sup>4</sup> Источник рисунка: [http://san-of-war2.narod.ru/fiziks/fiziks\\_image481.jpg](http://san-of-war2.narod.ru/fiziks/fiziks_image481.jpg) На самом деле на рисунке показано распределение Максвелла молекул газа по скоростям при разных температурах. Удивительно, но подобный вид имеет влияние интенсивности различных факторов на различные нелинейные объекты управления

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

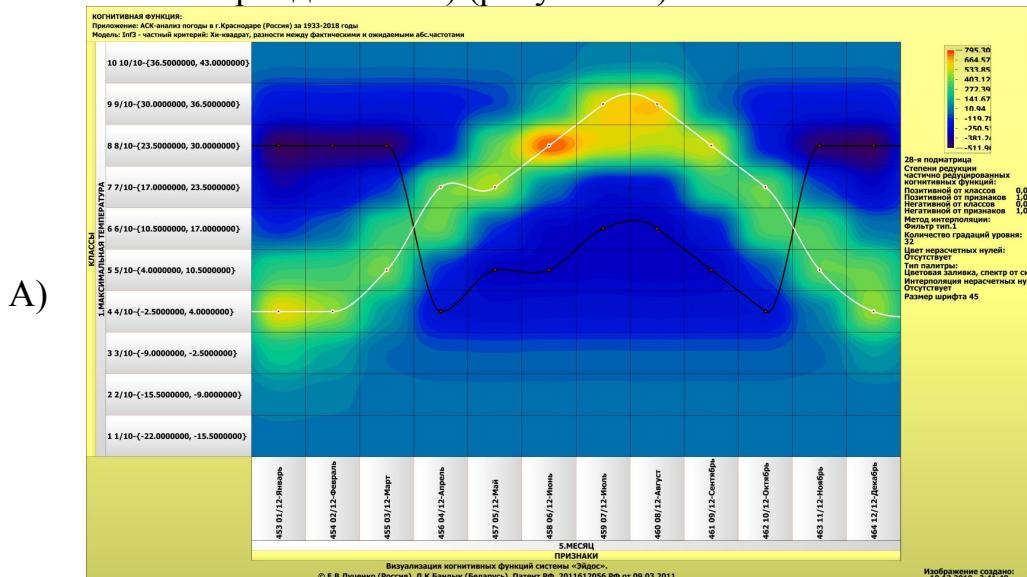
**Нарушение монотонности** управления может приводить к **различным видам зависимостей** результатов от значений управляемых факторов: это могут быть зависимости, типа показанных на рисунке 31; *периодические* зависимости (ярким примером является таблица Д.И.Менделеева, в которой свойства химических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

Таким образом у нас есть все основания все разделить все факторы, действующие на погодные условия, относящиеся к одной классификационной шкале, на **три основные группы**:

1. *Способствующие* получению более высоких результатов (рисунок 32).

2. *Препятствующие* получению более высоких результатов (рисунок 33).

3. *Действующие сложным и неоднозначным образом* (случайным нелинейным или периодическим) (рисунок 34).



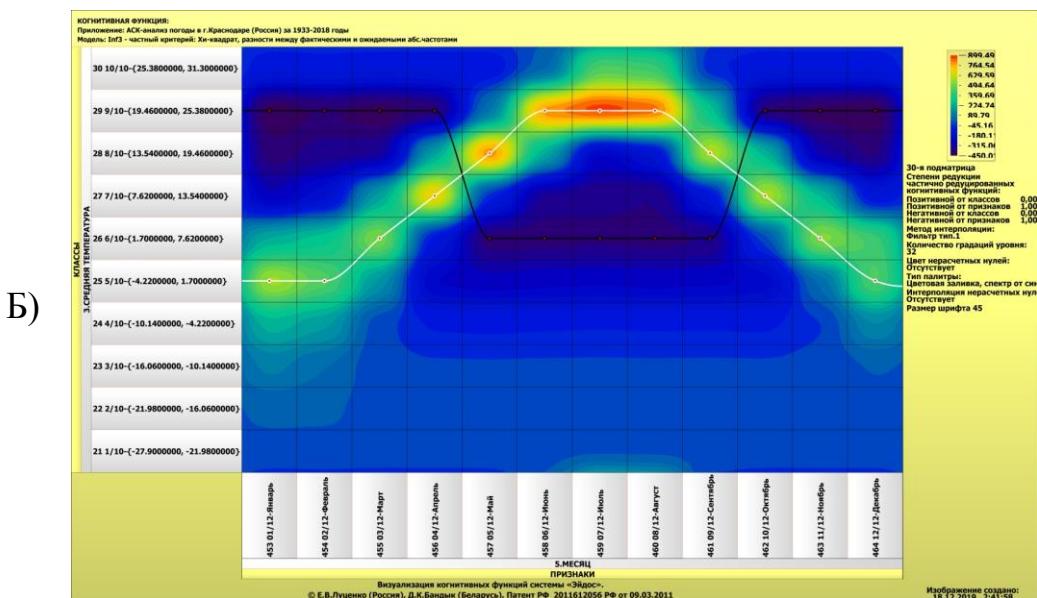


Рисунок 30. Примеры непрерывных монотонных когнитивных функций с факторами, *способствующими* получению более высоких результатов

Из рисунка 32А и мы видим, что приближение к летним месяцам практически линейно детерминирует максимальную температуру, а из рисунка 32Б – что приближение к летним месяцам практически линейно детерминирует среднюю температуру.

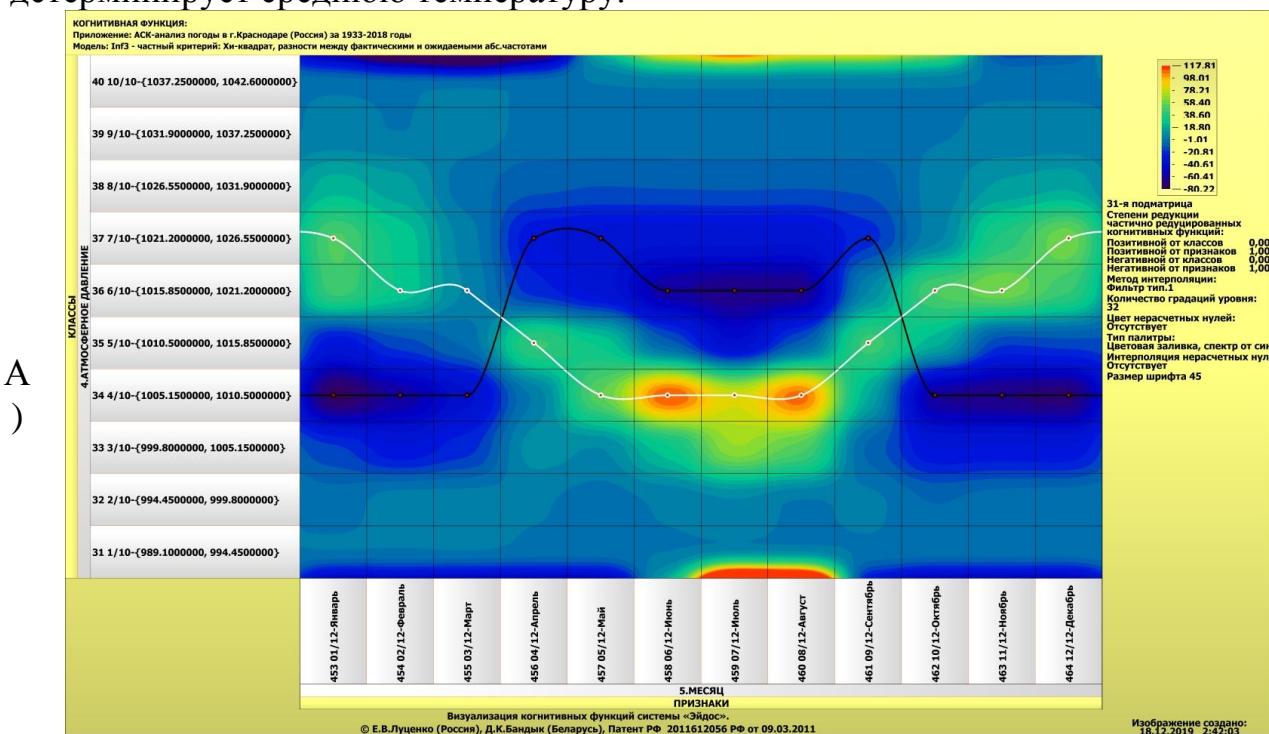


Рисунок 31. Примеры непрерывных монотонных когнитивных функций с факторами, *препятствующими* получению более высоких результатов

Рисунок 33 показывает, что чем ближе к летнему сезону, тем меньше атмосферное давление.

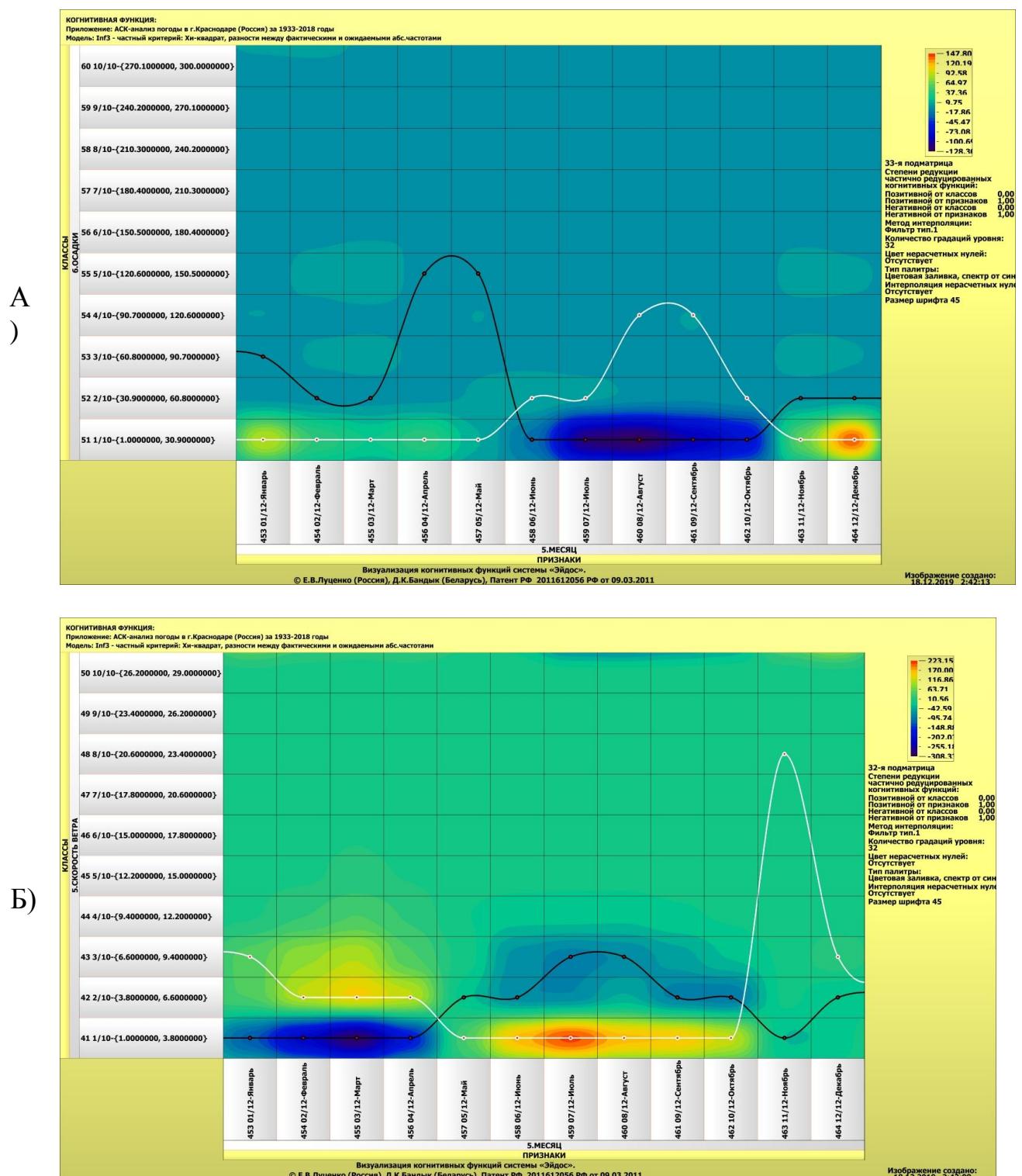


Рисунок 32. Примеры немонотонных когнитивных функций с факторами, действующие сложным и неоднозначным образом (нелинейным и периодическим)

На рисунке 34 содержательно интерпретировать и объяснить зависимости сложнее, чем приведенные на рисунках 32 и 33.

## **7. Выводы**

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

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным метеорологическим условиям, изучено влияние значений различных периодов времени на эти результаты, и, на основе этого, решены задачи идентификации, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №149 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

## Список литературы

1. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>
2. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.
3. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.
4. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-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.
5. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.
6. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.
7. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
8. Луценко Е.В., 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.
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](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf)

10. 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>

11. 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 // Политеатический 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.

## **Spisok literatury`**

1. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivny`mi ob``ektami (sistemnaya teoriya informacii i ee primenenie v issledovanii e`konomicheskix, social`no-psixologicheskix, texnologicheskix i organizacionno-texnicheskix sistem): Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

2. Lucenko E.V. Metrizaciya izmeritel`nyx shkal razlichnyx tipov i sovmestnaya sopostavimaya kolichestvennaya obrabotka raznorodnyx faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematiceskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 u.p.l.

3. Lucenko E.V. Invariantnoe otnositel`no ob``emov dannyx nechetkoe mul`tiklassovoe obobshhenie F-mery` dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematiceskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №02(126). S. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 u.p.l.

4. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual`noj sistemy «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematiceskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 u.p.l.

5. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizaciya na osnove znanij (klasterizaciya v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematiceskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012(0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 u.p.l.

6. Lucenko E.V. Sistemnaya teoriya informacii i nelokal`ny`e interpretiruemye`e nejronny`e seti pryamogo scheta / E.V. Lucenko // Politematiceskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2003. – №01(001). S. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 u.p.l.
7. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval`naya matematika. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>
8. Lucenko E.V., Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda «E`jdos» («E`jdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlya E`VM, Zayavka № 2017618053 ot 07.08.2017, Gos.reg.№ 2017661153, zaregistr. 04.10.2017. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 u.p.l.
9. Lucenko E.V. Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchny`x issledovanij na baze ASK-analiza i sistemy` «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematiceskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №06(130). S. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 u.p.l. [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf)
10. Lucenko E. V., Lojko V. I., Laptev V. N. Sistemy` predstavleniya i priobreteniya znanij : ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. I. Lojko, V. N. Laptev. – Krasnodar : E`koinvest, 2018. – 513 s. ISBN 978-5-94215-415-8. <https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755>
11. Lucenko E.V. Modelirovanie slozhny`x mnogofaktorny`x nelinejny`x ob``ektov upravleniya na osnove fragmentirovanny`x zashumlenny`x e`mpiricheskix danny`x bol`shoj razmernosti v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematiceskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 u.p.l.