

УДК 004.8

05.13.10 - Управление в социальных и  
экономических системах (технические науки)

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО- КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ КЛИМАТА КРАСНОДАРА ЗА 1933-2020 ГОДЫ

Лутсенко Евгений Вениаминович

д.э.н., к.т.н., профессор

[Web of Science ResearcherID S-8667-2018](#)

Scopus Author ID: 57188763047

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)

<http://lc.kubagro.ru>

[https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)

*Кубанский Государственный Аграрный  
университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар,  
Россия*

В данной работе решается задача изучения структуры изменчивости метеорологических параметров: «Максимальная температура / Минимальная температура /Средняя температура /Атмосферное давление /Скорость ветра /Осадки /Эффективная температура» в городе Краснодаре по многолетним данным с 1933 по 2020 годы. Таким образом, исходные данные включают 24834 наблюдения по 7 климатическим параметрам. Для решения поставленной задачи применяется автоматизированный системно-когнитивный анализ (ACK-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос». ACK-анализ включает: теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию; математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ); методику численных расчетов (структуры баз данных и алгоритмы их обработки); программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» (интеллектуальная система «Эйдос»). Весь процесс создания моделей и их применения для решения задач в ACK-анализе и системе «Эйдос» предусматривает следующие этапы ACK-анализа. 1-й этап ACK-анализа: «Когнитивно-целевая структуризация предметной области». На 1-м и единственном неавтоматизированном этапе ACK-анализа, по сути, производится смысловая постановка задачи, т.е. определяются: объект моделирования (управления); факторы, действующие на объект моделирования (описательные шкалы); будущие состояния, в которые объект моделирования переходит под действием этих факторов (классификационные шкалы). 2-й этап ACK-анализа: «Формализация предметной области». На этом этапе ACK-анализа с применением автоматизированных программных интерфейсов системы «Эйдос» (API-Эйдос) разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации; исходные данные

УДК 004.8

05.13.10 - Management in social and economic systems (technical sciences)

## AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF KRASNODAR CLIMATE FOR 1933-2020

Lutsenko Evgeny Veniaminovich

Doctor of Economics, Cand.Tech.Sci., Professor

[Web of Science ResearcherID S-8667-2018](#)

Scopus Author ID: 57188763047

RSCI SPIN code: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)

<http://lc.kubagro.ru>

[https://www.researchgate.net/profile/Eugene\\_Lutsenko](https://www.researchgate.net/profile/Eugene_Lutsenko)

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

This article solves the problem of studying the structure of variability of meteorological parameters: "Maximum temperature / Minimum temperature /Average temperature /Atmospheric pressure /Wind speed /Precipitation/ Effective temperature" in the city of Krasnodar according to long-term data from 1933 to 2020. Thus, the initial data include 24,834 observations on 7 climatic parameters. To solve this problem, we use automated system-cognitive analysis (ASC analysis) and its software tools – an intelligent system called "Eidos". ASC analysis includes: theoretical foundations, in particular the basic formalizable cognitive concept; a mathematical model based on a systematic generalization of information theory (STI); a methodology for numerical calculations (database structures and algorithms for their processing); software tools, which currently serves as a universal cognitive analytical system "Eidos" (intelligent system "Eidos"). The whole process of creating models and their application to solve problems in ASC analysis and the Eidos system provides for the following stages of ASC analysis. The 1st stage of the ASC analysis: "Cognitive-target structuring of the subject area". At the 1st and only non-automated stage of the ASC analysis, in fact, a semantic statement of the problem is made, i.e. the following are determined: the object of modeling (management); factors acting on the object of modeling (descriptive scales); future states into which the object of modeling passes under the influence of these factors (classification scales). The 2nd stage of the ASC analysis: "Formalization of the subject area". At this stage of ASC analysis, classification and descriptive scales and gradations are developed using automated software interfaces of the Eidos system (API-Eidos); the source data is encoded using classification and descriptive scales and gradations, as a result of which a training sample is formed, in fact, representing a normalized database of source data. The 3rd stage of the ASC analysis: "Synthesis and verification of models". At this stage of the ASK analysis: by means of multiparametric typing, the

кодируются с применением классификационных и описательных шкал и градаций, в результате чего формируется обучающая выборка, по сути, представляющая собой нормализованную базу исходных данных. 3-й этап АСК-анализа: «Синтез и верификация моделей». На этом этапе АСК-анализа: путем многопараметрической типизации осуществляется синтез 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей; проводится верификация всех созданных моделей, т.е. с помощью стандартной классической F-меры Ван Ризбергена и ее нечеткого мультиклассового обобщения, инвариантного относительно объема распознаваемой выборки, предложенного автором, оценивается достоверность моделей путем решения задачи идентификации объектов обучающей выборки, о которых уже достоверно известно к каким классам они относятся. В результате выбирается наиболее достоверная модель и определяется корректно ли ее использовать для решения различных задач. 4-й этап АСК-анализа: «Решение задач» в наиболее достоверной модели (если она для этого достаточно достоверна) решаются следующие задачи: задачи распознавания, системной идентификации, классификации, диагностики и прогнозирования; задачи принятия решений (управления и типологического анализа); задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели: Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы); Кластерно-конструктивный анализ классов; Кластерно-конструктивный анализ значений факторов; Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны; Нелокальная нейронная сеть; 3D-интегральные когнитивные карты; 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения); 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения); Когнитивные функции; Значимость градаций описательных шкал (значений климатических параметров); Значимость описательных шкал (климатических параметров); Степень детерминированности классов (временных периодов) и классификационных шкал. Приводится подробный численный пример выполнения всех этих этапов и детальная пошаговая инструкция действий пользователя в системе «Эйдос» с пояснением их смысла, что обеспечивает возможность применения данной работы в учебных целях

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

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-174-020>

<http://ej.kubagro.ru/2021/10/pdf/20.pdf>

synthesis of 3 statistical and 7 system-cognitive models is carried out; verification of all created models is carried out, i.e. using the standard classical Van Rizbergen F-measure and its fuzzy multiclass generalization, invariant with respect to the volume of the recognized sample proposed by the author, the reliability of models is evaluated by solving the problem of identifying objects of the training sample, which are already reliably known to which classes they belong. As a result, the most reliable model is selected and it is determined whether it is correct to use it for solving various tasks. The 4th stage of ASC analysis: "Problem solving" in the most reliable model (if it is reliable enough for this), the following tasks are solved: recognition, system identification, classification, diagnostics and forecasting; decision-making tasks (management and typological analysis); research tasks of the modeled subject area by studying its model: Inverted SWOT diagrams of descriptive scale values (semantic potentials); Cluster-constructive analysis of classes; Cluster-constructive analysis of factor values; Knowledge model of the Eidos system and non-local neurons; Non-local neural network; 3D-integral cognitive maps; 2D-integral cognitive maps of meaningful class comparison (indirect fuzzy plausible reasoning); 2D-integral cognitive maps of meaningful comparison of factor values (indirect fuzzy plausible reasoning); Cognitive functions; Significance of gradations of descriptive scales (values of climatic parameters); Significance of descriptive scales (climatic parameters); The degree of determinism of classes (time periods) and classification scales. We have provided a detailed numerical example of the implementation of all these stages and a detailed step-by-step instruction of user actions in the Eidos system with an explanation of their meaning, which makes it possible to use this work for educational purposes

**Keywords:** AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, FORMALIZED COGNITIVE CONCEPT, ASC-ANALYSIS, INTELLECTUAL SYSTEM "EIDOS"

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>1. МЕТОД И ИНСТРУМЕНТАРИЙ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ.....</b>  | <b>4</b>  |
| 1.1. АСК-АНАЛИЗ .....   | 4         |
| 1.2. СИСТЕМА «ЭЙДОС» .....  | 5         |
| 1.3. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АСК-АНАЛИЗА И СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» .....  | 9         |
| 1.3.1. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей<br>(многопараметрическая типизация), частные критерии знаний .....                    | 9         |
| 1.3.2. Что такое интегральный критерий и для чего он нужен?.....  | 14        |
| 1.3.3. 1-й интегральный критерий «Сумма знаний» .....   | 15        |
| 1.3.4. 2-й интегральный критерий «Семантический резонанс знаний».....   | 16        |
| 1.3.5. Некоторые математические свойства интегральных критериев.....  | 16        |
| <b>2. РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ.....</b>  | <b>18</b> |
| 2.1. Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации<br>классификационных и описательных шкал и градаций.....                    | 21        |
| 2.2. Формализация предметной области.....   | 22        |
| 2.3. Синтез моделей и частные критерии (многопараметрическая типизация временных<br>периодов по климатическим особенностям).....                  | 27        |
| 2.4. Верификация моделей.....   | 30        |
| 2.5. Выбор наиболее достоверной модели.....   | 34        |
| 2.6. Решение задачи системной идентификации.....  | 35        |
| 2.7. Решение задачи выявления характерных и нехарактерных климатических<br>особенностей временных периодов (типологический анализ).....           | 36        |
| 2.8. Решение задачи исследования объекта моделирования путем исследования его<br>модели.....  | 39        |
| 2.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические<br>потенциалы).....   | 39        |
| 2.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов.....   | 40        |
| 2.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал .....   | 45        |
| 2.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны.....   | 50        |
| 2.8.5. Нелокальная нейронная сеть.....  | 52        |
| 2.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты .....  | 52        |
| 2.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов<br>(опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....           | 53        |
| 2.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов<br>(опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)..... | 55        |
| 2.8.9. Когнитивные функции .....  | 57        |
| 2.8.10. Значимость градаций описательных шкал .....   | 66        |
| 2.8.11. Значимость описательных шкал .....  | 69        |
| 2.8.12. Степень детерминированности классов и классификационных шкал .....  | 70        |
| <b>3. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.....</b>   | <b>73</b> |
| <b>ВЫВОДЫ .....</b>   | <b>74</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>   | <b>75</b> |

## Введение

В данной работе решается задача изучения структуры изменчивости метеорологических параметров: «Максимальная температура Минимальная температура Средняя температура Атмосферное давление Скорость ветра Осадки Эффективная температура» в городе Краснодаре по многолетним данным с 1933 по 2020 годы.

Таким образом, исходные данные включают 24834 наблюдения по 7 климатическим параметрам.

## 1. Метод и инструментарий решения задачи

Для решения поставленной задачи применяется автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос» [1:1:[1:[1, 2, 3].

Ниже кратко описывается данный метод и его инструментарий.

## 1.1. АСК-анализ

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (ACK-анализ) предложен автором в 2002 году в ряде статей и фундаментальной монографии [1:[1]. Сам термин: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ (ACK-анализ)» **был предложен автором**. На тот момент он вообще не встречался в Internet. Сегодня по соответствующему запросу в Яндексе находится 9 миллионов сайтов с этим сочетанием слов<sup>1</sup>.

АСК-анализ включает:

- теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию;
  - математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ);
  - методику численных расчетов (структуры баз данных и алгоритмы их обработки);
  - программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» (интеллектуальная система «Эйдос»).

Около половины из 650 опубликованных автором научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применениям в ряде предметных областей. На момент написания данной работы автором опубликовано более 39 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получен 31 патент РФ на системы искусственного интеллекта, 334 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и приравненных им (по данным РИНЦ), 15 статей в журналах, входящих в ядро РИНЦ (по данным РИНЦ),

<sup>1</sup> [https://yandex.ru/search/?lr=35&clid=2327117-18&win=360&text=%20360&text=Автоматизированный+системно-когнитивный+анализ+\(АСК-анализ\)](https://yandex.ru/search/?lr=35&clid=2327117-18&win=360&text=%20360&text=Автоматизированный+системно-когнитивный+анализ+(АСК-анализ))

6 статей в журналах, входящих в [WoS](#), 5 публикаций в журналах, входящих в [Скопус<sup>2</sup>](#).

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США<sup>3</sup>.

ACK-анализ и система "Эйдос" были успешно применены в 8 докторских и 8 кандидатских диссертациях по экономическим, техническим, биологическим, психологическим и медицинским наукам, еще несколько докторских диссертаций с применением ACK-анализа в стадии выхода на защиту. Автор является основателем междисциплинарной научной школы: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ»<sup>4</sup>. Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" является междисциплинарным научным направлением на пересечении, по крайней мере, трех научных специальностей (согласно недавно утвержденной новой номенклатуры научных специальностей ВАК РФ<sup>5</sup>). Основные научные специальности, которым соответствует научная школа:

- 5.12.4. Когнитивное моделирование;
- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение;
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации.

Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" включает следующие междисциплинарные научные направления:

- Автоматизированный системно-когнитивный анализ числовых и текстовых табличных данных;
- Автоматизированный системно-когнитивный анализ текстовых данных;
- Спектральный и контурный автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений;
- Сценарный автоматизированный системно-когнитивный анализ временных и динамических рядов.

Приводить здесь ссылки на все эти работы вряд ли целесообразно. Отметим лишь, что у автора есть личный сайт [1:[2] и страничка в РесечГейт [1:[3], на которых можно получить более полную информацию о методе ACK-анализа. Краткая информация об ACK-анализе и системе «Эйдос» есть в материале: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf).

## 1.2. Система «Эйдос»

Существует много систем искусственного интеллекта. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» отличается от них следующими параметрами:

<sup>2</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf>

<sup>3</sup> <https://catalog.loc.gov/vwebv/search?searchArg=Lutsenko+E.V.> (и кликнуть: “Search”)

<sup>4</sup> <https://www.famous-scientists.ru/school/1608>

<sup>5</sup> <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400450248/>

– является универсальной и может быть применена во многих предметных областях, т.к. разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>). Система «Эйдос» является автоматизированной системой, т.е. предполагает непосредственное участие человека в реальном времени при решении задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области (автоматические системы работают без такого участия человека);

– 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/\\_AidosALL.txt](http://lc.kubagro.ru/_AidosALL.txt)): открытая лицензия: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со стороны первичного правообладателя – автора системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 31 свидетельство РосПатента РФ);

– 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>);

– реально работает, 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);

– имеет «нулевой порог входа», содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и около 300, соответственно: [http://aidos.byethost5.com/Source\\_data\\_applications/WebAppls.htm](http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/WebAppls.htm)) ([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 обмена ими, 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 решение 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 экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах<sup>6</sup>.

В разработке системы «Эйдос» были следующие этапы:

**1-й этап, «подготовительный»: 1979-1992 годы.** Математическая модель системы "Эйдос" разработана в 1979 и впервые прошла экспериментальную апробацию в 1981 году (первый расчет на компьютере на основе модели). С 1981 по 1992 система "Эйдос" неоднократно реализовалась на платформе Wang (на компьютерах Wang-2200C). В 1987 году впервые получен [акт внедрения](#)<sup>7</sup> на одну из ранних версий системы «Эйдос», реализованную в среде персональной технологической системы «Вега-М» разработки автора (см.2-й акт).

**2-й этап, «эра IBM PC и MS DOS»: 1992-2012 годы.** Для IBM-совместимых персональных компьютеров система "Эйдос" впервые реализована на языках CLIPPER-87 и CLIPPER-5.01 (5.02) в 1992 году, а в 1994 году уже были получены [свидетельства РосПатента](#)<sup>8</sup>, первые в Краснодарском крае и, возможно, в России на системы искусственного интеллекта. С тех пор и до настоящего времени система непрерывно совершенствуется на IBM PC.

**3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7: 2012-2020 годы.** С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке [Аляска-1.9](#) + [Экспресс++](#) + библиотека для работы с Internet xb2net. Система «Эйдос-X1.9» хорошо работала на всех версиях MS Windows кроме Windows-10, которая требовала специальной настройки. 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).

**4-й этап, «эра MS Windows-10: с 2020 года по настоящее время.** С 13.12.2020 года по настоящее время система «Эйдос» развивается на языке [Аляска-2.0](#) + [Экспресс++](#). Библиотека xb2net в ней больше не используется, т.к. все возможности работы с Internet входят в [базовые возможности языка программирования](#).

<sup>6</sup> Ссылка на это краткое описание системы «Эйдос» на английском языке:

[http://lc.kubagro.ru/aidos/The\\_Eidos\\_en.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/The_Eidos_en.htm)

<sup>7</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>

<sup>8</sup> <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>

### 1.3. Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос»

#### 1.3.1. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей (многопараметрическая типизация), частные критерии знаний

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [1:] и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых данных, представленных в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения [1:].

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

Непосредственно на основе эмпирических данных (см. Help режима 2.3.2.2) рассчитывается матрица абсолютных частот (таблица 6).

**Таблица 1 – Матрица абсолютных частот (статистическая модель ABS)**

|  |     | Классы   |                                      |   |          |   | <b>Сумма</b> |
|--|-----|----------|--------------------------------------|---|----------|---|--------------|
|  |     | 1        | ...                                  | j | ...      | W   |              |
| <b>Значения факторов</b>   | 1   | $N_{11}$ | $N_{1j}$                             |   | $N_{1W}$ |   |              |
|  | ... |          |                                      |   |          |   |              |
|  | i   | $N_{i1}$ | $N_{ij}$                             |   | $N_{iW}$ | $N_{i\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{ij}$                   |              |
|  | ... |          |                                      |   |          |   |              |
|  | M   | $N_{M1}$ | $N_{Mj}$                             |   | $N_{MW}$ |   |              |
| <b>Суммарное количество признаков по классу</b>                  |     |          | $N_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^M N_{ij}$ |   |          | $N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij}$ |              |
| <b>Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу</b> |     |          | $N_{\Sigma j}$                       |   |          | $N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$        |              |

На ее основе рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 7).

Отметим, что в АСК-анализе и его программном инструментарии интеллектуальной системе «Эйдос» используется два способа расчета матриц условных и безусловных процентных распределений:

1-й способ: в качестве  $N_{\Sigma j}$  используется суммарное количество признаков по классу;

2-й способ: в качестве  $N_{\Sigma j}$  используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу.

**Таблица 2 – Матрица условных и безусловных процентных распределений (статистические модели PRC1 и PRC2)**

|                                |     | Классы   |     |  |     |          | Безусловная вероятность признака                     |
|--------------------------------|-----|----------|-----|--|-----|----------|--|
|                                |     | 1        | ... | j                                      | ... | w        |  |
| Значения факторов              | 1   | $P_{11}$ |     | $P_{1j}$                               |     | $P_{1W}$ |  |
|                                | ... |          |     |  |     |          |  |
|                                | i   | $P_{i1}$ |     | $P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$ |     | $P_{iW}$ | $P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$ |
|                                | ... |          |     |  |     |          |  |
|                                | m   | $P_{M1}$ |     | $P_{Mj}$                               |     | $P_{MW}$ |  |
| Безусловная вероятность класса |     |          |     | $P_{\Sigma j}$                         |     |          |  |

На практике часто встречается существенная несбалансированность данных, под которой понимается сильно отличающееся количество объектов обучающейся выборки, относящихся к различным классам. Поэтому решать задачу на основе непосредственно матрицы абсолютных частот (таблица 6) было бы очень неразумно и переход от абсолютных частот к условным и безусловным относительным частотам (частостям) является весьма обоснованным и логичным. Этот переход полностью снимает проблему несбалансированности данных, т.к. в последующем анализе используется не матрица абсолютных частот, а матрицы условных и безусловных процентных распределений и матрицы системно-когнитивных моделей (СК-модели, таблица 9), в частности матрица информативностей. Этот подход снимает также проблему обеспечения сопоставимости обработки в одной модели исходных данных, представленных в различных видах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в разных единицах измерения. В системе «Эйдос» это осуществляется всегда при решении любых задач.

Затем на основе таблиц 6 и 7 с использованием частных критериев, знаний приведенных таблице 8, рассчитываются матрицы системно-когнитивных моделей (таблица 9).

**Таблица 3– Различные аналитические формы частных критериев знаний, применяемые в АСК-анализе и системе «Эйдос»**

| Наименование модели знаний и частный критерий   | Выражение для частного критерия   |   |
|---|---|---|
|   | через относительные частоты   | через абсолютные частоты  |
| <b>ABS</b> , матрица абсолютных частот, $N_{ij}$ - фактическое число встреч $i$ -го признака у объектов $j$ -го класса; $\bar{N}_{ij}$ - теоретическое число встреч $i$ -го признака у объектов $j$ -го класса; $N_i$ – суммарное количество признаков в $i$ -й строке; $N_j$ – суммарное количество признаков или объектов обучающей выборки в $j$ -м классе; $N$ – суммарное количество признаков по всей выборке (таблица 1) | <b>Обозначения:</b><br>$N_i = \sum_{j=1}^W N_{ij}; N_j = \sum_{i=1}^M N_{ij}; N = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij};$ $N_{ij} \text{ – фактическая частота;} \\ \bar{N}_{ij} = \frac{N_i N_j}{N} \text{ – теоретическая частота.}$ |   |
| <b>PRC1</b> , матрица условных $P_{ij}$ и безусловных $P_i$ процентных распределений, в качестве $N_j$ используется суммарное количество признаков по классу  | ---   | $P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$  |
| <b>PRC2</b> , матрица условных $P_{ij}$ и безусловных $P_i$ процентных распределений, в качестве $N_j$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу   | ---   |   |
| <b>INF1</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу. Вероятность того, что если у объекта $j$ -го класса обнаружен признак, то это $i$ -й признак  | $I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$  | $I_{ij} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$ |
| <b>INF2</b> , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект $j$ -го класса, то у него будет обнаружен $i$ -й признак.   | ---   | $I_{ij} = N_{ij} - \bar{N}_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$   |
| <b>INF3</b> , частный критерий: <b>Хи-квадрат</b> : разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами   | ---   |   |
| <b>INF4</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу  | $I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$  | $I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$                               |
| <b>INF5</b> , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу   |   |   |
| <b>INF6</b> , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество признаков по $j$ -му классу  | $I_{ij} = P_{ij} - P_i$   | $I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$   |
| <b>INF7</b> , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: $N_j$ – суммарное количество объектов по $j$ -му классу   |   |   |

### Обозначения к таблице 3:

$i$  – значение прошлого параметра;

$j$  - значение будущего параметра;

$N_{ij}$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра;

$M$  – суммарное число значений всех прошлых параметров;

$W$  - суммарное число значений всех будущих параметров.

$N_i$  – количество встреч  $i$ -м значения прошлого параметра по всей выборке;

$N_j$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра по всей выборке;

$N$  – количество встреч  $j$ -го значения будущего параметра при  $i$ -м значении прошлого параметра по всей выборке.

$I_{ij}$  – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения  $i$ -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее  $j$ -му значению будущего параметра;

$\Psi$  – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

$P_i$  – безусловная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

$P_{ij}$  – условная относительная частота встречи  $i$ -го значения прошлого параметра при  $j$ -м значении будущего параметра.

В таблице 8 приведены формулы:

- для сравнения **фактических и теоретических абсолютных частот**;
- для сравнения **условных и безусловных относительных частот** («вероятностей»).

И это сравнение в таблице 8 осуществляется двумя возможными способами: путем **вычитания** и путем **деления**.

Когда мы сравниваем фактические и теоретические абсолютные частоты путем вычитания у нас получается частный критерий знаний хи-квадрат (СК-модель INF3), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий количества информации по А.Харкевичу (СК-модели INF1, INF2) или коэффициент возврата инвестиций ROI - Return On Investment (СК-модели INF4, INF5) в зависимости от способа нормировки.

Когда мы сравниваем условные и безусловные относительные частоты путем вычитания у нас получается частный критерий знаний коэффициент взаимосвязи (СК-модели INF6, INF7), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий количества информации по А.Харкевичу (СК-модели INF1, INF2).

Таким образом, мы видим, что **все частные критерии знаний тесно взаимосвязаны друг с другом**. Особенно интересна связь знаменитого критерия хи-квадрат Пирсона с замечательной мерой количества информации А.Харкевича и с известным в экономике коэффициентом ROI.

Вероятность рассматривается как предел, к которому стремится относительная частота (отношение количества благоприятных исходов к числу испытаний) при **неограниченном** увеличении количества испытаний. Ясно, что вероятность – это математическая абстракция, которая никогда не встречается на практике (также как и другие математические и физические абстракции, типа математической точки, материальной точки, бесконечно малой и т.п.). На практике встречается только относительная частота. Но она может быть весьма близкой к вероятности. Например, при 480 наблюдений различие между относительной частотой и вероятностью (погрешность) составляет около 5%, при 1250 наблюдениях – около 2.5%, при 10000 наблюдениях – 1%.

Таблица 4 – Матрица системно-когнитивной модели

|                         |                     | Классы   |                     |          |                     |          | Значимость фактора  |
|-------------------------|---------------------|----------|---------------------|----------|---------------------|----------|---|
|                         |                     | 1        | ...                 | j        | ...                 | W        |   |
| Значения факторов       | 1                   | $I_{11}$ |                     | $I_{1j}$ |                     | $I_{1W}$ | $\sigma_{1\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{1j} - \bar{I}_1)^2}$         |
|                         | ...                 |          |                     |          |                     |          |   |
|                         | i                   | $I_{i1}$ |                     | $I_{ij}$ |                     | $I_{iW}$ | $\sigma_{i\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$         |
|                         | ...                 |          |                     |          |                     |          |   |
|                         | M                   | $I_{M1}$ |                     | $I_{Mj}$ |                     | $I_{MW}$ | $\sigma_{M\Sigma} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{Mj} - \bar{I}_M)^2}$         |
| Степень редукции класса | $\sigma_{\Sigma 1}$ |          | $\sigma_{\Sigma j}$ |          | $\sigma_{\Sigma W}$ |          | $H = \sqrt{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$ |

Суть этих методов в том, что вычисляется количество информации в значении фактора о том, что объект моделирования перейдет под его действием в определенное состояние, соответствующее классу. Это позволяет сопоставимо и корректно обрабатывать разнородную информацию о наблюдениях объекта моделирования, представленную в различных типах измерительных шкал и различных единицах измерения.

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 9 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 8), решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели.

*Отметим, что как значимость значения фактора, степень детерминированности класса и ценность или качество модели в АСК-анализе рассматривается вариабельность значений частных критерииев этого значения фактора, класса или модели в целом (таблица 9).*

Численно эта вариабельность может измеряться разными способами, например средним отклонением модулей частных критерииев от среднего, дисперсией или среднеквадратичным отклонением или его квадратом. В системе «Эйдос» принят последний вариант, т.к. эта величина совпадает с **мощностью** сигнала, в частности мощностью информации, а в АСК-анализе все модели рассматриваются в как источник информации об объекте моделирования.

*Поэтому есть все основания уточнить традиционную терминологию АСК-анализа (таблица 10):*

**Таблица 5 – Уточнение терминологии АСК-анализа**

| № | Традиционные термины<br>(синонимы)   | Новый<br>термин                                    | Формула  |
|---|--|--|--|
| 1 | 1. Значимость значения фактора (признака).<br>2. Дифференцирующая мощность значения фактора (признака).<br>3. Ценность значения фактора (признака) для решения задачи идентификации и других задач | Корень из информационной мощности значения фактора | $\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$         |
| 2 | 1. Степень детерминированности класса.<br>2. Степень обусловленности класса.   | Корень из информационной мощности класса           | $\sigma_{\Sigma j} = \sqrt[2]{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j)^2}$        |
| 3 | 1. Качество модели.<br>2. Ценность модели.<br>3. Степень сформированности модели.<br>4. Количественная мера степени выраженности закономерностей в моделируемой предметной области                 | Корень из информационной мощности модели           | $H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$ |

Отметим, что впервые количественное выражение для корня информационной мощности модели предложено проф. Е.В.Луценко в работе [1:[10] еще в 2002 году.<sup>9</sup>

### **1.3.2. Что такое интегральный критерий и для чего он нужен?**

Как влияет на поведение объекта моделирования одно значение фактора, отражено в системно-когнитивных моделях. Как влияет система значений факторов, определяется с помощью интегральных критериев. В интегральном критерии используется система из большого количества частных критериев и значения всех их сводятся к одному значению интегрального критерия. Поэтому вычисление значений интегрального критерия сходства объекта распознаваемой (ее еще называют тестовой) выборки с обобщенными образами всех классов называется *системной идентификацией*.

В настоящее время в системе «Эйдос» используется два *аддитивных* интегральных критерия:

- сумма знаний;
- резонанс знаний.

<sup>9</sup> [https://elibrary.ru/download/elibrary\\_18632909\\_40810830.pdf](https://elibrary.ru/download/elibrary_18632909_40810830.pdf), формула (3.81) на стр.290

### 1.3.3. 1-й интегральный критерий «Сумма знаний»

Интегральный критерий «Сумма знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i,$$

где: М – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния j-го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i-\text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где: } n > 0, \text{ если } i-\text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i-\text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-X++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n, т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» - один раз).

Если представить информацию распознаваемой выборки в виде матрицы, в которой каждая строка будет описывать один объект распознаваемой выборки, то *операцию распознавания этой выборки с помощью 1-го интегрального критерия можно представить себе как операцию умножения матрицы распознаваемой выборки на матрицу статистической или системно-когнитивной модели*. Результатом является матрица произведения, в которой каждый элемент является суммой произведений элементов соответствующих строки распознаваемой матрицы и столбца модели.

### 1.3.4. 2-й интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

Этот интегральный критерий представляет собой нормированное суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}),$$

где:

$M$  – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\bar{I}_j$  – средняя информативность по вектору класса;

$\bar{L}$  – среднее по вектору объекта;

$\sigma_j$  – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

$\sigma_1$  – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$  – вектор состояния  $j$ -го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$  – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i-\text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где: } n > 0, \text{ если } i-\text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i-\text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или  $n$ , если он присутствует у объекта с интенсивностью  $n$ , т.е. представлен  $n$  раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» – один раз).

### 1.3.5. Некоторые математические свойства интегральных критериев

Своё наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме

является корреляцией двух векторов: состояния  $j$ -го класса и состояния распознаваемого объекта.

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их *стандартизованными* значениями:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}.$$

Свое наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме является корреляцией двух векторов: состояния  $j$ -го класса и состояния распознаваемого объекта.

Существует и много других способов *нормировки* векторов, например, по формуле линейной интерполяции:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}},$$

но в системе «Эйдос» они не используются.

Вообще говоря, разные интегральные критерии приводят к различным результатам идентификации и прогнозирования

Оба интегральных критерия, применяемые в системе «Эйдос», обладают очень интересными *математическими свойствами*, которые обеспечивают им важные достоинства.

Во-первых, интегральные критерии имеют **неметрическую** природу, т.е. он являются мерой сходства векторов класса и объекта, но не расстоянием между ними, а косинусом угла между ними, т.е. это межвекторное или информационное расстояние. Поэтому его применение является корректным в **неортонормированных** пространствах, которые, как правило, и встречаются на практике и в которых применение Евклидова расстояния (теоремы Пифагора) является некорректным.

Во-вторых, данные интегральные критерии являются **фильтром**, подавляющим белый **шум**, который всегда представлен в эмпирических исходных данных и в моделях, созданных на их основе. Это свойство подавлять белый шум проявляется у данного критерия тем ярче, чем больше в модели градаций описательных шкал.

В-третьих, интегральные критерии представляют собой количественную меру сходства/различия конкретного объекта с обобщенным образом класса и имеют тот же смысл, что и **функция принадлежности** элемента множеству в нечеткой логике Лотфи Заде. **Однако** в нечеткой логике эта функция задается исследователем априорно путем выбора из нескольких возможных вариантов, а в АСК-анализе и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» она

рассчитывается в соответствии с хорошо обоснованной математической моделью непосредственно на основе эмпирических данных.

*В-четвертых*, кроме того значение интегрального критерия сходства представляет собой адекватную самооценку **степени уверенности** системы в положительном или отрицательном решении о принадлежности/непринадлежности объекта к классу или **риска ошибки** при таком решении.

*В-пятых*, по сути, при распознавании происходит расчет коэффициентов  $I_j$  разложения функции объекта  $L_i$  в ряд по функциям классов  $I_{ij}$ , т.е. определяется **вес** каждого обобщенного образа класса в образе объекта, что подробнее описано в монографии: [1:[21].

## 2. Результаты решения задачи

Весь процесс создания моделей и их применения для решения задач в АСК-анализе и системе «Эйдос» предусматривает следующие **этапы АСК-анализа** (рисунок 1).

**1-й этап АСК-анализа:** «**Когнитивно-целевая структуризация предметной области**». На 1-м и единственном неавтоматизированном этапе АСК-анализа, по сути, производится **смысловая постановка задачи**, т.е. определяются:

- объект моделирования (управления);
- факторы, действующие на объект моделирования (описательные шкалы);
- будущие состояния, в которые объект моделирования переходит под действием этих факторов (классификационные шкалы).

**2-й этап АСК-анализа:** «**Формализация предметной области**». На этом этапе АСК-анализа с применением автоматизированных программных интерфейсов системы «Эйдос» (API-Эйдос)

- разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации;
- исходные данные кодируются с применением классификационных и описательных шкал и градаций, в результате чего формируется обучающая выборка, по сути, представляющая собой нормализованную базу исходных данных.

**3-й этап АСК-анализа:** «**Синтез и верификация моделей**». На этом этапе АСК-анализа:

- путем многопараметрической типизации осуществляется **синтез** 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей;
- проводится **верификация** всех созданных моделей, т.е. с помощью стандартной классической F-меры Ван Ризбергена и ее нечеткого мультиклассового обобщения, инвариантного относительно объема

распознаваемой выборки, предложенного автором [1:[5], **оценивается достоверность моделей** путем решения задачи идентификации объектов обучающей выборки, о которых уже достоверно известно к каким классам они относятся. В результате выбирается наиболее достоверная модель и определяется корректно ли ее использовать для решения различных задач.

**4-й этап АСК-анализа:** «Решение задач» в наиболее достоверной модели (если она для этого достаточно достоверна) решаются следующие задачи:

- **задачи распознавания**, системной идентификации, классификации, диагностики и прогнозирования;
- **задачи принятия решений** (управления и типологического анализа);
- **задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели:**

Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы);

Кластерно-конструктивный анализ классов;

Кластерно-конструктивный анализ значений факторов (признаков);

Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны;

Нелокальная нейронная сеть;

3D-интегральные когнитивные карты;

2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);

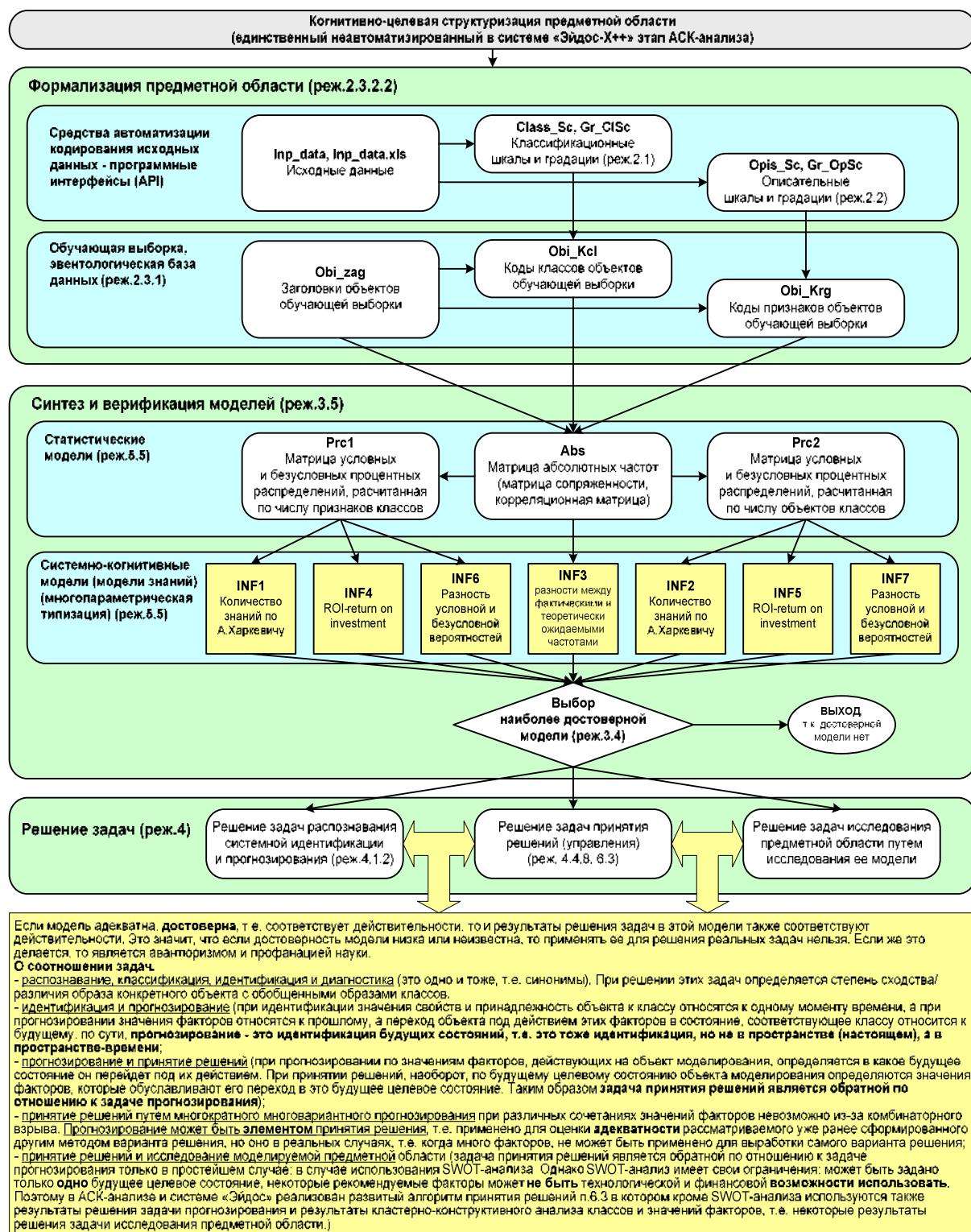
2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);

Когнитивные функции;

Значимость градаций описательных шкал и описательных шкал;

Степень детерминированности классов и классификационных шкал.

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



**Рисунок 1. Порядок обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос»**

## **2.1. Когнитивная структуризация предметной области. Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций**

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы неформализуемым путем решаем на качественном смысловом уровне, что будем рассматривать в качестве объекта моделирования, что в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий). По сути это постановка решаемой проблемы.

Описательные шкалы служат для формального описания факторов, а классификационные – результатов их действия этих факторов на объект моделирования. Шкалы могут быть числовые и текстовые [1:[4]. Текстовые шкалы могут быть номинальные и порядковые.

Когнитивная структуризация предметной области является первым и единственным неавтоматизированном в системе «Эйдос» этапом АСК-анализа, т.е. все последующие этапы АСК анализа в ней полностью автоматизированы.

В АСК-анализе и системе «Эйдос» применяется две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций: ***статичная и динамичная*** и соответствующая терминология (обобщающая, статичная и динамичная).

### ***В статичной интерпретации:***

– градации классификационных шкал – это обобщающие категории видов объектов (классы);

– описательные шкалы – свойства объектов, градации описательных шкал – значения свойств (признаки) объектов.

### ***В динамичной интерпретации:***

– градации классификационных шкал – это обобщающие категории будущих состояний объекта моделирования (классы);

– описательные шкалы – факторы, действующие на объект моделирования, градации описательных шкал – значения факторов, действующие на объект моделирования.

**Объектом исследования** в данной работе является климат в городе Краснодаре по многолетним данным с 1933 по 2020 годы.

В задаче, решаемой в данной работе, **в качестве факторов** рассматриваются различные временные периоды (таблица 6):

**В качестве результатов влияния этих факторов** рассматриваются следующие климатические параметры: Максимальная температура, Минимальная температура, Средняя температура, Атмосферное давление, Скорость ветра, Осадки, Эффективная температура (таблица 7).

**Таблица 6 –Описательные шкалы**

| KOD_OPSC | NAME_OPSC       |
|----------|-----------------|
| 1        | № НЕДЕЛИ В ГОДУ |
| 2        | МЕСЯЦ           |
| 3        | ГОД             |
| 4        | ДЕНЬ НЕДЕЛИ     |

**Таблица 7 – 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  |

## 2.2. Формализация предметной области

На этапе формализации предметной области разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации, а затем исходные данные кодируются с их использованием, в результате чего получается обучающая выборка. Обучающая выборка, по сути, представляет собой исходные данные, *нормализованные* с помощью классификационных и описательных шкал и градаций.

В системе «Эйдос» имеется большое количество разнообразных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему внешних данных различных типов: текстовых, табличных и графических, а также других, которые могут быть представлены в этом виде. В настоящее время в системе «Эйдос» реализованы шесть API: файловый текстовый интерфейс, табличный универсальный числовой и текстовый интерфейс, графические интерфейсы по контурам, всем пикселям и спектрам изображений, текстовый интерфейс сценарного анализа символьных рядов.

Этим обеспечивается возможность комфорtnого для пользователя применения системы «Эйдос» для проведения научных исследований в самых различных направлениях науки и решения практических задач в самых различных предметных областях, практически почти везде, где человек применяет естественный интеллект.

### Многолетние данные по погоде в г. Краснодаре взяты с сайта:

[http://pogoda-service.ru/archive\\_gsod.php](http://pogoda-service.ru/archive_gsod.php). Однако с этого сайта данные можно скачивать порциями не более 1000 строк. Поэтому эти порции были объединены в один файл *вручную*. Кроме того в числовых колонках точки были заменены на запятые. В результате получилась Excel-таблица исходных данных, *фрагмент* которой приведен в таблице 8.

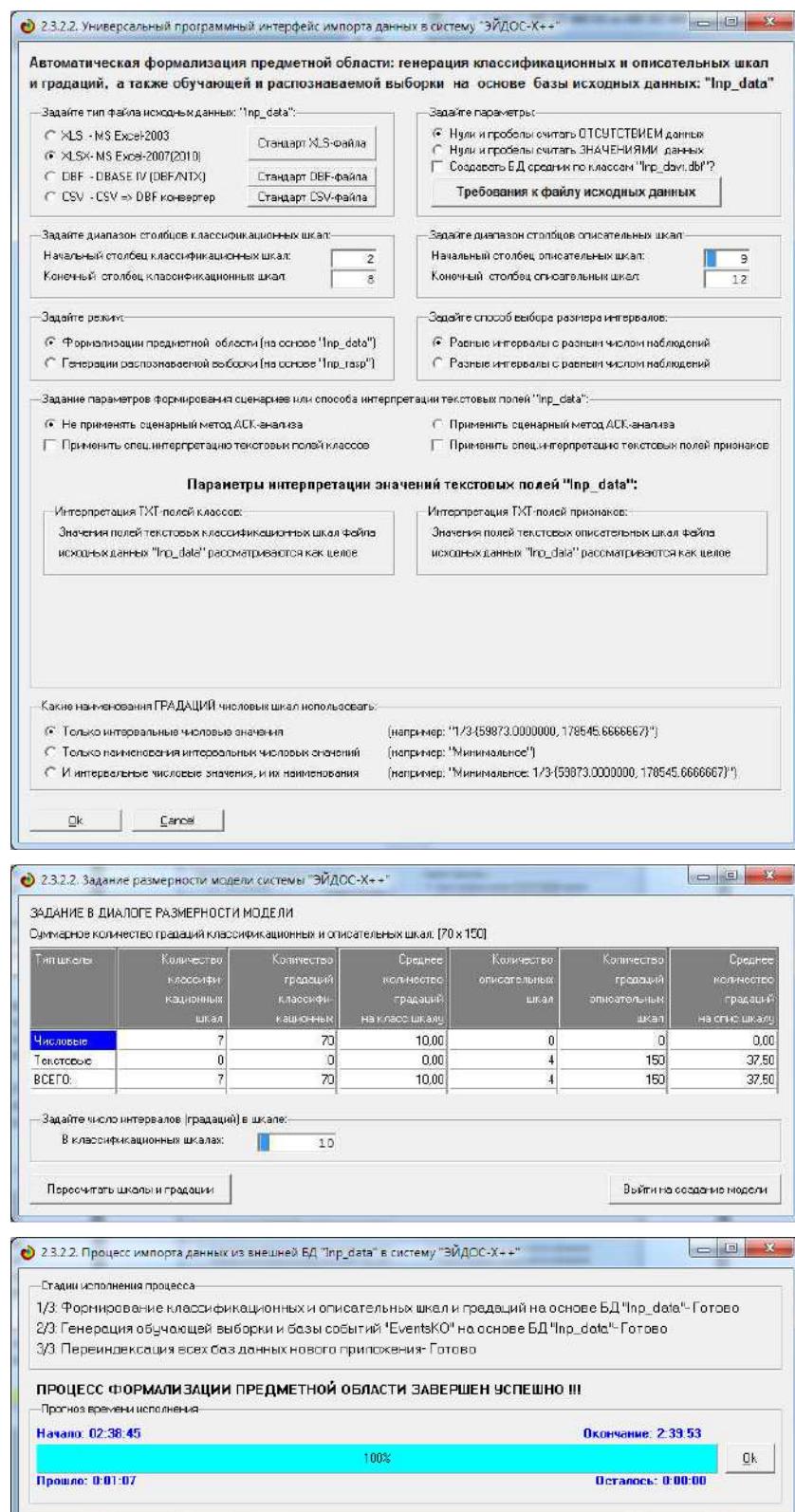
В полном виде Excel-таблица исходных данных находится в полном открытом бесплатном доступе в Эйдос-облачке по ссылке:

[http://aidos.byethost5.com/Source\\_data\\_applications/Applications-000298/Inp\\_data.xlsx](http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000298/Inp_data.xlsx)

В данной работе для ввода исходных данных (таблица 8) в систему «Эйдос» и автоматизированной разработки классификационных и описательных шкал и градаций и обучающей выборки (таблицы 9, 10, 11), т.е. для автоматизированной формализации предметной области, был применен применим универсальный автоматизированный программный интерфейс (API) 2.3.2.2 (рисунок 2):

Таблица 8 – Исходные данные (фрагмент)

|    | A          | B                        | C                       | D                   | E                    | F              | G      | H                       | I               | J             | K      | L               | M            | N              |
|----|------------|--------------------------|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------|--------|-------------------------|-----------------|---------------|--------|-----------------|--------------|----------------|
| 1  | Дата       | Максимальная температура | Минимальная температура | Средняя температура | Атмосферное давление | Скорость ветра | Осадки | Эффективная температура | № недели в году | Месяц         | Год    | День недели     | № дня в году | № дня в месяце |
| 2  | 05.01.1933 | 0.0                      | -3.0                    | -1.5                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-01           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 3  | 06.01.1933 | 0.0                      | -2.8                    | -1.4                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-01           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 4  | 07.01.1933 | -1.1                     | -3.0                    | -1.5                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-01           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 5  | 08.01.1933 | -2.8                     | -3.8                    | -2.2                | 0.0                  | 8.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-08          |
| 6  | 09.01.1933 | -2.8                     | -11.1                   | -7.7                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 7  | 10.01.1933 | -2.2                     | -12.2                   | -7.4                | 0.0                  | 5.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-05          |
| 8  | 11.01.1933 | 0.0                      | -10.0                   | -5.3                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 9  | 12.01.1933 | 1.1                      | -2.8                    | -1.8                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 10 | 13.01.1933 | -2.8                     | -6.1                    | -4.4                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 11 | 14.01.1933 | -2.8                     | -7.8                    | -5.4                | 0.0                  | 5.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-02           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-05          |
| 12 | 15.01.1933 | -7.8                     | -12.2                   | -9.2                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 13 | 16.01.1933 | -10.0                    | -12.2                   | -10.5               | 0.0                  | 3.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-03          |
| 14 | 17.01.1933 | -3.9                     | -11.1                   | -6.2                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 15 | 18.01.1933 | 7.8                      | -9.0                    | 0.8                 | 0.0                  | 0.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-00          |
| 16 | 19.01.1933 | 2.2                      | -5.0                    | -0.4                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 17 | 20.01.1933 | 7.8                      | -2.2                    | 1.4                 | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 18 | 21.01.1933 | -2.8                     | -10.0                   | -8.7                | 0.0                  | 6.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-03           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-06          |
| 19 | 22.01.1933 | 2.2                      | -10.0                   | -9.2                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-04           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 20 | 23.01.1933 | 2.8                      | -7.2                    | -1.7                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-04           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 21 | 24.01.1933 | -3.9                     | -10.0                   | -7.5                | 0.0                  | 7.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-04           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-07          |
| 22 | 25.01.1933 | -10.0                    | -12.8                   | -11.5               | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-04           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 23 | 26.01.1933 | -7.2                     | -13.9                   | -9.8                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-04           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 24 | 27.01.1933 | -7.8                     | -12.8                   | -11.1               | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-04           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 25 | 28.01.1933 | 0.0                      | -7.2                    | -1.2                | 0.0                  | 3.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-03          |
| 26 | 30.01.1933 | 2.2                      | -7.2                    | -1.2                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 27 | 31.01.1933 | 2.8                      | -10.0                   | -1.2                | 0.0                  | 3.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 01/12/Январь  | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-03          |
| 28 | 01.02.1933 | 5.0                      | 0.0                     | 1.4                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 29 | 02.02.1933 | 1.1                      | -2.2                    | -0.3                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 30 | 03.02.1933 | 1.1                      | -2.8                    | 0.1                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 31 | 04.02.1933 | 3.9                      | 0.0                     | 2.1                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-05           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 32 | 05.02.1933 | 0.0                      | -2.8                    | -2.5                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-06           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 33 | 07.02.1933 | 12.8                     | -2.2                    | 2.8                 | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-06           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 34 | 08.02.1933 | 2.2                      | -2.8                    | -0.8                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-06           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 35 | 09.02.1933 | -3.0                     | -7.8                    | -6.5                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-06           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 36 | 10.02.1933 | -5.0                     | -3.9                    | -6.5                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-06           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 37 | 13.02.1933 | 2.8                      | -6.1                    | -2.8                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-07           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 38 | 14.02.1933 | 2.2                      | -12.2                   | -1.7                | 0.0                  | 3.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-07           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-03          |
| 39 | 15.02.1933 | 3.9                      | -3.9                    | 1.7                 | 0.0                  | 3.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-07           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-03          |
| 40 | 16.02.1933 | 2.2                      | -2.8                    | -1.2                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-07           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 41 | 17.02.1933 | 1.1                      | -2.1                    | -0.4                | 0.0                  | 5.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-07           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-05          |
| 42 | 18.02.1933 | 0.0                      | -1.1                    | -0.3                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-07           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 43 | 19.02.1933 | 2.2                      | -7.2                    | 1.4                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 44 | 20.02.1933 | 2.2                      | -1.1                    | 0.6                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 45 | 21.02.1933 | 2.2                      | -2.2                    | -0.6                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 46 | 22.02.1933 | 6.1                      | -1.1                    | 0.4                 | 0.0                  | 3.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-03          |
| 47 | 23.02.1933 | 12.2                     | -3.9                    | 3.8                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 48 | 24.02.1933 | 7.8                      | 0.0                     | 3.5                 | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 49 | 25.02.1933 | 8.9                      | 0.0                     | 3.9                 | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-08           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 50 | 26.02.1933 | 11.1                     | -1.1                    | 3.5                 | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 51 | 27.02.1933 | 5.0                      | -2.2                    | 0.8                 | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 52 | 28.02.1933 | 2.2                      | -3.9                    | -0.3                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 02/12/Февраль | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 53 | 01.03.1933 | 0.0                      | -2.8                    | -2.1                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 03/12/Март    | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 54 | 02.03.1933 | -2.8                     | -6.1                    | -5.0                | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 03/12/Март    | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 55 | 03.03.1933 | -5.0                     | -10.0                   | -7.8                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 03/12/Март    | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 56 | 04.03.1933 | 2.8                      | -11.1                   | -2.1                | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-09           | 03/12/Март    | 7-1933 | 6/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 57 | 05.03.1933 | 6.1                      | -2.2                    | 4.0                 | 0.0                  | 10.0           | 0.0    | 0.0                     | НГ-10           | 03/12/Март    | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-10          |
| 58 | 06.03.1933 | 10.0                     | 3.9                     | 7.7                 | 0.0                  | 11.0           | 0.0    | 0.0                     | НГ-10           | 03/12/Март    | 7-1933 | 1/7-Понедельник | ДГ-001       | ДМ-11          |
| 59 | 07.03.1933 | 12.8                     | 7.2                     | 9.3                 | 0.0                  | 10.0           | 0.0    | 0.0                     | НГ-10           | 03/12/Март    | 7-1933 | 2/7-Вторник     | ДГ-001       | ДМ-10          |
| 60 | 08.03.1933 | 0.0                      | -5.0                    | -2.5                | 0.0                  | 6.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-10           | 03/12/Март    | 7-1933 | 3/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-08          |
| 61 | 09.03.1933 | 0.0                      | -10.0                   | -5.4                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-10           | 03/12/Март    | 7-1933 | 4/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 62 | 10.03.1933 | 5.0                      | -2.8                    | -2.3                | 0.0                  | 4.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-10           | 03/12/Март    | 7-1933 | 5/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-04          |
| 63 | 12.03.1933 | 6.1                      | -2.8                    | 1.0                 | 0.0                  | 6.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-11           | 03/12/Март    | 7-1933 | 7/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-06          |
| 64 | 14.03.1933 | 2.8                      | -2.8                    | 0.3                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-11           | 03/12/Март    | 7-1933 | 1/7-Среда       | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 65 | 15.03.1933 | 11.1                     | -2.8                    | 5.0                 | 0.0                  | 7.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-11           | 03/12/Март    | 7-1933 | 2/7-Четверг     | ДГ-001       | ДМ-07          |
| 66 | 16.03.1933 | 11.1                     | 3.9                     | 6.8                 | 0.0                  | 9.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-11           | 03/12/Март    | 7-1933 | 3/7-Пятница     | ДГ-001       | ДМ-09          |
| 67 | 17.03.1933 | 15.0                     | 1.1                     | 6.7                 | 0.0                  | 1.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-11           | 03/12/Март    | 7-1933 | 4/7-Суббота     | ДГ-001       | ДМ-01          |
| 68 | 18.03.1933 | 21.1                     | -7.2                    | 6.9                 | 0.0                  | 2.0            | 0.0    | 0.0                     | НГ-11           | 03/12/Март    | 7-1933 | 5/7-Воскресенье | ДГ-001       | ДМ-02          |
| 69 | 20.03.19   |                          |                         |                     |                      |                |        |                         |                 |               |        |                 |              |                |



**Рисунок 2 – Экранные формы управления универсальным программным интерфейсом API-2.3.2.2**

В таблице 8 желтым фоном выделены колонки классификационных шкал, светло-зеленым – колонки описательных шкал, а белым фоном – резервные неиспользованные в данном численном примере колонки.

**Таблица 9 – Классификационные шкалы и градации**

| KOD_CLS | 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, -27.8}  |
| 12      | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10{-27.8, -21.9}  |
| 13      | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10{-21.9, -16.0}  |
| 14      | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10{-16.0, -10.1}  |
| 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{-7.4, 13.9}    |
| 68      | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10{-13.9, 20.4}   |
| 69      | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10{-20.4, 26.9}   |
| 70      | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10{-26.9, 33.4}  |

**Таблица 10 – Описательные шкалы и градации**

| KOD_ATR | NAME_ATR                    |
|---------|-----------------------------|
| 1       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:01       |
| 2       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:02       |
| 3       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:03       |
| 4       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:04       |
| 5       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:05       |
| 6       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:06       |
| 7       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:07       |
| 8       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:08       |
| 9       | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:09       |
| 10      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:10       |
| 11      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:11       |
| 12      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:12       |
| 13      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:13       |
| 14      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:14       |
| 15      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:15       |
| 16      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:16       |
| 17      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:17       |
| 18      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:18       |
| 19      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:19       |
| 20      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:20       |
| 21      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:21       |
| 22      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:22       |
| 23      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:23       |
| 24      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:24       |
| 25      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:25       |
| 26      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:26       |
| 27      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:27       |
| 28      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:28       |
| 29      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:29       |
| 30      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:30       |
| 31      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:31       |
| 32      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:32       |
| 33      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:33       |
| 34      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:34       |
| 35      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:35       |
| 36      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:36       |
| 37      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:37       |
| 38      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:38       |
| 39      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:39       |
| 40      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:40       |
| 41      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:41       |
| 42      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:42       |
| 43      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:43       |
| 44      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:44       |
| 45      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:45       |
| 46      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:46       |
| 47      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:47       |
| 48      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:48       |
| 49      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:49       |
| 50      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:50       |
| 51      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:51       |
| 52      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:52       |
| 53      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:53       |
| 54      | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:54       |
| 55      | МЕСЯЦ-01/12-Январь          |
| 56      | МЕСЯЦ-02/12-Февраль         |
| 57      | МЕСЯЦ-03/12-Март            |
| 58      | МЕСЯЦ-04/12-Апрель          |
| 59      | МЕСЯЦ-05/12-Май             |
| 60      | МЕСЯЦ-06/12-Июнь            |
| 61      | МЕСЯЦ-07/12-Июль            |
| 62      | МЕСЯЦ-08/12-Август          |
| 63      | МЕСЯЦ-09/12-Сентябрь        |
| 64      | МЕСЯЦ-10/12-Октябрь         |
| 65      | МЕСЯЦ-11/12-Ноябрь          |
| 66      | МЕСЯЦ-12/12-Декабрь         |
| 67      | ГОД-Г:1933                  |
| 68      | ГОД-Г:1934                  |
| 69      | ГОД-Г:1935                  |
| 70      | ГОД-Г:1936                  |
| 71      | ГОД-Г:1937                  |
| 72      | ГОД-Г:1948                  |
| 73      | ГОД-Г:1949                  |
| 74      | ГОД-Г:1950                  |
| 75      | ГОД-Г:1951                  |
| 76      | ГОД-Г:1952                  |
| 77      | ГОД-Г:1953                  |
| 78      | ГОД-Г:1954                  |
| 79      | ГОД-Г:1955                  |
| 80      | ГОД-Г:1956                  |
| 81      | ГОД-Г:1957                  |
| 82      | ГОД-Г:1958                  |
| 83      | ГОД-Г:1959                  |
| 84      | ГОД-Г:1960                  |
| 85      | ГОД-Г:1961                  |
| 86      | ГОД-Г:1962                  |
| 87      | ГОД-Г:1963                  |
| 88      | ГОД-Г:1964                  |
| 89      | ГОД-Г:1965                  |
| 90      | ГОД-Г:1966                  |
| 91      | ГОД-Г:1967                  |
| 92      | ГОД-Г:1968                  |
| 93      | ГОД-Г:1969                  |
| 94      | ГОД-Г:1970                  |
| 95      | ГОД-Г:1971                  |
| 96      | ГОД-Г:1973                  |
| 97      | ГОД-Г:1974                  |
| 98      | ГОД-Г:1975                  |
| 99      | ГОД-Г:1976                  |
| 100     | ГОД-Г:1977                  |
| 101     | ГОД-Г:1978                  |
| 102     | ГОД-Г:1979                  |
| 103     | ГОД-Г:1980                  |
| 104     | ГОД-Г:1981                  |
| 105     | ГОД-Г:1982                  |
| 106     | ГОД-Г:1983                  |
| 107     | ГОД-Г:1984                  |
| 108     | ГОД-Г:1985                  |
| 109     | ГОД-Г:1986                  |
| 110     | ГОД-Г:1987                  |
| 111     | ГОД-Г:1988                  |
| 112     | ГОД-Г:1989                  |
| 113     | ГОД-Г:1990                  |
| 114     | ГОД-Г:1991                  |
| 115     | ГОД-Г:1992                  |
| 116     | ГОД-Г:1993                  |
| 117     | ГОД-Г:1994                  |
| 118     | ГОД-Г:1995                  |
| 119     | ГОД-Г:1996                  |
| 120     | ГОД-Г:1997                  |
| 121     | ГОД-Г:1998                  |
| 122     | ГОД-Г:1999                  |
| 123     | ГОД-Г:2000                  |
| 124     | ГОД-Г:2001                  |
| 125     | ГОД-Г:2002                  |
| 126     | ГОД-Г:2003                  |
| 127     | ГОД-Г:2004                  |
| 128     | ГОД-Г:2005                  |
| 129     | ГОД-Г:2006                  |
| 130     | ГОД-Г:2007                  |
| 131     | ГОД-Г:2008                  |
| 132     | ГОД-Г:2009                  |
| 133     | ГОД-Г:2010                  |
| 134     | ГОД-Г:2011                  |
| 135     | ГОД-Г:2012                  |
| 136     | ГОД-Г:2013                  |
| 137     | ГОД-Г:2014                  |
| 138     | ГОД-Г:2015                  |
| 139     | ГОД-Г:2016                  |
| 140     | ГОД-Г:2017                  |
| 141     | ГОД-Г:2018                  |
| 142     | ГОД-Г:2019                  |
| 143     | ГОД-Г:2020                  |
| 144     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-1/7-Понедельник |
| 145     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-2/7-Вторник     |
| 146     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-3/7-Среда       |
| 147     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-4/7-Четверг     |
| 148     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-5/7-Пятница     |
| 149     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-6/7-Суббота     |
| 150     | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-7/7-Воскресенье |

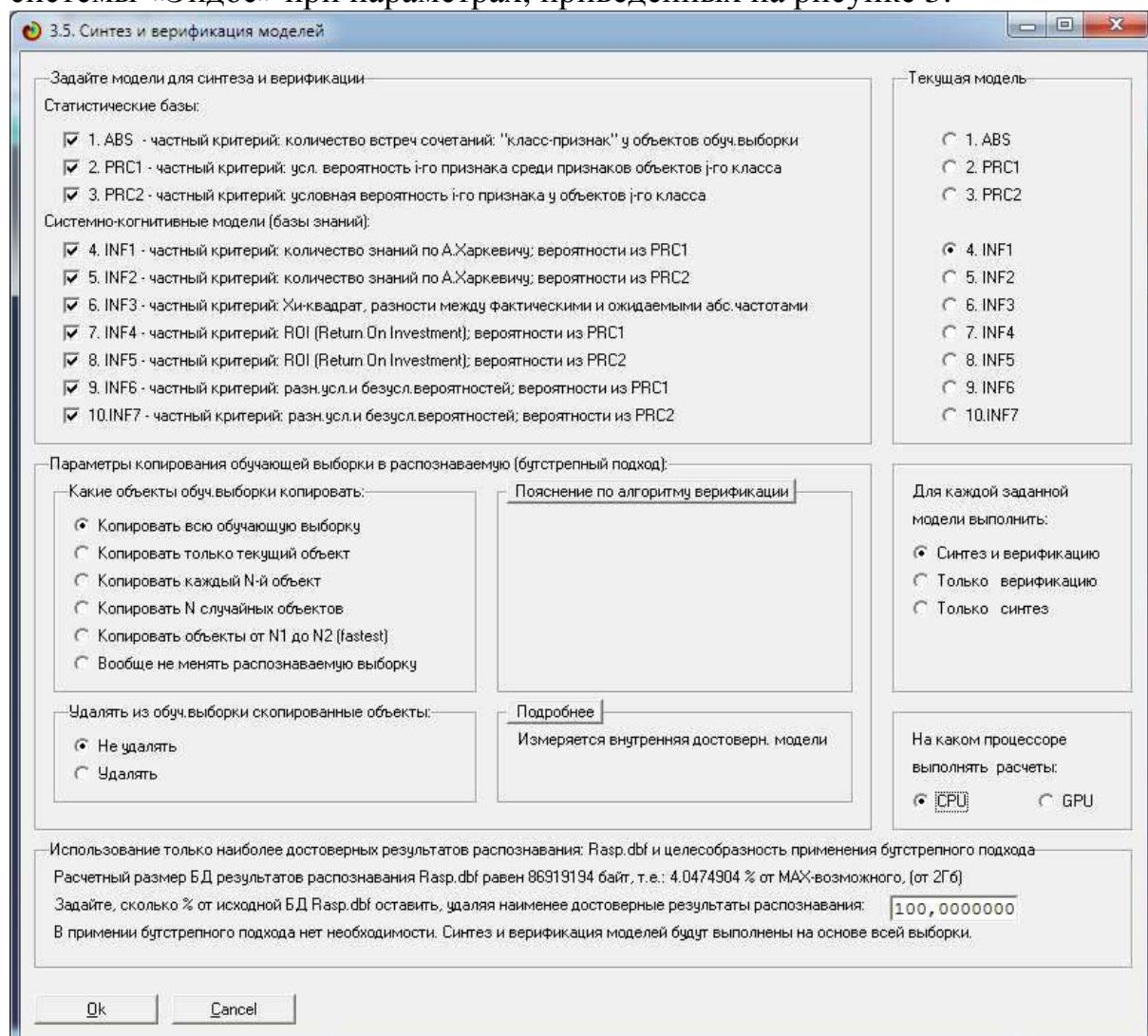
**Таблица 11 – Обучающая выборка (фрагмент)**

| NAME_OBJ   | N2 | N3 | N4 | N5 | N6 | N7 | N8 | N9 | N10 | N11 | N12 |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| 05.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 1  | 55  | 67  | 147 |
| 06.01.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 1  | 55  | 67  | 148 |
| 07.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 1  | 55  | 67  | 149 |
| 08.01.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 43 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 150 |
| 09.01.1933 | 3  | 14 | 24 |    | 42 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 144 |
| 10.01.1933 | 4  | 14 | 24 |    | 42 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 145 |
| 11.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 146 |
| 12.01.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 147 |
| 13.01.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 41 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 148 |
| 14.01.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 42 |    | 65 | 2  | 55  | 67  | 149 |
| 15.01.1933 | 3  | 14 | 24 |    | 42 |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 150 |
| 16.01.1933 | 2  | 14 | 23 |    | 41 |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 144 |
| 17.01.1933 | 3  | 14 | 24 |    | 41 |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 145 |
| 18.01.1933 | 5  | 15 | 25 |    |    |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 146 |
| 19.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 147 |
| 20.01.1933 | 5  | 16 | 25 |    | 42 |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 148 |
| 21.01.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 42 |    | 65 | 3  | 55  | 67  | 149 |
| 22.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 4  | 55  | 67  | 150 |
| 23.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 4  | 55  | 67  | 144 |
| 24.01.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 43 |    | 65 | 4  | 55  | 67  | 145 |
| 25.01.1933 | 2  | 14 | 23 |    | 41 |    | 65 | 4  | 55  | 67  | 146 |
| 26.01.1933 | 3  | 14 | 24 |    | 42 |    | 65 | 4  | 55  | 67  | 147 |
| 27.01.1933 | 3  | 14 | 23 |    | 41 |    | 65 | 4  | 55  | 67  | 148 |
| 29.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 5  | 55  | 67  | 150 |
| 30.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 5  | 55  | 67  | 144 |
| 31.01.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 5  | 55  | 67  | 145 |
| 01.02.1933 | 5  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 5  | 56  | 67  | 146 |
| 02.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 5  | 56  | 67  | 147 |
| 03.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 5  | 56  | 67  | 148 |
| 04.02.1933 | 4  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 5  | 56  | 67  | 149 |
| 05.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 6  | 56  | 67  | 150 |
| 07.02.1933 | 6  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 6  | 56  | 67  | 145 |
| 08.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 6  | 56  | 67  | 146 |
| 09.02.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 41 |    | 65 | 6  | 56  | 67  | 147 |
| 10.02.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 41 |    | 65 | 6  | 56  | 67  | 148 |
| 13.02.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 7  | 56  | 67  | 144 |
| 14.02.1933 | 4  | 14 | 25 |    | 41 |    | 65 | 7  | 56  | 67  | 145 |
| 15.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 7  | 56  | 67  | 146 |
| 16.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 42 |    | 65 | 7  | 56  | 67  | 147 |
| 17.02.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 7  | 56  | 67  | 148 |
| 18.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 7  | 56  | 67  | 149 |
| 19.02.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 41 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 150 |
| 20.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 144 |
| 21.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 42 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 145 |
| 22.02.1933 | 5  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 146 |
| 23.02.1933 | 6  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 147 |
| 24.02.1933 | 5  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 148 |
| 25.02.1933 | 5  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 8  | 56  | 67  | 149 |
| 26.02.1933 | 6  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 9  | 56  | 67  | 150 |
| 27.02.1933 | 5  | 16 | 25 |    | 42 |    | 65 | 9  | 56  | 67  | 144 |
| 28.02.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 9  | 56  | 67  | 145 |
| 01.03.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 9  | 57  | 67  | 146 |
| 02.03.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 41 |    | 65 | 9  | 57  | 67  | 147 |
| 03.03.1933 | 3  | 15 | 24 |    | 41 |    | 65 | 9  | 57  | 67  | 148 |
| 04.03.1933 | 4  | 14 | 25 |    | 41 |    | 65 | 9  | 57  | 67  | 149 |
| 05.03.1933 | 5  | 16 | 26 |    | 44 |    | 65 | 10 | 57  | 67  | 150 |
| 06.03.1933 | 5  | 17 | 27 |    | 44 |    | 65 | 10 | 57  | 67  | 144 |
| 07.03.1933 | 6  | 17 | 27 |    | 44 |    | 65 | 10 | 57  | 67  | 145 |
| 08.03.1933 | 4  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 10 | 57  | 67  | 146 |
| 09.03.1933 | 4  | 15 | 24 |    | 42 |    | 65 | 10 | 57  | 67  | 147 |
| 10.03.1933 | 5  | 15 | 25 |    | 42 |    | 65 | 10 | 57  | 67  | 148 |
| 12.03.1933 | 5  | 16 | 25 |    | 42 |    | 65 | 11 | 57  | 67  | 150 |
| 14.03.1933 | 4  | 16 | 25 |    | 41 |    | 65 | 11 | 57  | 67  | 145 |
| 15.03.1933 | 6  | 16 | 26 |    | 43 |    | 65 | 11 | 57  | 67  | 146 |
| 16.03.1933 | 6  | 17 | 26 |    | 43 |    | 65 | 11 | 57  | 67  | 147 |
| 17.03.1933 | 6  | 16 | 26 |    | 41 |    | 65 | 11 | 57  | 67  | 148 |
| 18.03.1933 | 7  | 15 | 26 |    | 41 |    | 65 | 11 | 57  | 67  | 149 |

### 2.3. Синтез моделей и частные критерии (многопараметрическая типизация временных периодов по климатическим особенностям)

Итак, хотя модели системы «Эйдос» хотя и основаны на матрице абсолютных частот, отражающей число встреч градаций описательных шкал по градациям классификационных шкал (фактов), но для решения всех задач используется не непосредственно сама эта матрица, а матрицы условных и безусловных процентных распределений и *системно-когнитивные модели*, которые рассчитываются на ее основе и отражают какое **количество информации** содержится в факте наблюдения определенной градации описательной шкалы о том, что объект моделирования перейдет в состояние, соответствующее определенной градации классификационной шкалы (классу) [1:[4].

В данной работе синтез моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» при параметрах, приведенных на рисунке 3:



**Рисунок 3 – Экранная форма управления режимом синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей (режим 3.5)**

На рисунке 4 приведена экранная форма отображения стадии исполнения и прогноза времени исполнения режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей:

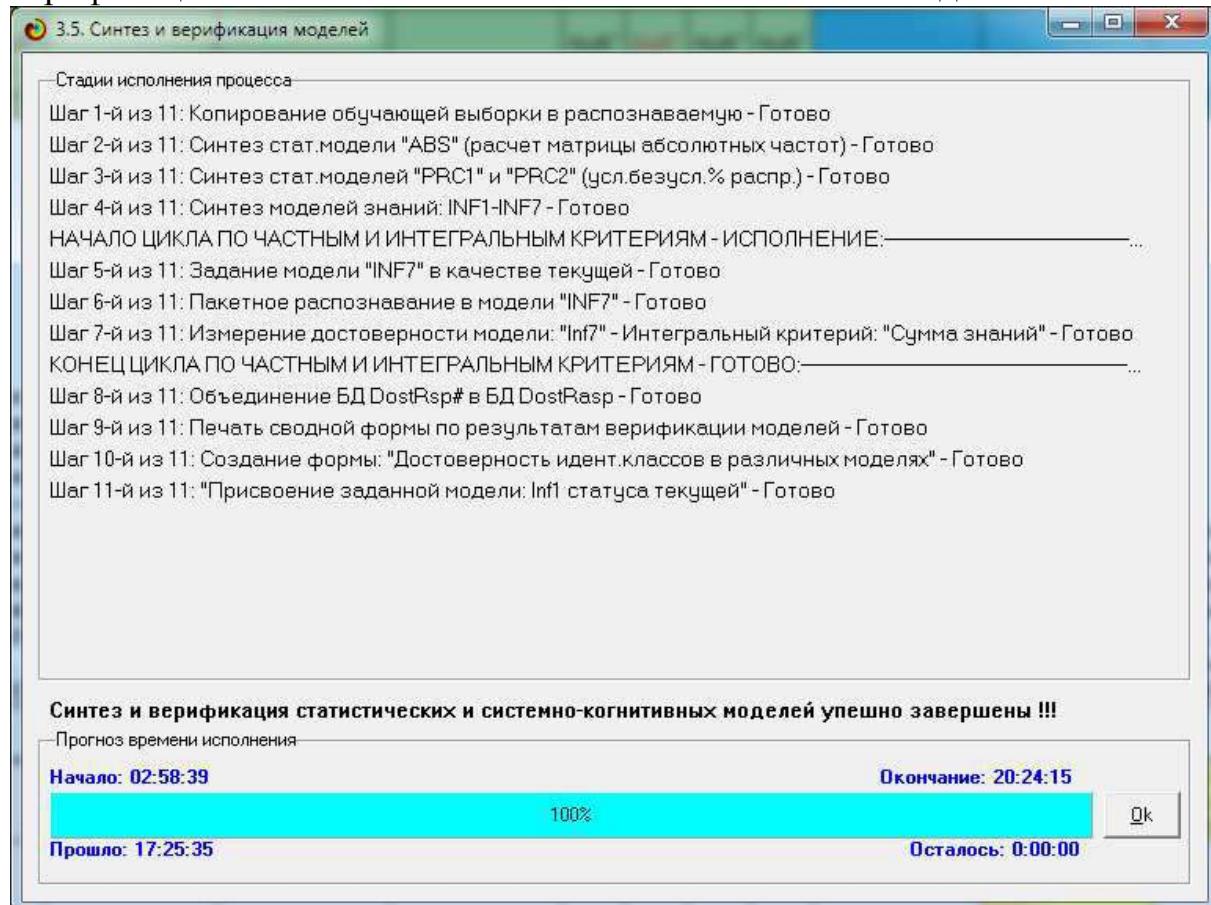


Рисунок 4 – Экранная форма отображения стадии исполнения и прогноза времени исполнения режима синтеза и верификации моделей (режим 3.5)

В результате работы данного режима созданы 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей (моделей знаний) (рисунки 5, 6, 7, 8):

| 5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочинений: "Класс-признак" у объектов обучающей |  |    |    |     |     |     |     |     |    |   |    |    |    |    |
|--|--|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----|---|----|----|----|----|
| Код признака   | Наименование оптической шкалы и признака | 1  | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8  | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1  | Ч-Недели в году №1-01                    | 6  | 29 | 82  | 126 | 37  | 2   |     |    |   |    | 1  | 33 |    |
| 2  | Ч-Недели в году №1-02                    | 2  | 11 | 58  | 193 | 160 | 84  | 2   |    |   |    | 1  | 18 | 21 |
| 3  | Ч-Недели в году №1-03                    | 11 | 66 | 235 | 129 | 36  | 8   |     |    |   |    | 2  | 2  | 19 |
| 4  | Ч-Недели в году №1-04                    | 3  | 15 | 72  | 204 | 136 | 45  | 3   |    |   |    | 3  | 9  | 33 |
| 5  | Ч-Недели в году №1-05                    | 2  | 39 | 62  | 185 | 145 | 46  | 5   |    |   |    | 1  | 16 | 42 |
| 6  | Ч-Недели в году №1-06                    | 1  | 22 | 59  | 174 | 187 | 43  | 3   |    |   |    | 2  | 9  | 24 |
| 7  | Ч-Недели в году №1-07                    | 10 | 49 | 182 | 152 | 67  | 19  |     |    |   |    | 1  | 9  | 29 |
| 8  | Ч-Недели в году №1-08                    | 3  | 42 | 161 | 171 | 78  | 22  |     |    |   |    | 2  | 21 |    |
| 9  | Ч-Недели в году №1-09                    | 3  | 26 | 151 | 187 | 95  | 28  |     |    |   |    | 1  | 8  | 3  |
| 10   | Ч-Недели в году №1-10                    |    | 13 | 133 | 180 | 98  | 40  | 5   |    |   |    | 1  | 2  | 6  |
| 11   | Ч-Недели в году №1-11                    |    | 9  | 106 | 181 | 126 | 55  | 4   |    |   |    | 2  |    |    |
| 12   | Ч-Недели в году №1-12                    |    | 3  | 59  | 192 | 169 | 34  | 3   |    |   |    | 2  |    |    |
| 13   | Ч-Недели в году №1-13                    |    | 34 | 152 | 195 | 79  | 11  |     |    |   |    |    |    |    |
| 14   | Ч-Недели в году №1-14                    |    | 5  | 91  | 188 | 188 | 37  |     |    |   |    |    |    |    |
| 15   | Ч-Недели в году №1-15                    |    |    | 5   | 71  | 191 | 170 | 41  | 2  |   |    |    |    |    |
| 16   | Ч-Недели в году №1-16                    |    |    | 2   | 35  | 194 | 181 | 68  | 2  |   |    |    |    |    |
| 17   | Ч-Недели в году №1-17                    |    |    |     | 26  | 182 | 209 | 69  | 1  |   |    |    |    |    |
| 18   | Ч-Недели в году №1-18                    |    |    |     | 7   | 108 | 234 | 135 | 2  |   |    |    |    |    |
| 19   | Ч-Недели в году №1-19                    |    |    |     | 4   | 92  | 229 | 150 | 9  |   |    |    |    |    |
| 20   | Ч-Недели в году №1-20                    |    |    |     | 1   | 57  | 209 | 199 | 19 |   |    |    |    |    |
| 21   | Ч-Недели в году №1-21                    |    |    |     | 36  | 187 | 245 | 24  |    |   |    |    |    |    |
| 22   | Ч-Недели в году №1-22                    |    |    |     | 21  | 182 | 247 | 30  |    |   |    |    |    |    |
| 23   | Ч-Недели в году №1-23                    |    |    |     | 8   | 197 | 298 | 34  |    |   |    |    |    |    |

Рисунок 5 – Статистическая модель Abs – матрица абсолютных частот (фрагмент)

| Код<br>показника | Наименование отмеченной<br>школы и градации | 1                      | 2                      | 3                      | 4                      | 5                      | 6                      | 7                      | 8                      | 9                      | 10                     | 11                    | 12                    | 13                    | 14                    | 15                    | 16     |        |       |
|------------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------|--------|-------|
|                  |   | МАКСИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ |        |        |       |
| 1                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ01                        | -0.762                 | -0.295                 | -0.061                 | -2.045                 | -0.094                 | -0.042                 |                        |                        |                        |                        |                       |                       | 1.410                 | 0.350                 | -2.926                | 3.303  | -2.793 |       |
| 2                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ02                        | 22.222                 | 1.730                  | 0.127                  | 6.492                  | 3.993                  | 1.393                  | 0.042                  |                        |                        |                        |                       |                       | 7.692                 | 24.194                | 0.642                 | 6.113  | 0.532  | 4.210 |
| 3                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ03                        |                        | 8.730                  | 9.692                  | 7.304                  | 3.219                  | 0.870                  | 0.068                  |                        |                        |                        |                       |                       | 15.385                | 3.226                 | 7.819                 | 10.671 | 7.508  | 4.104 |
| 4                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ04                        | 33.333                 | 11.998                 | 10.173                 | 6.862                  | 3.394                  | 1.087                  | 0.088                  |                        |                        |                        |                       |                       | 23.077                | 14.516                | 11.169                | 9.366  | 6.948  | 4.088 |
| 5                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ05                        | 22.322                 | 23.810                 | 9.251                  | 6.223                  | 3.619                  | 1.131                  | 0.133                  |                        |                        |                        |                       |                       | 7.692                 | 16.129                | 17.284                | 9.639  | 8.399  | 5.640 |
| 6                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ06                        | 21.311                 | 17.480                 | 8.684                  | 5.853                  | 3.910                  | 1.522                  | 0.088                  |                        |                        |                        |                       |                       | 15.388                | 14.516                | 3.877                 | 9.294  | 6.715  | 4.142 |
| 7                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ07                        | 7.887                  | 7.195                  | 6.122                  | 5.759                  | 4.619                  | 0.340                  |                        |                        |                        |                        |                       |                       | 7.692                 | 6.065                 | 5.230                 | 9.666  | 5.460  | 4.312 |
| 8                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ08                        | 2.381                  | 6.167                  | 8.415                  | 4.268                  | 1.885                  | 0.409                  |                        |                        |                        |                        |                       |                       | 3.226                 | 8.293                 | 8.262                 | 6.178  | 5.991  |       |
| 9                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ09                        | 2.331                  | 3.110                  | 3.079                  | 4.160                  | 2.295                  | 0.610                  |                        |                        |                        |                        |                       |                       | 7.692                 | 0.055                 | 3.724                 | 3.114  | 0.107  | 4.081 |
| 10               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ10                        |                        | 1.309                  | 4.474                  | 4.492                  | 2.368                  | 0.905                  | 0.083                  |                        |                        |                        |                       |                       | 7.692                 | 3.226                 | 2.489                 | 3.98   | 4.810  | 4.877 |
| 11               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ11                        |                        | 1.322                  | 3.565                  | 4.517                  | 3.286                  | 0.794                  | 0.066                  |                        |                        |                        |                       |                       | 3.823                 | 1.377                 | 3.266                 | 4.842  |        |       |
| 12               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ12                        |                        | 0.441                  | 1.884                  | 4.792                  | 4.683                  | 1.226                  | 0.050                  |                        |                        |                        |                       |                       | 9.833                 | 0.344                 | 2.138                 | 4.658  |        |       |
| 13               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ13                        |                        |                        | 1.144                  | 2.783                  | 4.711                  | 1.793                  | 0.102                  |                        |                        |                        |                       |                       | 0.344                 | 1.306                 | 6.613                 |        |        |       |
| 14               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ14                        |                        |                        | 0.160                  | 2.271                  | 4.542                  | 3.912                  | 0.611                  |                        |                        |                        |                       |                       | 0.179                 | 2.421                 |                       |        |        |       |
| 15               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ15                        |                        |                        | 0.168                  | 1.772                  | 4.618                  | 3.858                  | 0.676                  | 0.087                  |                        |                        |                       |                       | 0.119                 | 1.832                 |                       |        |        |       |
| 16               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ16                        |                        |                        | 0.067                  | 0.673                  | 0.697                  | 4.108                  | 1.091                  | 0.087                  |                        |                        |                       |                       |                       | 0.969                 |                       |        |        |       |
| 17               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ17                        |                        |                        |                        | 0.699                  | 4.297                  | 4.607                  | 1.040                  | 0.043                  |                        |                        |                       |                       |                       | 0.069                 | 0.605                 |        |        |       |
| 18               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ18                        |                        |                        |                        | 0.175                  | 2.609                  | 5.311                  | 2.231                  | 0.087                  |                        |                        |                       |                       |                       |                       | 0.113                 |        |        |       |
| 19               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ19                        |                        |                        |                        | 0.109                  | 2.223                  | 5.197                  | 2.479                  | 0.390                  |                        |                        |                       |                       |                       |                       | 0.153                 |        |        |       |
| 20               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ20                        |                        |                        |                        | 0.028                  | 1.277                  | 4.744                  | 3.289                  | 0.823                  |                        |                        |                       |                       |                       |                       | 0.038                 |        |        |       |
| 21               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ21                        |                        |                        |                        | 0.070                  | 4.244                  | 4.049                  | 1.039                  |                        |                        |                        |                       |                       |                       |                       | 0.019                 |        |        |       |
| 22               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ22                        |                        |                        |                        | 0.807                  | 4.131                  | 4.082                  | 1.299                  |                        |                        |                        |                       |                       |                       |                       | 0.038                 |        |        |       |
| 23               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ23                        |                        |                        |                        | 0.193                  | 3.109                  | 4.925                  | 1.472                  |                        |                        |                        |                       |                       |                       |                       |                       |        |        |       |

Рисунок 6 – Статистическая модель Ргс2 – матрица условных и безусловных процентных распределений (фрагмент)

| Код<br>показника | Наименование отмеченной<br>школы и градации | 1                      | 2                      | 3                      | 4                      | 5                      | 6                      | 7                      | 8                      | 9                      | 10                     | 11                    | 12                    | 13                    | 14                    | 15 |  |  |
|------------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|--|--|
|                  |   | МАКСИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ |    |  |  |
| 1                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ01                        | -0.852                 | 0.650                  | 0.479                  | 0.459                  | -0.095                 | -1.480                 |                        |                        |                        |                        |                       |                       | 0.179                 |                       |    |  |  |
| 2                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ02                        | 1.132                  | 0.897                  | 0.686                  | 0.860                  | 0.334                  | -0.186                 | -1.746                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.639                 | 1.171                 |    |  |  |
| 3                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ03                        |                        | 0.889                  | 0.748                  | 0.553                  | 0.236                  | -0.172                 | -1.556                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.963                 | 0.237                 |    |  |  |
| 4                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ04                        | 1.383                  | 0.844                  | 0.799                  | 0.598                  | 0.263                  | -0.260                 | -1.555                 |                        |                        |                        |                       |                       | 1.152                 | 0.936                 |    |  |  |
| 5                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ05                        | 1.133                  | 1.165                  | 0.726                  | 0.542                  | 0.230                  | -0.259                 | -1.318                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.640                 | 0.884                 |    |  |  |
| 6                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ06                        | 6.812                  | 1.022                  | 0.686                  | 0.514                  | 0.327                  | -0.122                 | -1.556                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.963                 | 0.936                 |    |  |  |
| 7                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ07                        |                        | 0.859                  | 0.613                  | 0.538                  | 0.316                  | -0.080                 | -0.805                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.444                 | 0.684                 |    |  |  |
| 8                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ08                        |                        | 0.100                  | 0.042                  | 0.102                  | 0.371                  | -0.029                 | -0.020                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.241                 |                       |    |  |  |
| 9                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ09                        |                        | 0.104                  | 0.324                  | 0.456                  | 0.365                  | -0.587                 | -0.509                 |                        |                        |                        |                       |                       | 0.649                 | 5.671                 |    |  |  |
| 10               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ10                        |                        |                        | 0.004                  | 0.400                  | 0.402                  | 0.104                  | -0.341                 | -1.456                 |                        |                        |                       |                       | 0.862                 | 0.248                 |    |  |  |
| 11               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ11                        |                        |                        | -0.169                 | 0.293                  | 0.413                  | 0.255                  | -0.405                 | -1.360                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 12               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ12                        |                        |                        | -0.682                 | -0.007                 | 0.427                  | 0.352                  | -0.207                 | -1.697                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 13               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ13                        |                        |                        |                        | -0.235                 | 0.323                  | 0.423                  | -0.026                 | -1.089                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 14               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ14                        |                        |                        |                        | -1.129                 | 0.081                  | 0.406                  | 0.264                  | -0.529                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 15               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ15                        |                        |                        |                        | -1.137                 | -0.043                 | 0.402                  | 0.319                  | -0.490                 | -1.446                 |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 16               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ16                        |                        |                        |                        | -1.564                 | -0.373                 | 0.406                  | 0.347                  | -0.268                 | -1.446                 |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 17               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ17                        |                        |                        |                        | -0.508                 | -0.301                 | 0.402                  | -0.259                 | -1.766                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 18               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ18                        |                        |                        |                        | -1.123                 | 0.134                  | 0.464                  | 0.661                  | -1.449                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 19               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ19                        |                        |                        |                        | -1.390                 | 0.862                  | 0.457                  | 0.123                  | -0.747                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 20               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ20                        |                        |                        |                        | -2.029                 | -0.166                 | 0.409                  | 0.239                  | -0.405                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 21               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ21                        |                        |                        |                        | -0.383                 | 0.383                  | 0.354                  | 0.332                  | -0.240                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 22               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ22                        |                        |                        |                        | -0.625                 | 0.369                  | 0.344                  | -0.168                 | -0.166                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |
| 23               | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ23                        |                        |                        |                        | -1.067                 | 0.224                  | 0.437                  | -0.124                 | -0.463                 |                        |                        |                       |                       |                       |                       |    |  |  |

Рисунок 7 – Системно-когнитивная модель Inf1 – матрица информативностей (фрагмент)

| Код<br>показника | Наименование отмеченной<br>школы и градации | 1                      | 2                      | 3                      | 4                      | 5                      | 6                      | 7                      | 8                      | 9                      | 10                     | 11                    | 12                    | 13                    | 14                    | 15 |
|------------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----|
|                  |   | МАКСИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ | МИНИМ.<br>ТЕМПЕРАТУРЫ |    |
| 1                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ01                        | -0.039                 | 4.616                  | 21.839                 | 68.356                 | 62.042                 | -8.406                 | -46.335                | -66.352                | -25.351                | -1.459                 | -0.143                | 0.220                 |                       |                       |    |
| 2                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ02                        | 1.825                  | 8.545                  | 44.748                 | 135.146                | 62.025                 | -26.544                | -83.739                | -117.751               | -84.932                | -2.556                 | 0.747                 | 13.783                |                       |                       |    |
| 3                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ03                        | -0.174                 | 8.557                  | 52.799                 | 177.386                | 51.324                 | -44.234                | -82.410                | -117.296               | -84.760                | -2.578                 | 1.748                 | 8.788                 |                       |                       |    |
| 4                | Н-НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ04                        | 2.826                  | 12.561                 | 58.819                 | 146.457                | 56.444                 | -55.111                | -82.275                | -117.116               | -84.691                | -2.574                 | 2.746                 | 7.800                 | </                    |                       |    |

## 2.4. Верификация моделей

Статистические и системно-когнитивные модели создаются не ради самих моделей, не как самоцель, а для решения в этих моделях различных задач (рисунок 1).

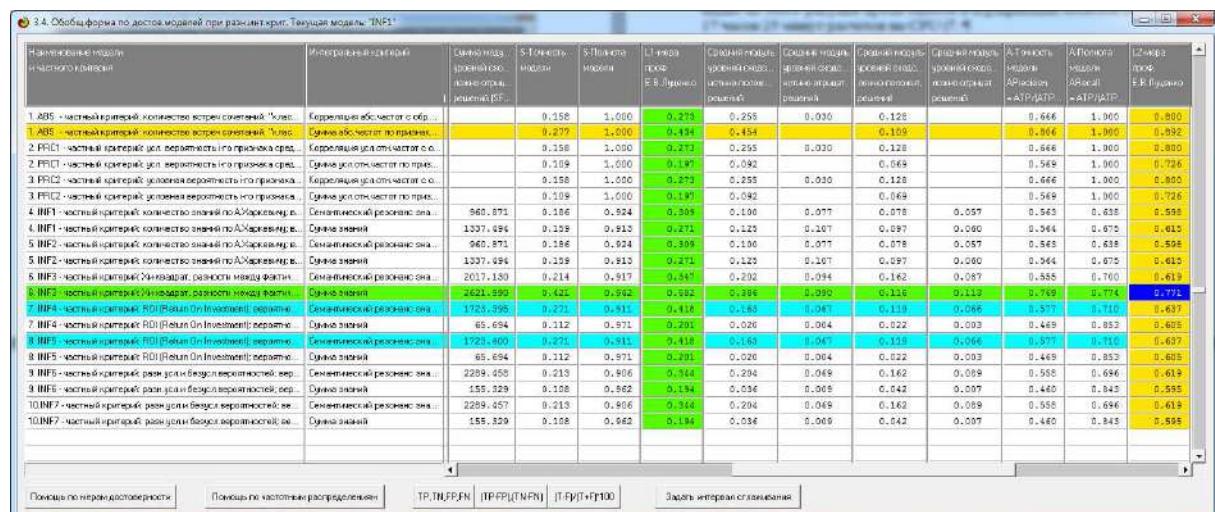
Однако успешно решать эти задачи можно только в достоверных моделях, верно (адекватно) отражающих моделируемую предметную область. Если модель адекватна, достоверна, т.е. соответствует действительности, то и результаты решения задач в этой модели также соответствуют действительности. Это значит, что если достоверность модели низка или неизвестна, то применять ее для решения реальных задач нельзя. Если же это делается, то это крайне рискованно и является авантюризмом и профанацией науки.

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных и ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L<sub>1</sub>- L<sub>2</sub>-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры [1:[5].

Достоверность моделей можно оценивать и путем решения других задач, например задач прогнозирования, выработки управляющих решений, исследования объекта моделирования путем исследования его модели. Но это более трудоемко, не всегда возможно, и даже очень рискованно, особенно на экономических и политических моделях.

Оценка достоверности (верификация) моделей проведена в режиме 3.5 при параметрах, приведенных на рисунке 3. На рисунке 4 приведена экранная форма с отображением стадии исполнения верификации моделей и прогнозом времени исполнения. Как видно из этого рисунка время синтеза и верификации моделей составило 17 часов 25 минут расчетов на CPU i7. Такая значительная длительность вычислений связана со сравнительно большой размерностью моделей (70 класса, 150 признаков) и довольно большим объемом обучающей выборки (24834 наблюдения). Дело в том, что *для верификации моделей в каждой из 10 моделей каждый из 24834 объектов обучающей выборки сравнивается с каждым из 70 классов по всем своим 150 признакам*. Это и требует довольно значительного объема вычислений, а значит и затраченного на них машинного времени.

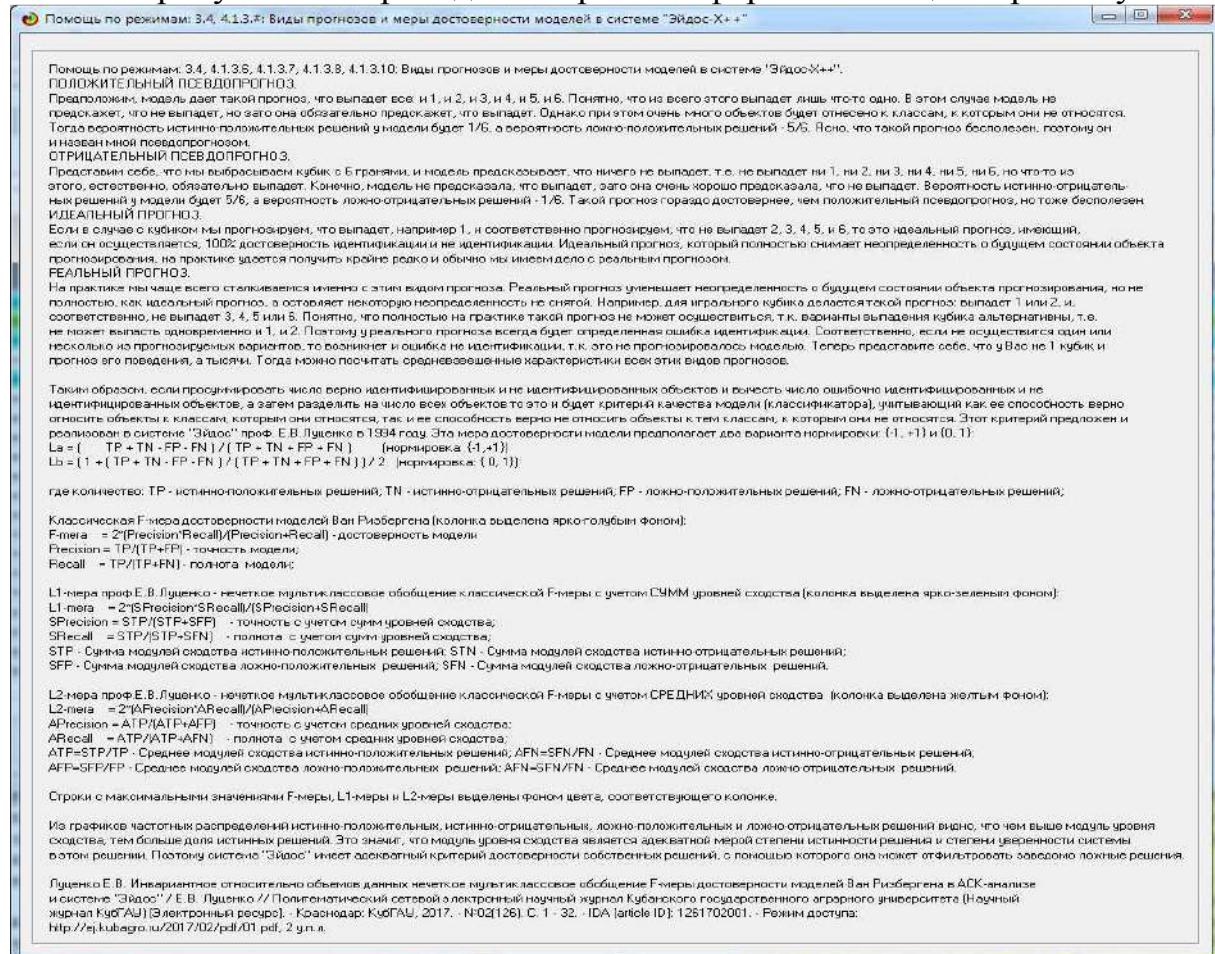
В режиме 3.4 мы видим результаты проверки статистических и системно-когнитивных моделей на достоверность (рисунок 9):

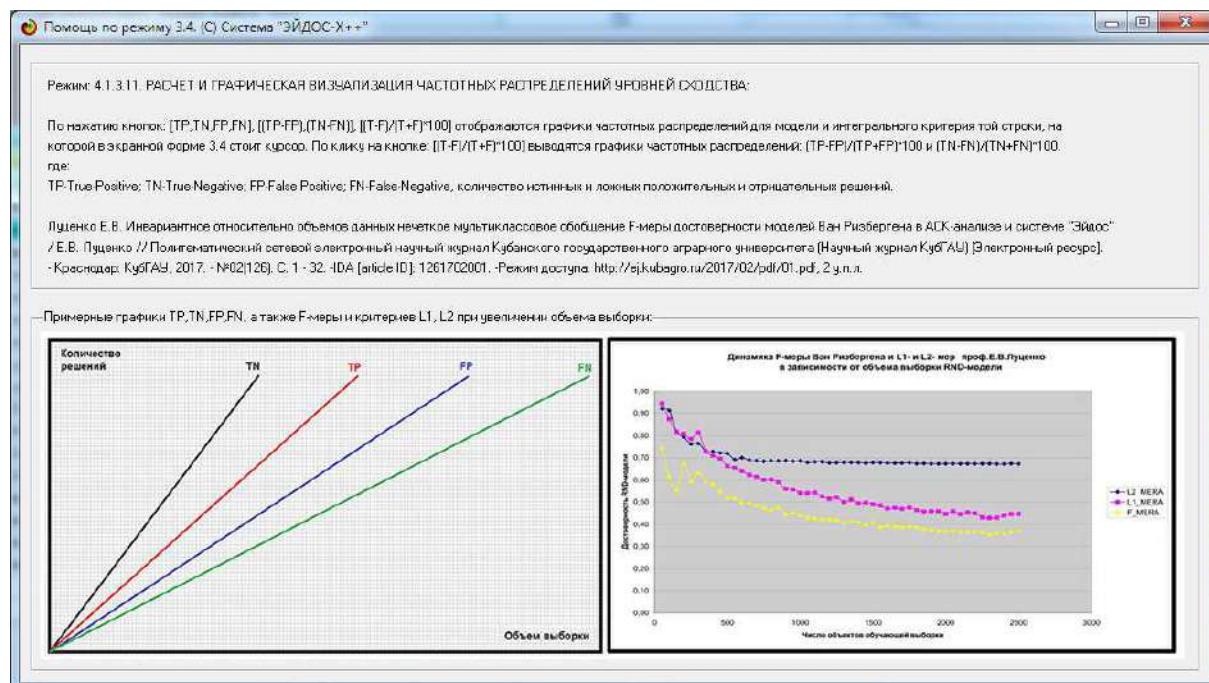


**Рисунок 9 – Экранные формы результатов верификации моделей по различным критериям достоверности: F-мере Ван Ризбергена и мерам L1 и L2 Е.В.Луценко**

Из экранных форм на рисунке 9 мы видим, что по L2 мере проф.Е.В.Луценко [1:5] достоверность системно-когнитивной модели INF3 (хи-квадрат) с интегральным критерием «Сумма знаний» составляет: **L2=0,771**, что неплохо для приложений, связанных с анализом и прогнозированием климатических показателей.

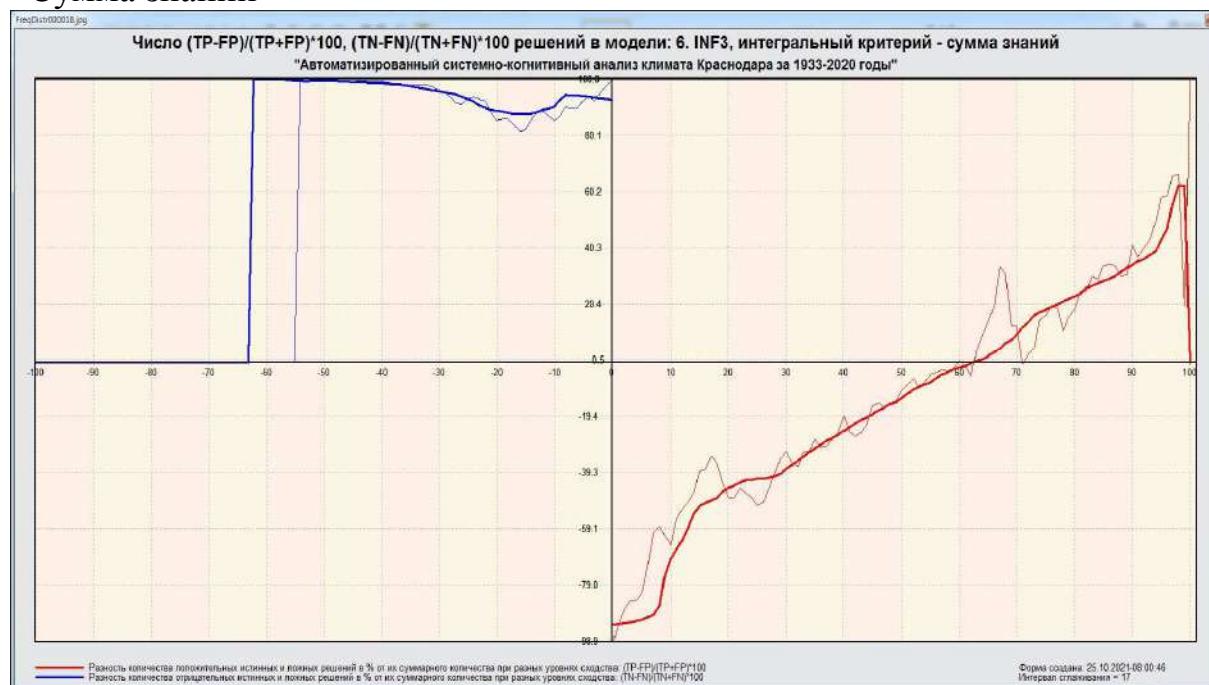
На рисунках 10 приведены экранные формы помощи по режиму 3.4:





**Рисунок 10 – Помощь по режиму оценки достоверности моделей**

На рисунке 11 мы видим частотное распределение истинных и ложных положительных и отрицательных решений в зависимости от уровня сходства в модели INF3 (хи-квадрат) с интегральным критерием: «Сумма знаний»



**Рисунок 11 – Частотное распределение разности числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений в зависимости от уровня сходства**

Из частотного распределения, представленного на рисунке 11, видно, что при всех уровнях сходства истинных отрицательных решений всегда значительно больше, чем ложных, точнее ложных вообще нет, а при

положительных решениях истинных решений больше начиная с уровня различия около 63%, причем *доля истинных решений закономерно растет при увеличении уровня сходства*. Это означает, что:

- системно-когнитивную модель INF3 (хи-квадрат) обоснованно можно использовать для решения различных задач;
- в распоряжение исследователя есть адекватный критерий оценки результатов решения задачи идентификации: это уровень сходства (т.е. значение интегрального критерия) объекта с классом.

Таким образом, что *в системе «Эйдос» есть достоверный внутренний критерий степени истинности решений задач, предлагаемых системой на основе созданных в ней моделей. Система «Эйдос» не просто идентифицирует, но и адекватно оценивает достоверность идентификации, не просто прогнозирует, но и оценивает достоверность прогнозирования, не просто предлагает решение, но и оценивает эффективность этого решения, и т.д.* Следовательно, *система Эйдос не только прогнозирует значения будущих параметров, но и адекватно оценивает достоверность их прогнозирования*.

Наличие в системе «Эйдос» внутреннего достоверного критерия достоверности прогнозирования позволяет прогнозировать наступление точки бифуркации, т.е. точки неопределенности. *В точках бифуркации резко уменьшается достоверность прогнозирования и резко возрастает разброс и взаимная несогласованность друг с другом (куচность) точечных прогнозов с различных позиций во времени.*

*Обучающая выборка является репрезентативной на определенный период в будущее, на котором основные закономерности в предметной области существенно не изменяются. Такие периоды называются периодами эргодичности. В точке бифуркации основные закономерности в предметной области изменяются качественно, т.е. формируются новые закономерности в предметной области и начинается новый период эргодичности. Периоды эргодичности являются периодами эволюционных изменений в предметной области, а в точках бифуркации происходят революционные изменения, т.е. в них происходит переход количественных изменений в качественные.*

Фактически это означает, что *в системе «Эйдос» можно либо достоверно прогнозировать, что произойдет, либо достоверно прогнозировать, что мы не можем достоверно прогнозировать что произойдет, т.е. достоверно прогнозировать точку бифуркации*. Об этом есть в работе [1:[1]: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/7.4.htm>.

В этой монографии 2002 года в разделе: «7.4. Прогнозирование развития различных сегментов рынка (на примере фондового рынка РФ)» описаны результаты, полученные автором еще в 1994 году.

## 2.5. Выбор наиболее достоверной модели

*Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.*

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

- идентификация объекта с классом достоверна, т.е. модель относит объекты к классам, к которым они действительно принадлежат;

- прогнозирование достоверно, т.е. действительно наступают те события, которые прогнозируются;

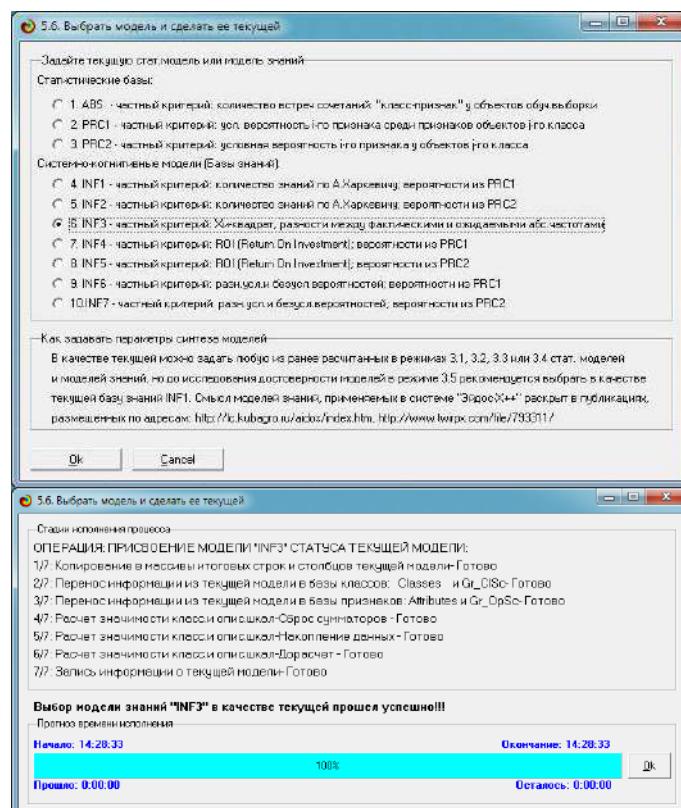
- принятие решений адекватно (достоверно), т.е. после реализации принятых управляющих решений объект управления действительно переходит в целевые будущие состояния;

- исследование достоверно, т.е. полученные в результате исследования модели объекта моделирования выводы могут быть с полным основанием отнесены к объекту моделирования.

Технически сам выбор наиболее достоверной модели осуществляется в режиме 5.6 системы «Эйдос» и проходит быстро (в созданных моделях менее секунды) (рисунок 14).

Это необходимо лишь для решения задач идентификации и прогнозирования (в режиме 4.1.2) и задачи кластеризации (режимы 4.2.2.3 и 4.3.2.3), которые требуют наибольших вычислительных ресурсов и поэтому решается только для модели, заданной текущей.

*Все остальные расчеты проводятся в системе «Эйдос» сразу во всех моделях.*



**Рисунок 12 – Экранные формы режима выбора наиболее достоверной модели для решения задач идентификации и прогнозирования**

## 2.6. Решение задачи системной идентификации

При решении задачи идентификации каждый объект распознаваемой выборки сравнивается по всем своим признакам с каждым из обобщенных образов классов. Смысл решения задачи идентификации заключается в том, что при определении принадлежности конкретного объекта к обобщенному образу классу об этом конкретном объекте *по аналогии становится известно все, что известно об объектах этого класса, по крайней мере, самое существенное о них, т.е. чем они отличаются от объектов других классов.*

Задачи идентификации и прогнозирования взаимосвязаны и мало чем отличаются друг от друга. Главное различие между ними в том, что при идентификации значения свойств и принадлежность объекта к классу относятся к одному моменту времени, а при прогнозировании значения факторов относятся к прошлому, а переход объекта под действием этих факторов в состояние, соответствующее классу относится к будущему.

Задача решается в модели, заданной в качестве текущей, т.к. является весьма трудоемкой в вычислительном отношении. Правда с использованием графического процессора (GPU) для расчетов эта проблема практически снялась.

Сравнение объекта с классом осуществляется путем применения *неметрических интегральных критерии*, которых в настоящее время в системе «Эйдос» используется два: это «Сумма знаний» и «Резонанс знаний». Эти интегральные критерии описаны выше в разделах 1.3.2, 1.3.3, 1.3.4 и 1.3.5 данной работы.

На рисунках 13 и 14 приведены некоторые экranные формы ежима идентификации и прогнозирования:

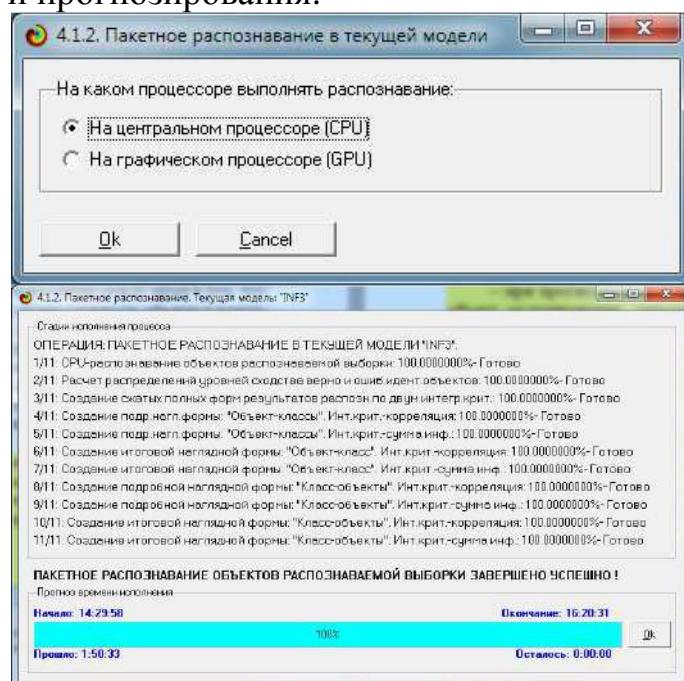
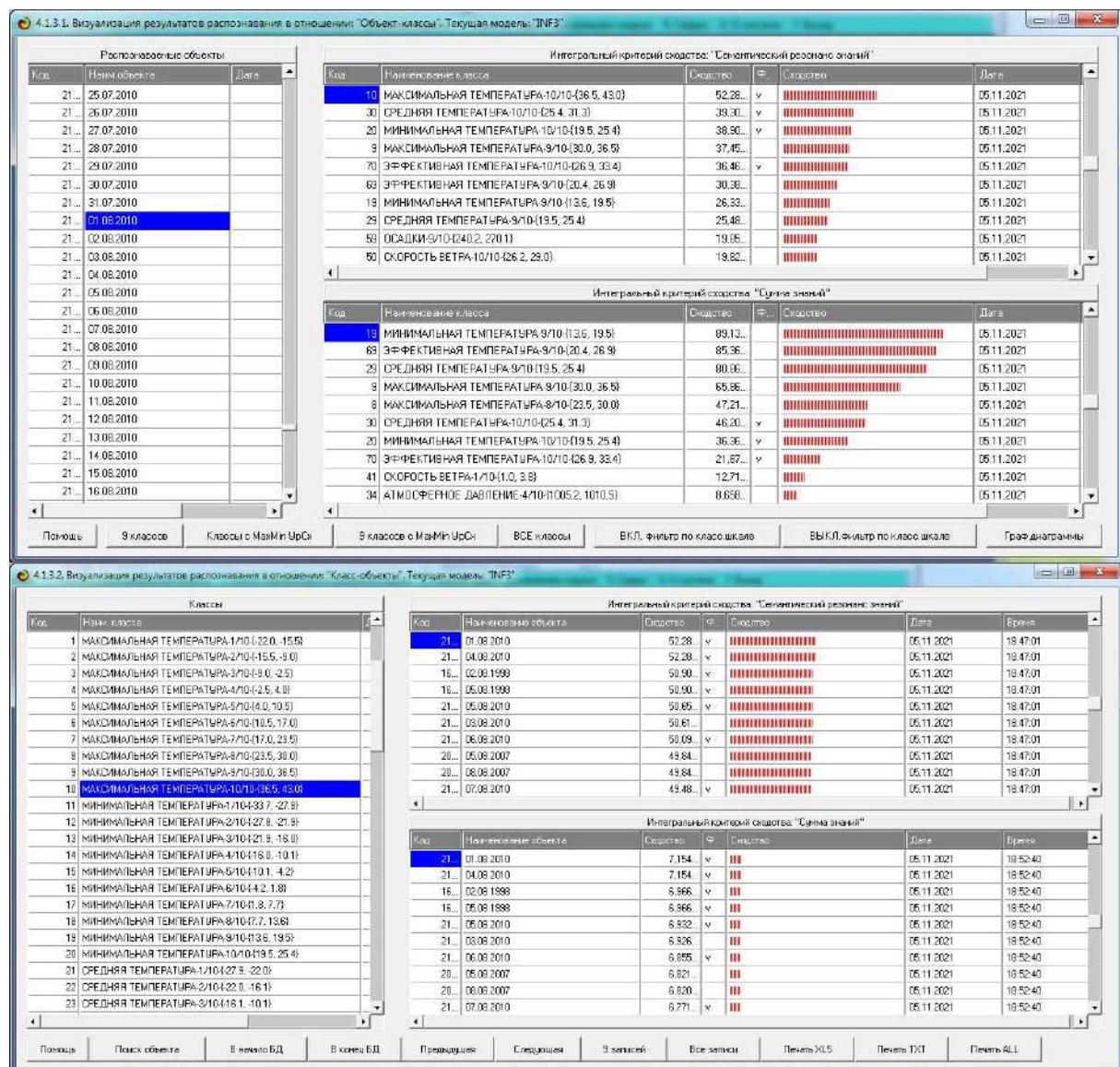


Рисунок 13 – Экранные формы режима идентификации и прогнозирование (4.1.2)



**Рисунок 14 – Некоторые результирующие экранные формы режима идентификации и прогнозирования (4.1.2)**

## 2.7. Решение задачи выявления характерных и нехарактерных климатических особенностей временных периодов (типологический анализ)

Задачи прогнозирования и принятия решений относятся друг к другу как прямая и *обратная* задачи:

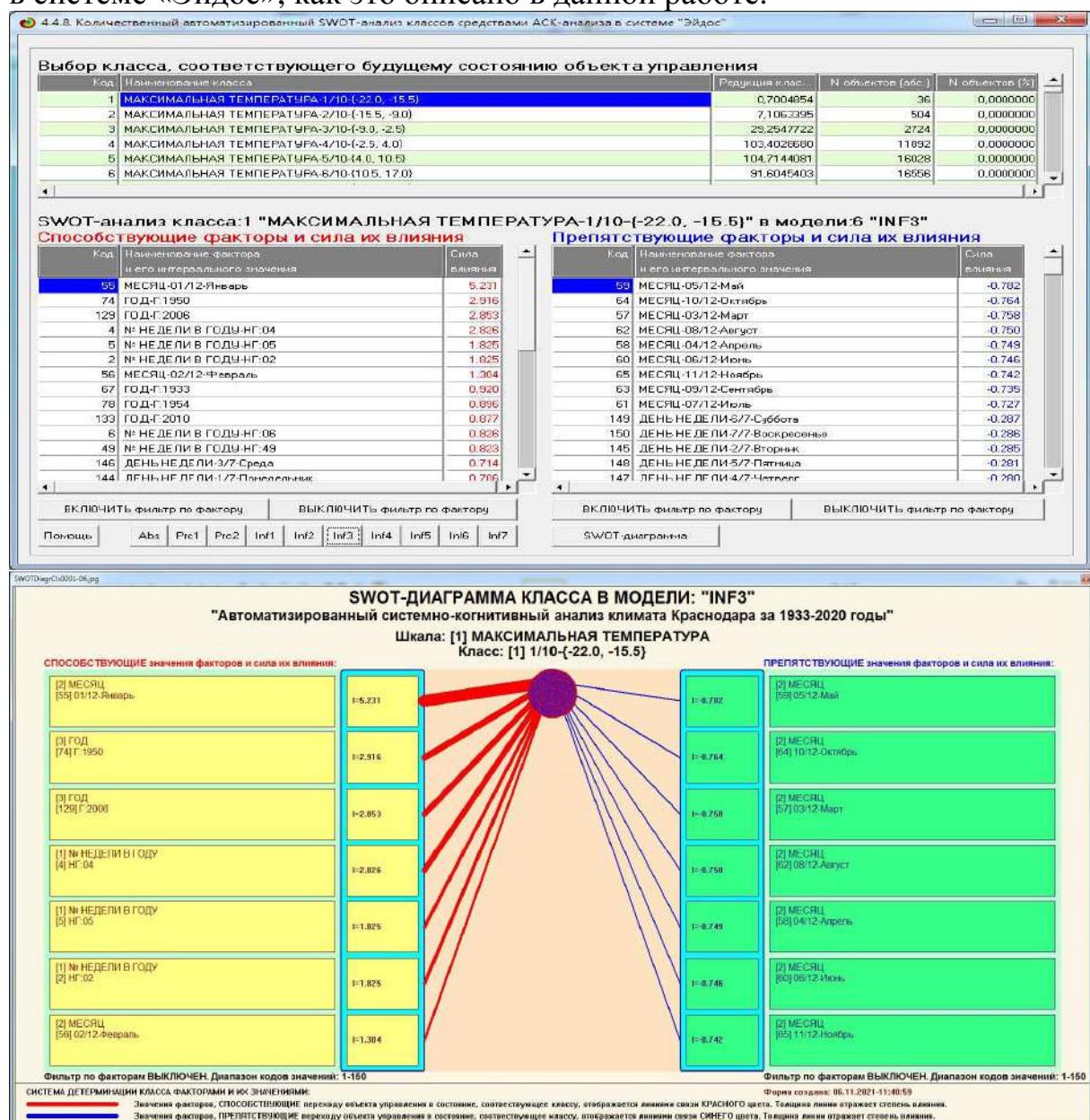
- при прогнозировании по значениям факторов, действующих на объект моделирования, определяется в какое будущее состояние он перейдет под их действием;
- при принятии решений, наоборот, по будущему целевому состоянию объекта моделирования определяются значения факторов, которые обуславливают его переход в это будущее целевое состояние.

Таким образом, задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования. Но это так только в простейшем

случае: в случае использования SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос») [1:[7].

Ниже на рисунках 15 приведены SWOT-диаграммы некоторых из исследуемых временных периодов в модели INF3 (хи-квадрат). Все их привести невозможно из-за ограничений на объем данной работы. Да в этом и нет особой необходимости, т.к. читатель может и сам получить все выходные формы, которые ему будут необходимы.

Для этого нужно установить систему «Эйдос» на своем компьютере, скачав инсталляцию с сайта автора: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №297 и выполнить все этапы автоматизированного системно-когнитивного анализа (ACK-анализ) в системе «Эйдос», как это описано в данной работе.



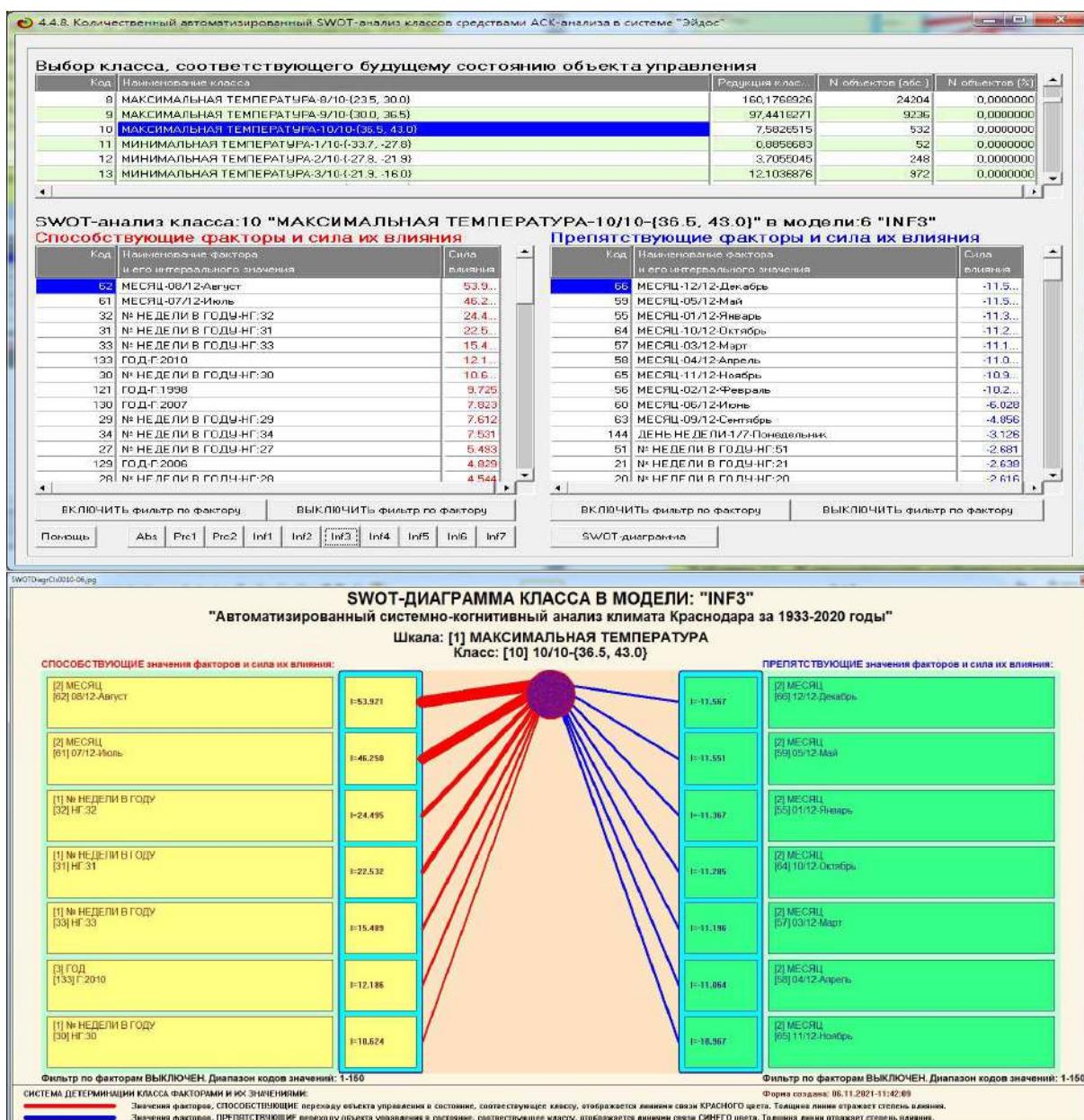


Рисунок 15 – SWOT-диаграммы климатических особенностей исследуемых временных периодов

Слева на SWOT-диаграммах **в порядке убывания степени характерности** приведены климатические особенности, характерные для данного временного периода.

Справа на SWOT-диаграммах **в порядке убывания степени нехарактерности** приведены климатические особенности, нехарактерные для данного временного периода.

Линии, означающие характерность, изображены красным **цветом**, а нехарактерность – **синим**.

Степень характерности и нехарактерности отображается количественно и в форме **толщины** линии.

## 2.8. Решение задачи исследования объекта моделирования путем исследования его модели

### 2.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)

Инвертированные SWOT-диаграмм (предложены автором в работе [1:[7]]), отражают силу и направление влияния конкретной градации описательной шкалы на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационных шкал (классы). Это и есть *смысл* (семантический потенциал) этой градации описательной шкалы.

Инвертированные SWOT-диаграммы выводятся в режиме 4.4.9 системы «Эйдос». На рисунках 16 приведены инвертированные SWOT-диаграммы значений климатических параметров, наиболее ценных для того, чтобы отличить (дифференцировать) один исследуемый период от другого (включая месяцы и декады):

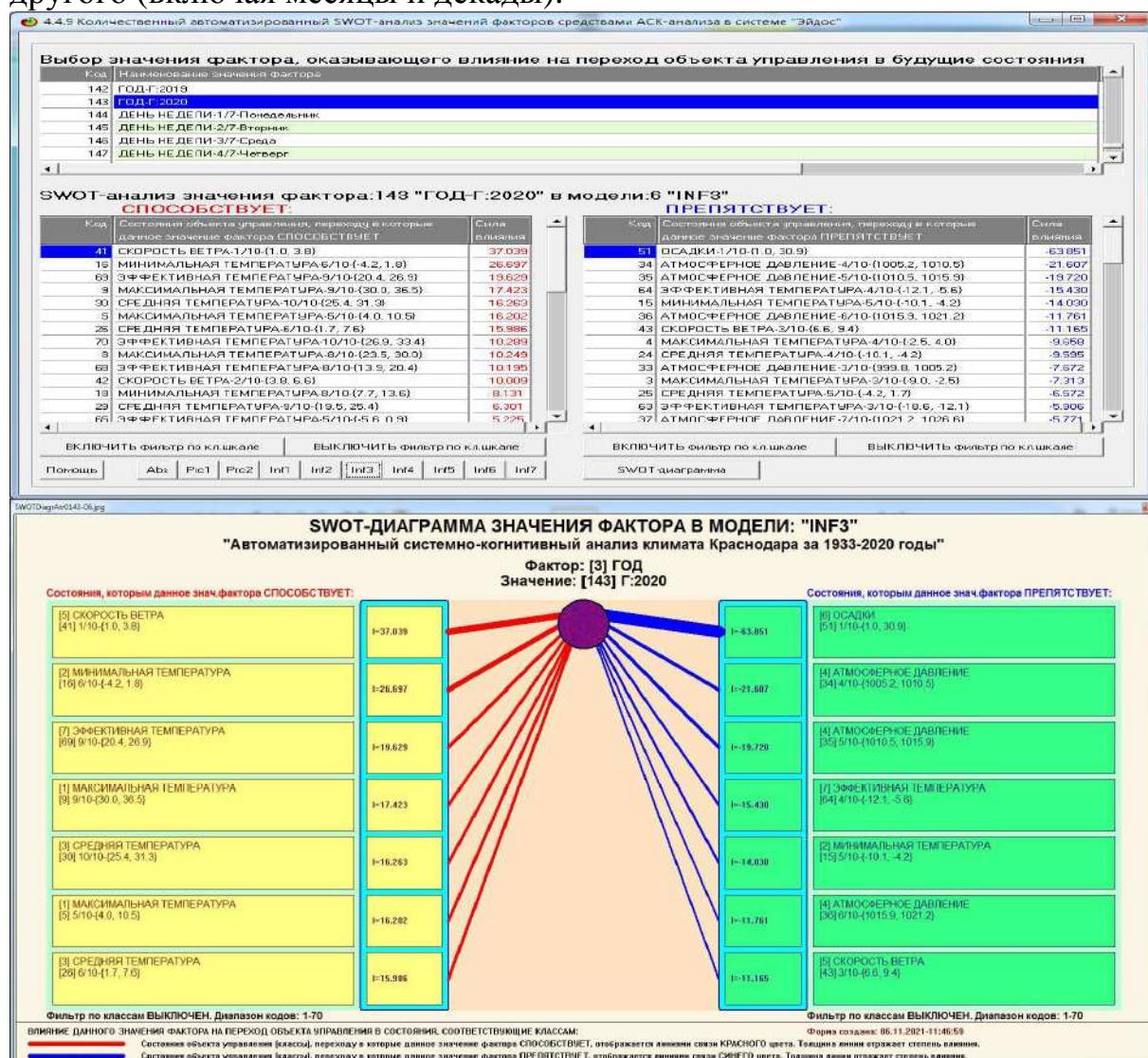


Рисунок 16 – Инвертированные SWOT-диаграммы  
наиболее значимых климатических параметров

### 2.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

В системе «Эйдос» (в режиме 4.2.2.1) (рисунок 17) рассчитывается матрица сходства классов по системе их детерминации (таблица 18) и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится 4 основные формы:

- круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2) (рисунки 18, 19);
- агломеративная дендрограмма **когнитивной (истинной) кластеризации классов** (предложена автором в 2011 году в работе [1:[8]) (режим 4.2.2.3) (рисунки 20, 21);
- график изменения межклассовых расстояний (режим 4.2.2.3) (рисунок 22);
- 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12).

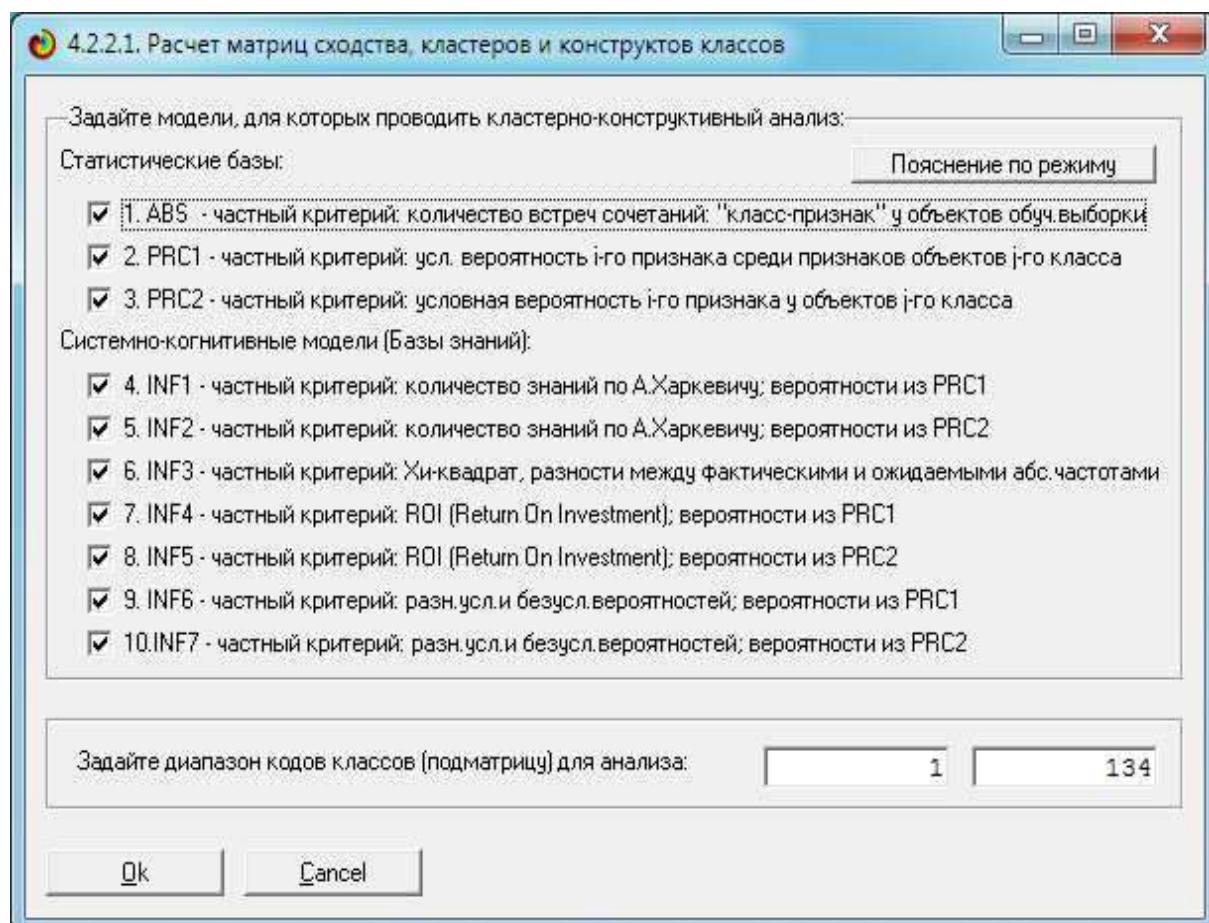
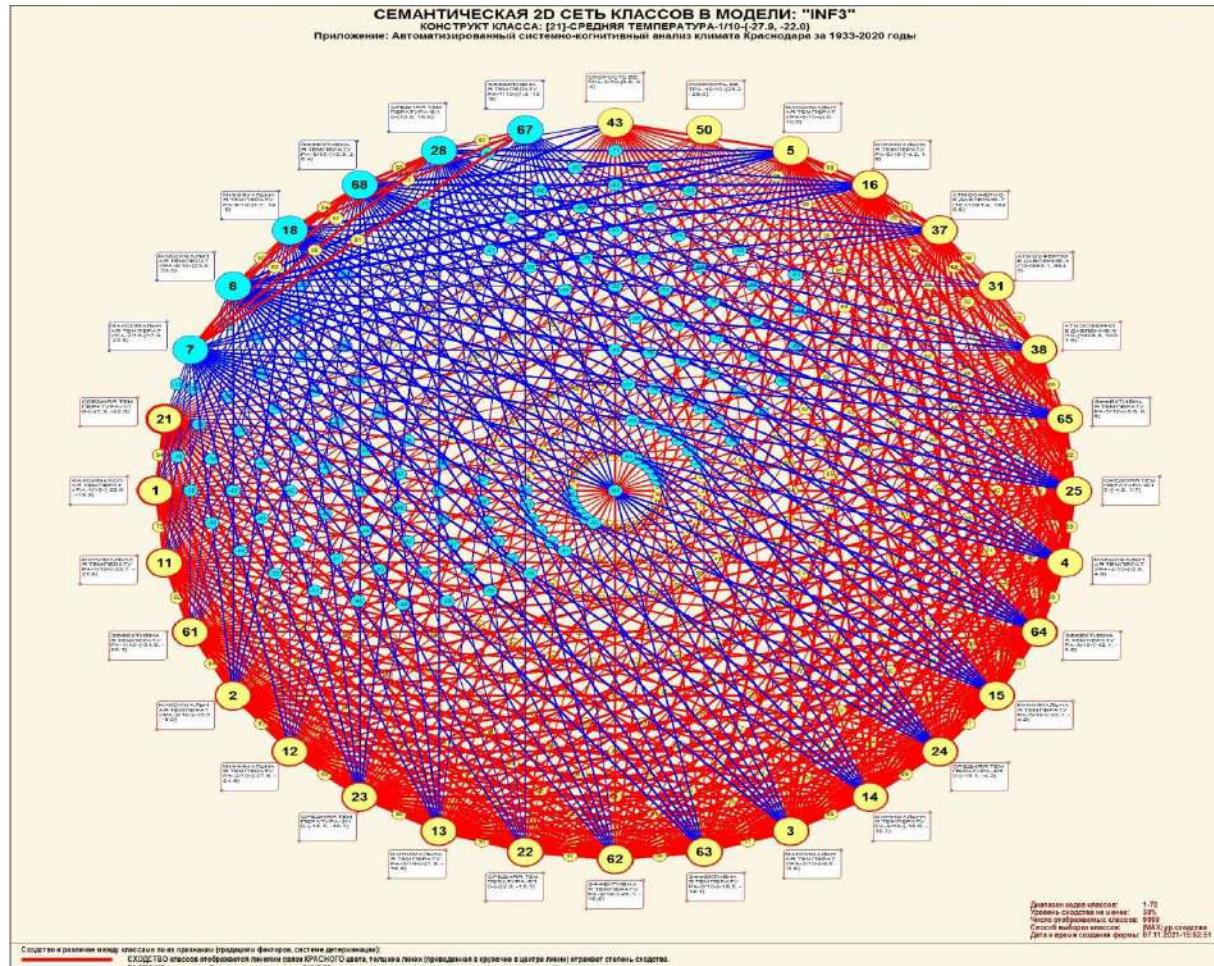


Рисунок 17 – Экранная форма управления расчетом матрицы сходства

Примечательно, что в таблице 18 похожие и непохожие друг на друга по климатическим параметрам временные периоды образуют характерные пятна закономерно изменяющихся размеров.

Таблица 12 – Матрица сходства классов<sup>10</sup>

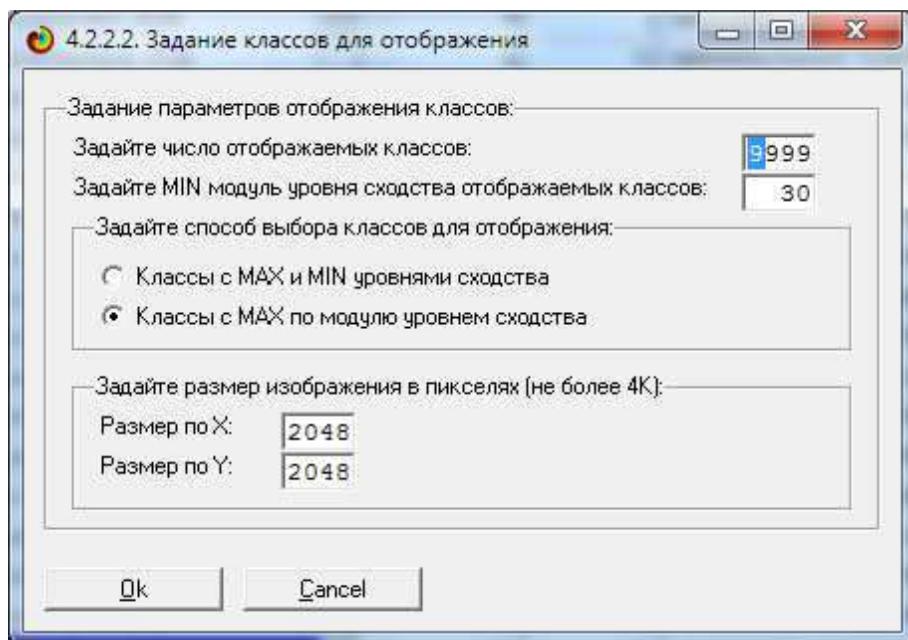
**СЕМАНТИЧЕСКАЯ 2D СЕТЬ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF3"**  
**КОНСТРУКТ КЛАССА: [21]-СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-[-27.9, -22.0]**  
**Приложение: Автоматизированный системно-когнитивный анализ климата Краснодара за 1933-2020 годы**



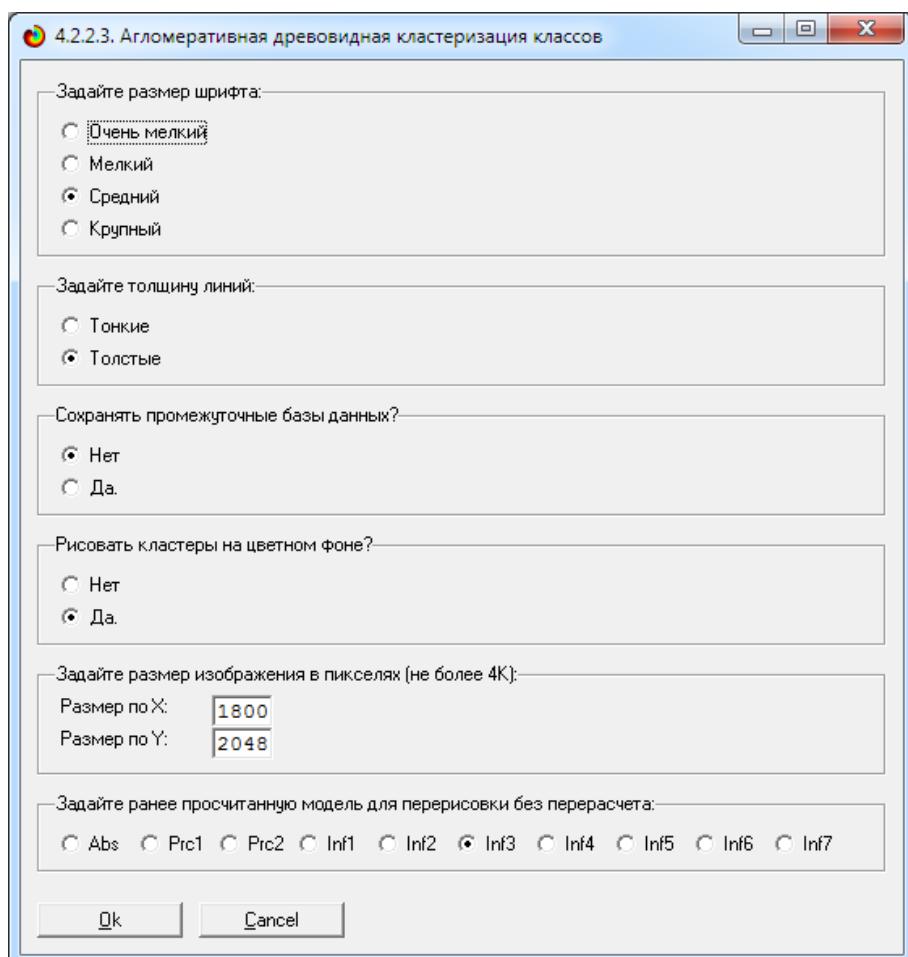
**Рисунок 18 – 2d-круговая когнитивная диаграмма классов<sup>11</sup>**

<sup>10</sup> При увеличении масштаба просмотра изображения до 500% все вполне читабельно

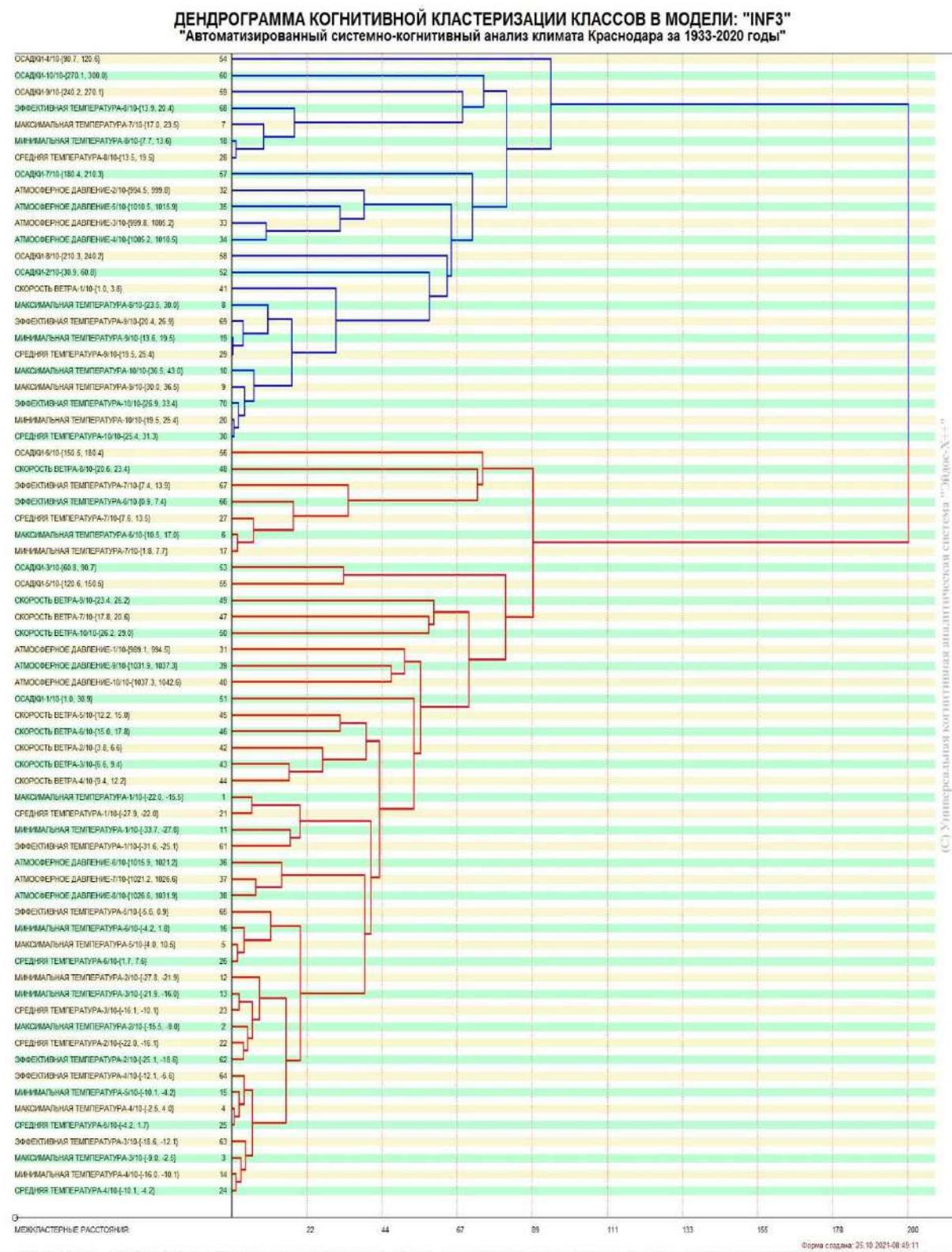
<sup>11</sup> При увеличении масштаба просмотра изображения до 500% все вполне читабельно



**Рисунок 19 – Параметры, при которых получена 2d-круговая когнитивная диаграмма классов, приведенная на рисунке 18**

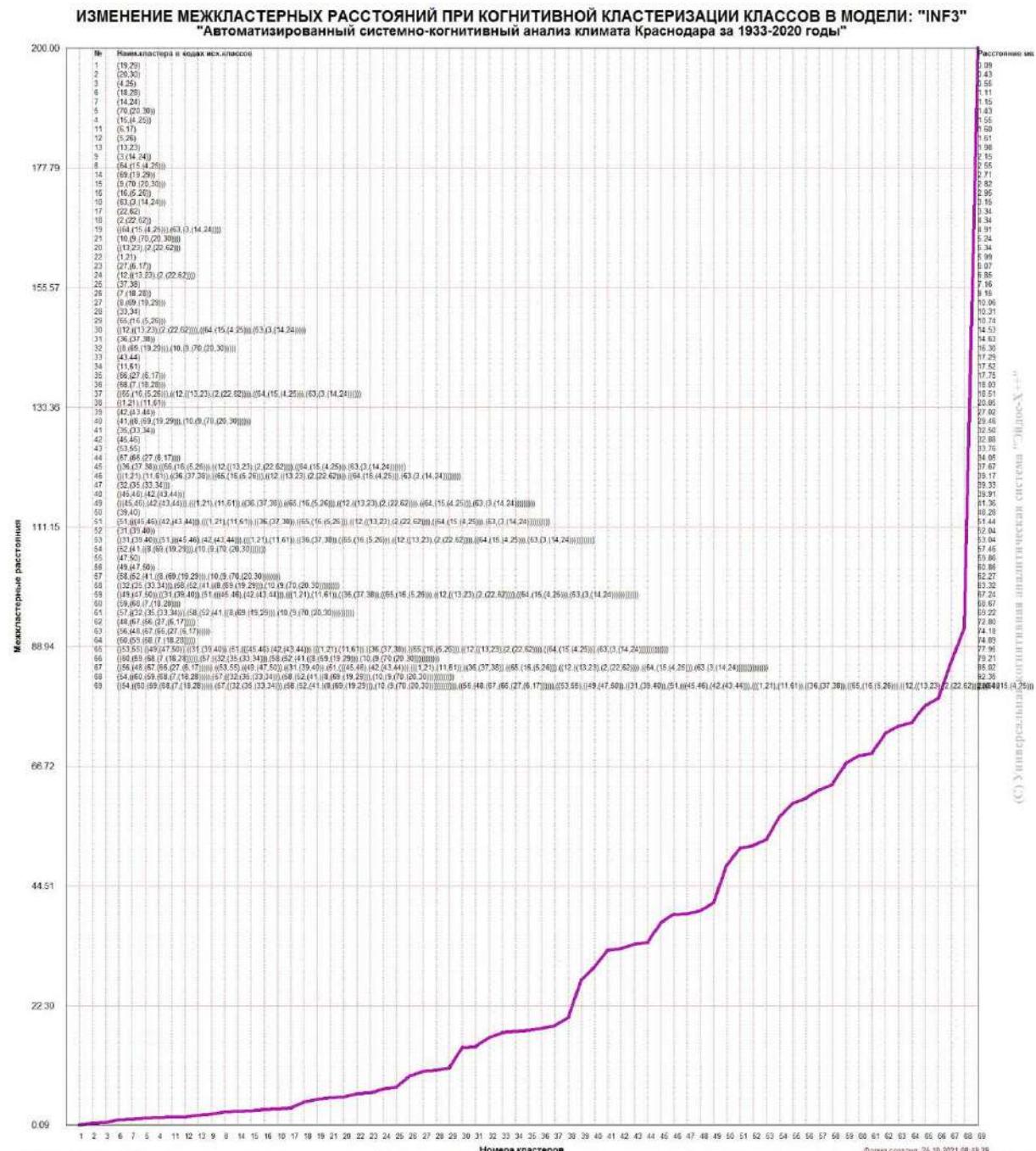


**Рисунок 20 – Экранные формы режима когнитивной кластеризации классов**



**Рисунок 21 – Агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации классов<sup>12</sup>**

<sup>12</sup> При увеличении масштаба просмотра изображения до 500% все вполне читабельно



**Рисунок 22 – График межкластерных расстояний при кластеризации классов**<sup>13</sup>

Из 2d-круговой когнитивной диаграммы классов (рисунок 18) и агломеративной дендрограммы когнитивной кластеризации классов (рисунок 21) можно обоснованно сделать **выводы** о том, какие временные периоды сходны друг с другом, а какие отличаются по своим климатическим параметрам.

---

<sup>13</sup> При увеличении масштаба просмотра изображения до 500% все вполне читабельно.

### 2.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

В системе «Эйдос» (в режиме 4.3.2.1) (рисунок 23) рассчитывается матрица сходства признаков по системе их смыслу (таблица 19) и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится 4 основные формы:

- круговая 2d-когнитивная диаграмма признаков (режим 4.3.2.2) (рисунки 24, 25);
- агломеративных дендрограмм, полученных в результате **когнитивной (истинной) кластеризации признаков** (предложена автором в 2011 году в работе [1:[8]]) (режим 4.3.2.3) (рисунки 26, 27);
- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3) (рисунок 28);
- 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12).

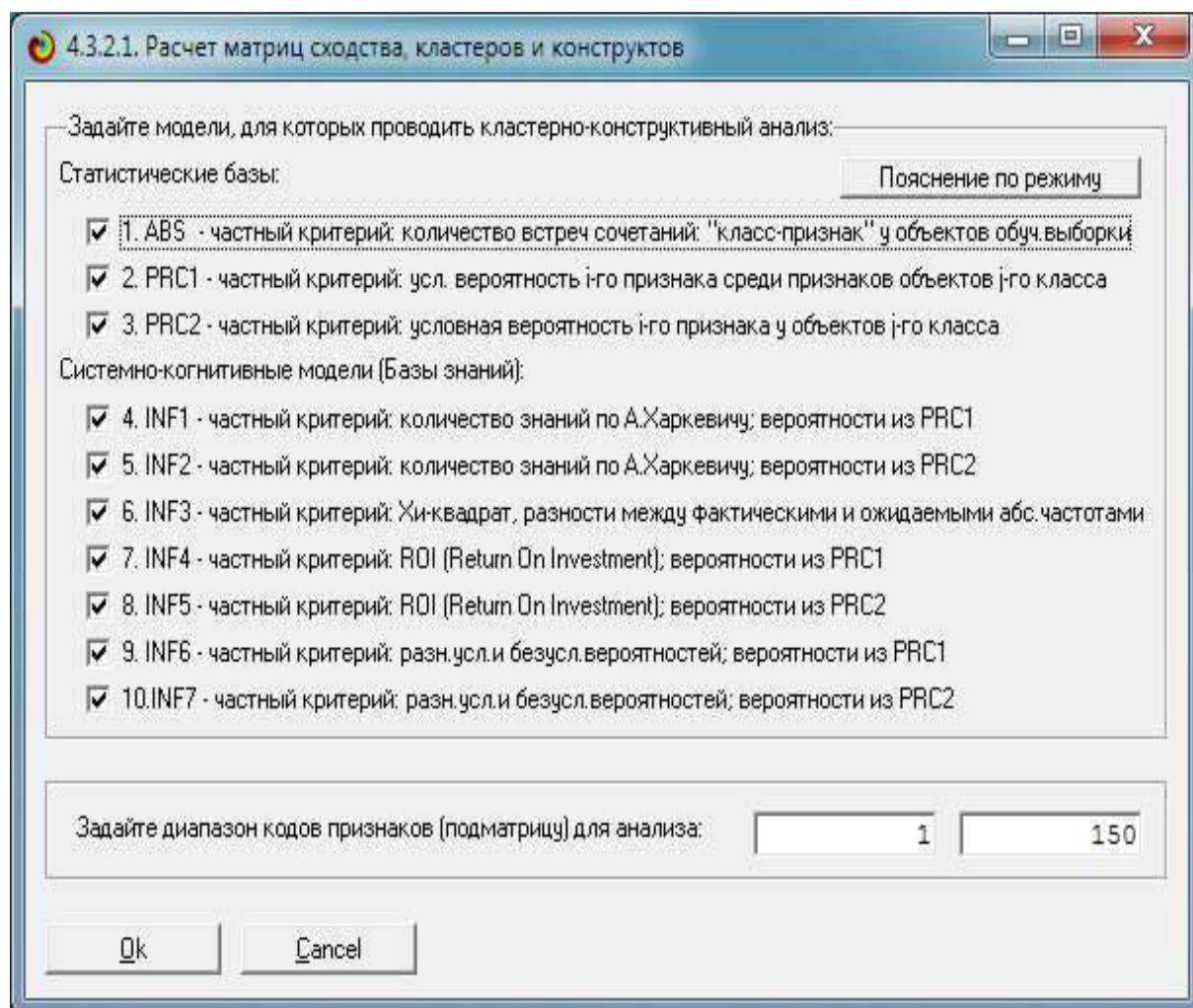


Рисунок 23 – Экранная форма управления расчетом матрицы сходства признаков

Примечательно, что похожие по влиянию на временные периоды значения климатических показателей образуют характерные пятна.

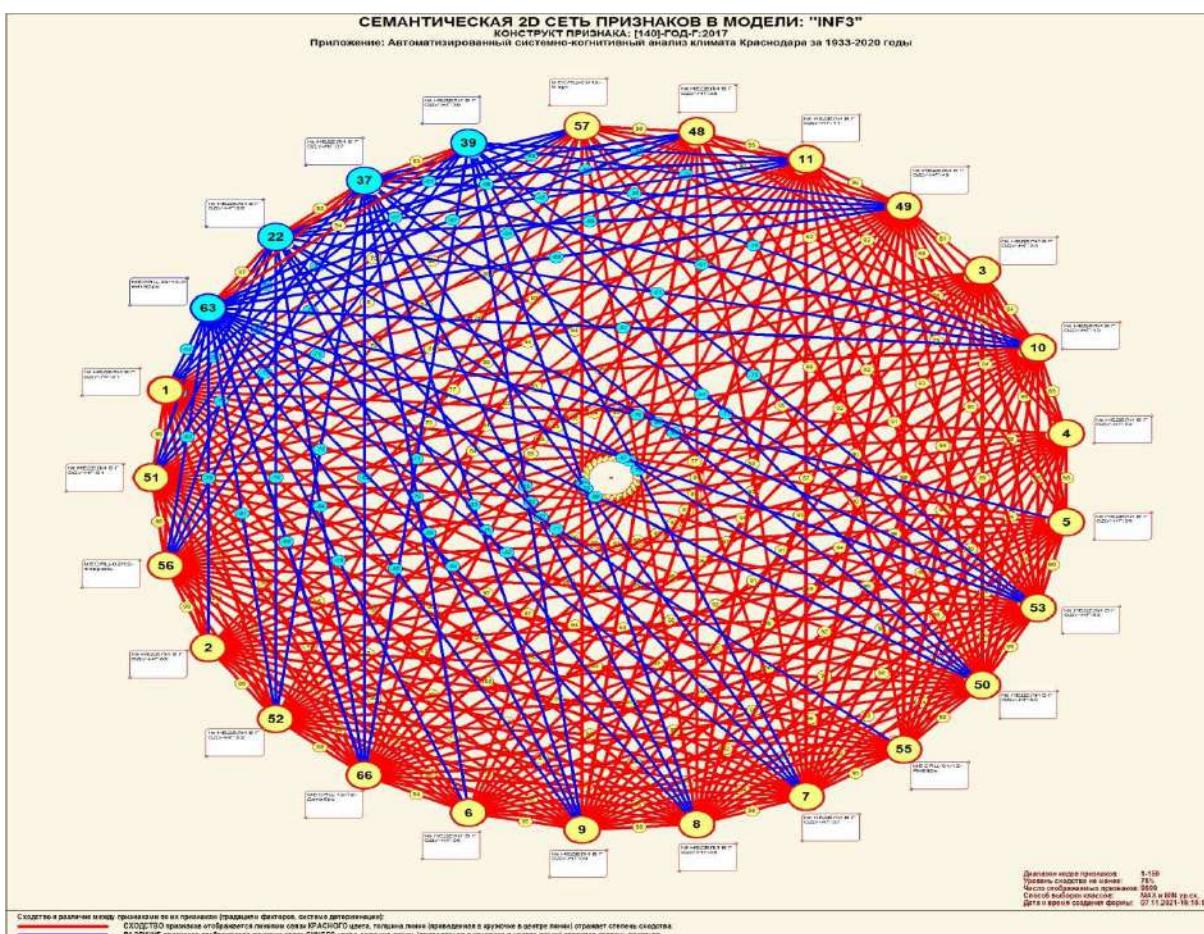
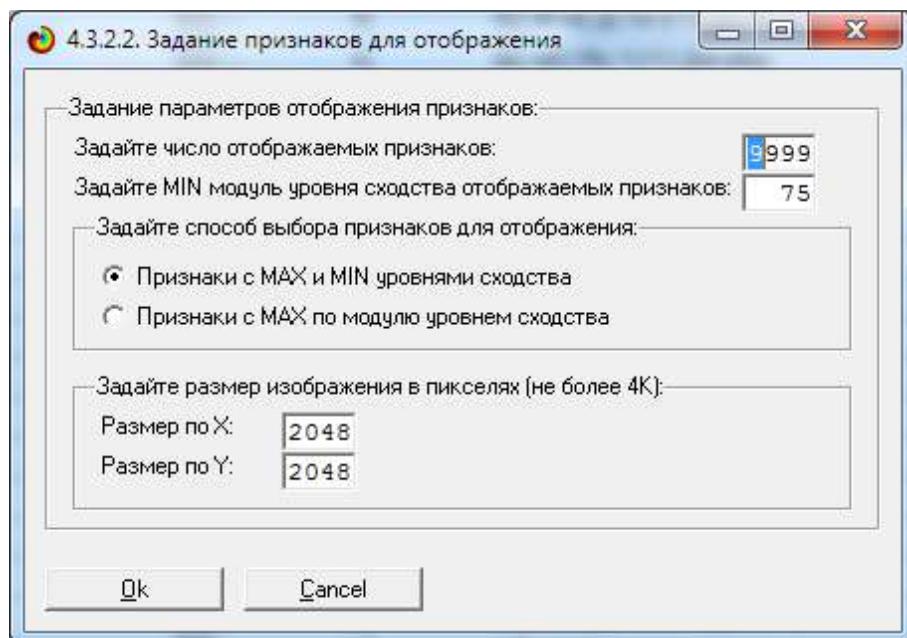
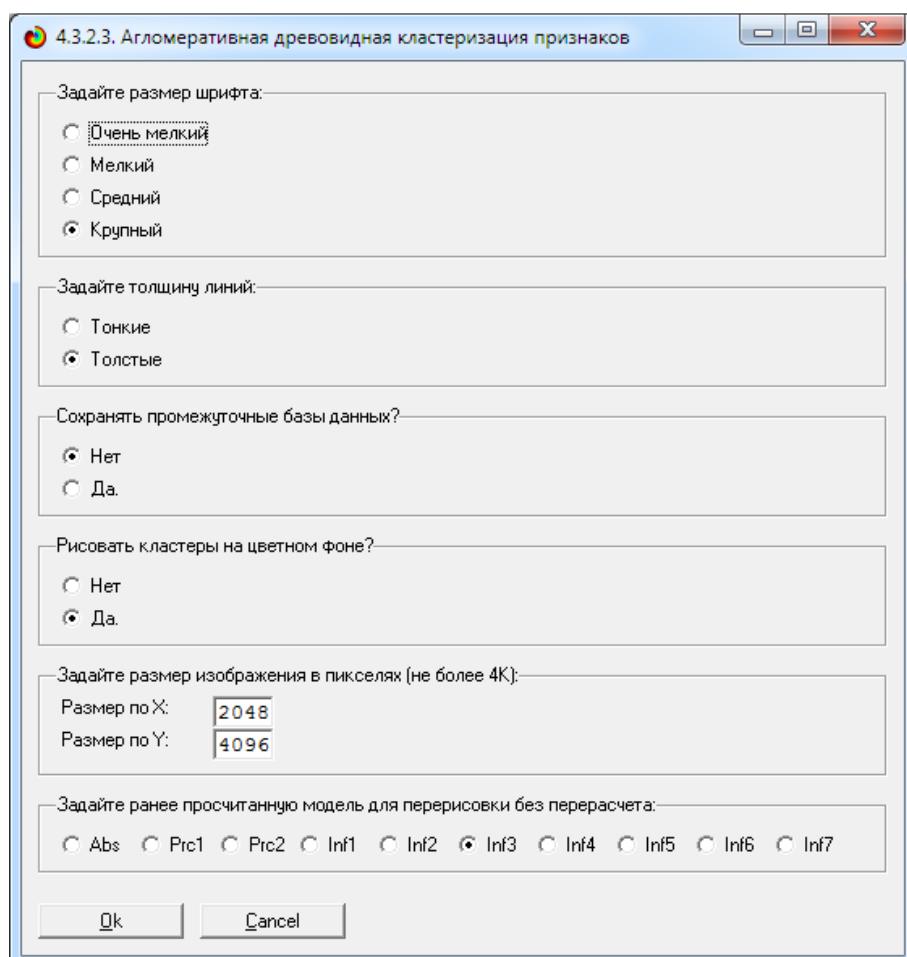
Таблица 13 – Матрица сходства признаков по системе их смыслу<sup>14</sup>


Рисунок 24 – 2d- когнитивная диаграмма значений климатических параметров

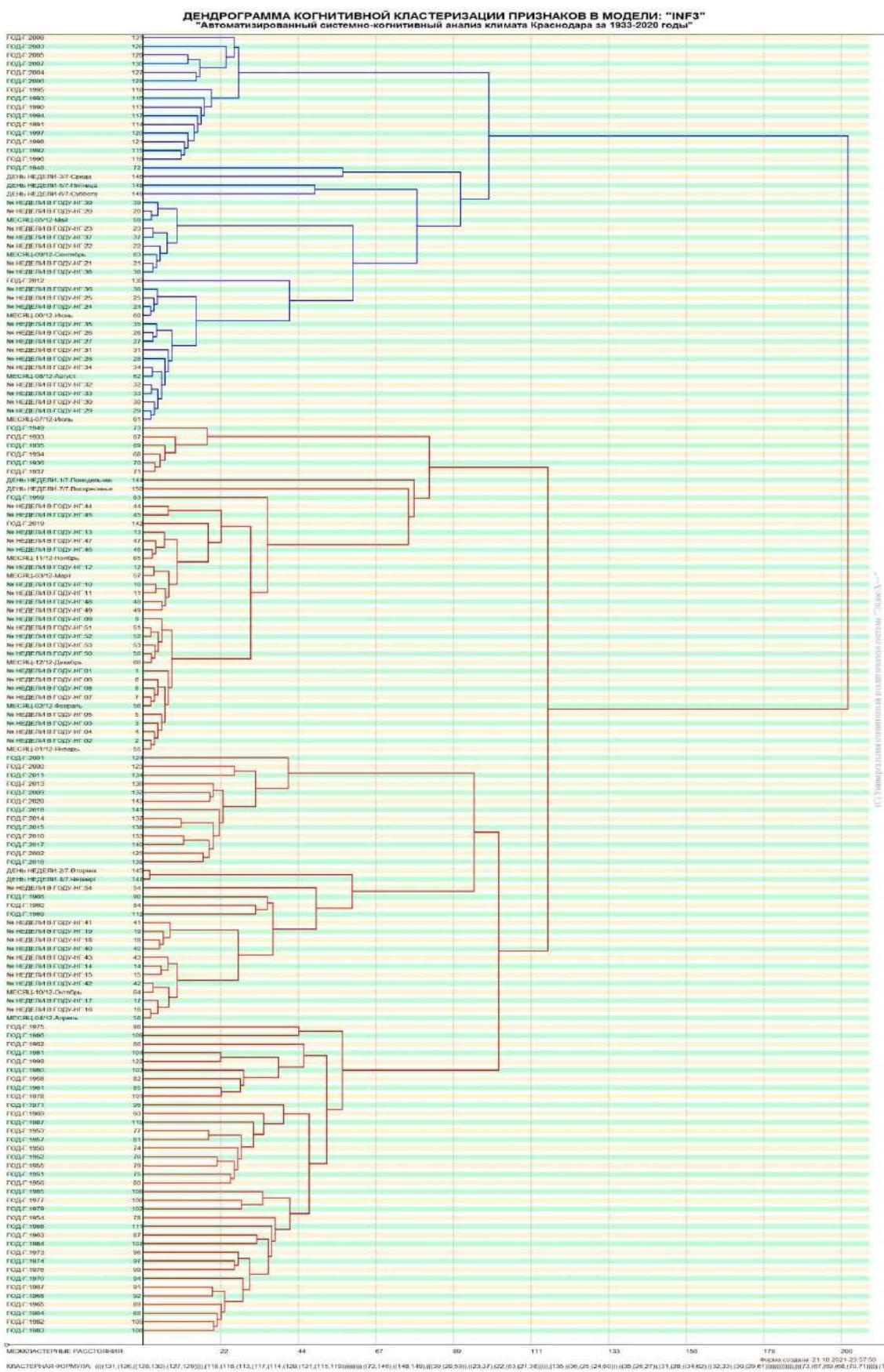
<sup>14</sup> При увеличении масштаба просмотра изображения до 500% все вполне читабельно



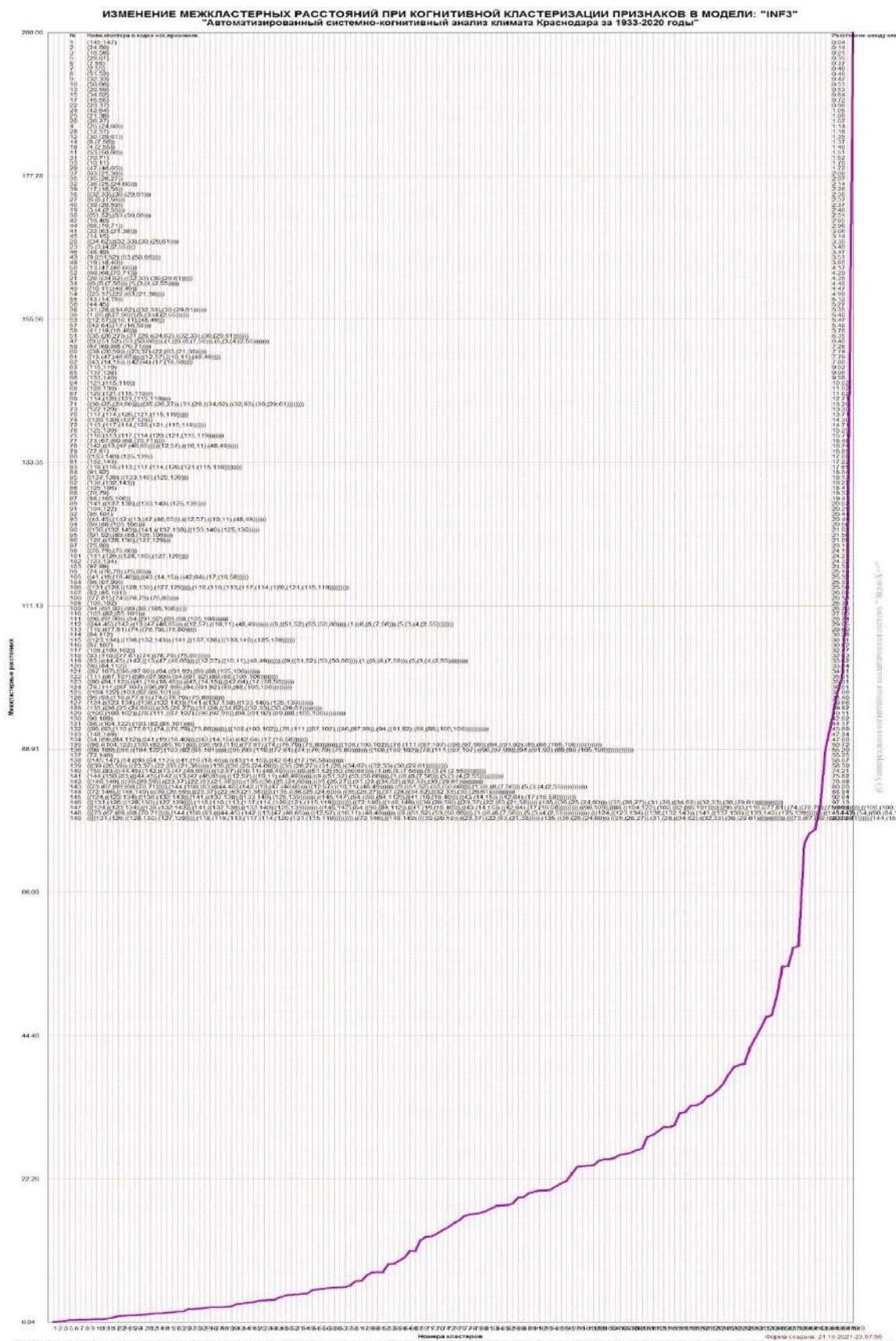
**Рисунок 25 – Параметры, при которых получена 2d- когнитивная диаграмма значений климатических параметров, приведенная на рисунке 25**



**Рисунок 26 – Параметры, при которых получена дендрограмма значений климатических показателей**



**Рисунок 27 – Агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений климатических параметров**



**Рисунок 28 – График изменения межклusterных расстояний при когнитивной кластеризации значений климатических параметров**

Из приведенных экранных форм можно сделать обоснованные выводы о сходстве/различии значений климатических показателей по их характерности/некарактерности для исследуемых временных периодов.

#### **2.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны**

Модель знаний системы «Эйдос» относится к ***нечетким декларативным*** гибридным моделям и объединяет в себе некоторые положительные 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.* Это является очень важным свойством моделей системы «Эйдос», существенно облегчающим и упрощающим программную реализации.

*От нейросетевой модели* представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что [1:[9]:

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а рассчитываются методом прямого счета 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».

В системе «Эйдос» нелокальные нейроны визуализируются (режим 4.4.10 системы «Эйдос») в виде специальных графических форм, на которых сила и направление влияния рецепторов нейрона на степень его активации/торможения отображается в форме цвета и толщины дендрита (рисунки 29).

Нелокальные нейроны в наглядной форме отображают специфику значений климатических параметров основных исследуемых временных периодов.

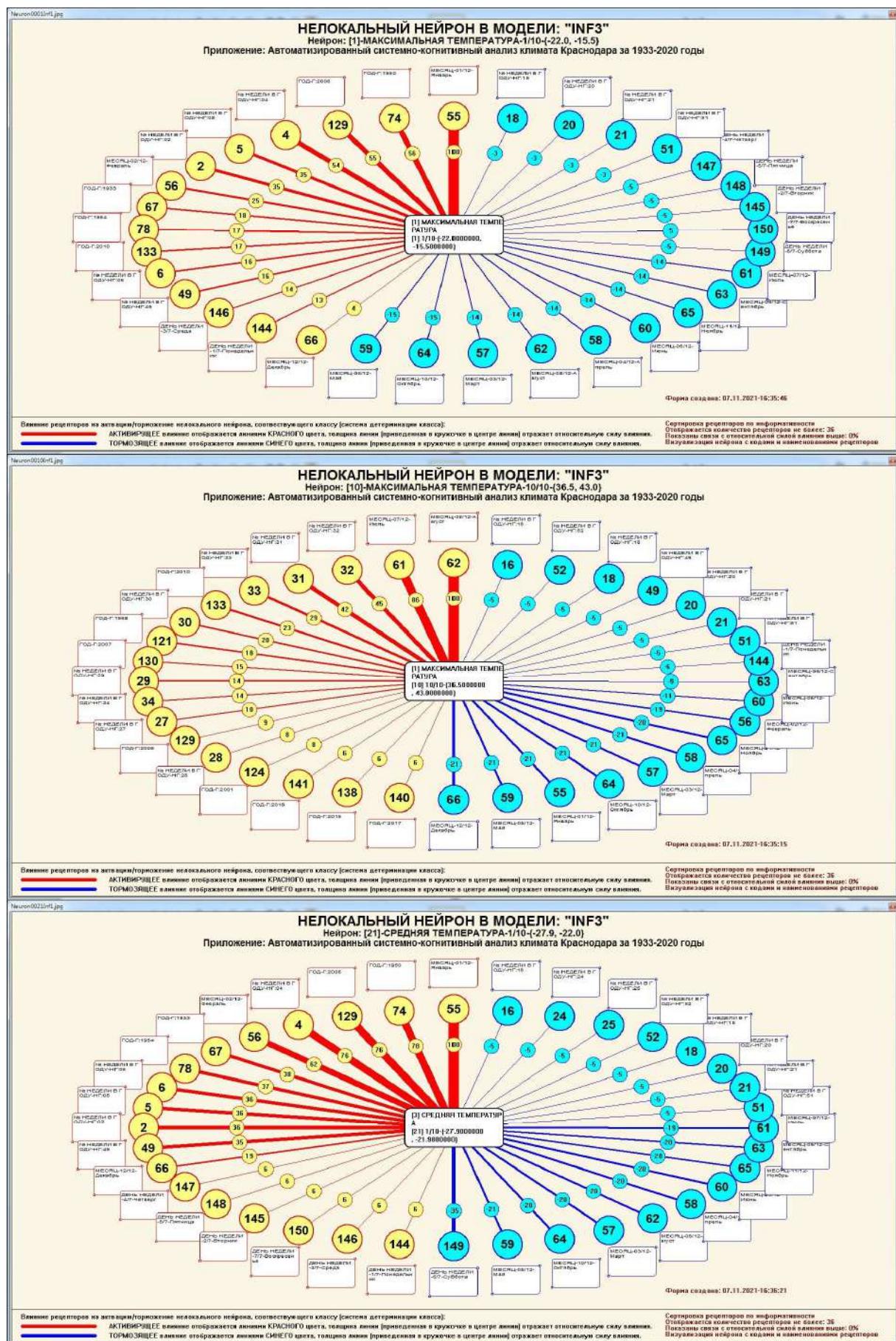


Рисунок 29 – Нелокальные нейроны разных климатических показателей

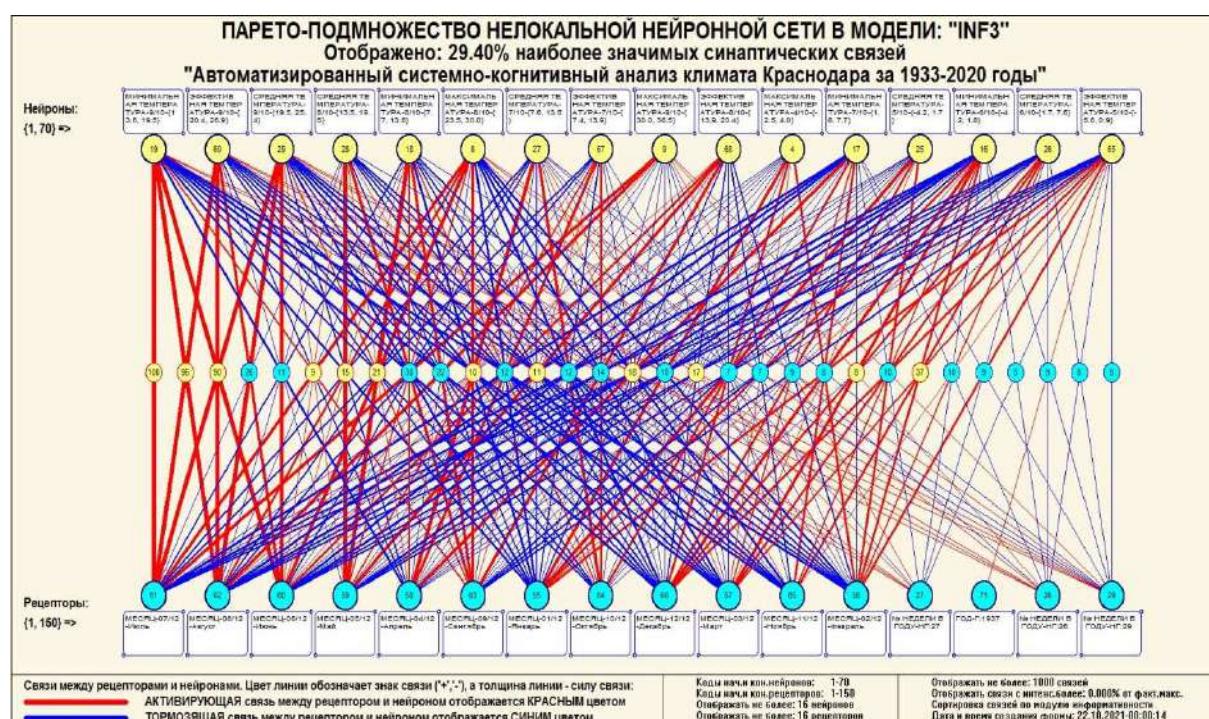
### 2.8.5. Нелокальная нейронная сеть

В системе «Эйдос» есть возможность построения моделей, соответствующих многослойным нейронным сетям [1:[9].

Есть также возможность визуализации любого одного слоя нелокальной нейронной сети (режим 4.4.11 системы «Эйдос»).

Такой слой в наглядной форме отражает силу и направление влияния рецепторов ряда нейрона на степень их активации/торможения в форме цвета и толщины дендритов.

Нейроны на изображении слоя нейронной сети расположены слева направо в порядке убывания модуля суммарной силы их детерминации рецепторами, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные действующими на них значениями факторов, а справа – менее жестко обусловленные (рисунок 30):



**Рисунок 30 – Один слой нейронной сети, отражающей степень характеристики/нехарактерности значений климатических параметров для исследуемых временных периодов (фрагмент 29,4%)**

### 2.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов (рисунок 18) и значений факторов (рисунок 24) вверху и внизу соответственно и одного слоя нейронной сети (рисунок 30) (режим 4.4.12 системы «Эйдос») (рисунок 31).

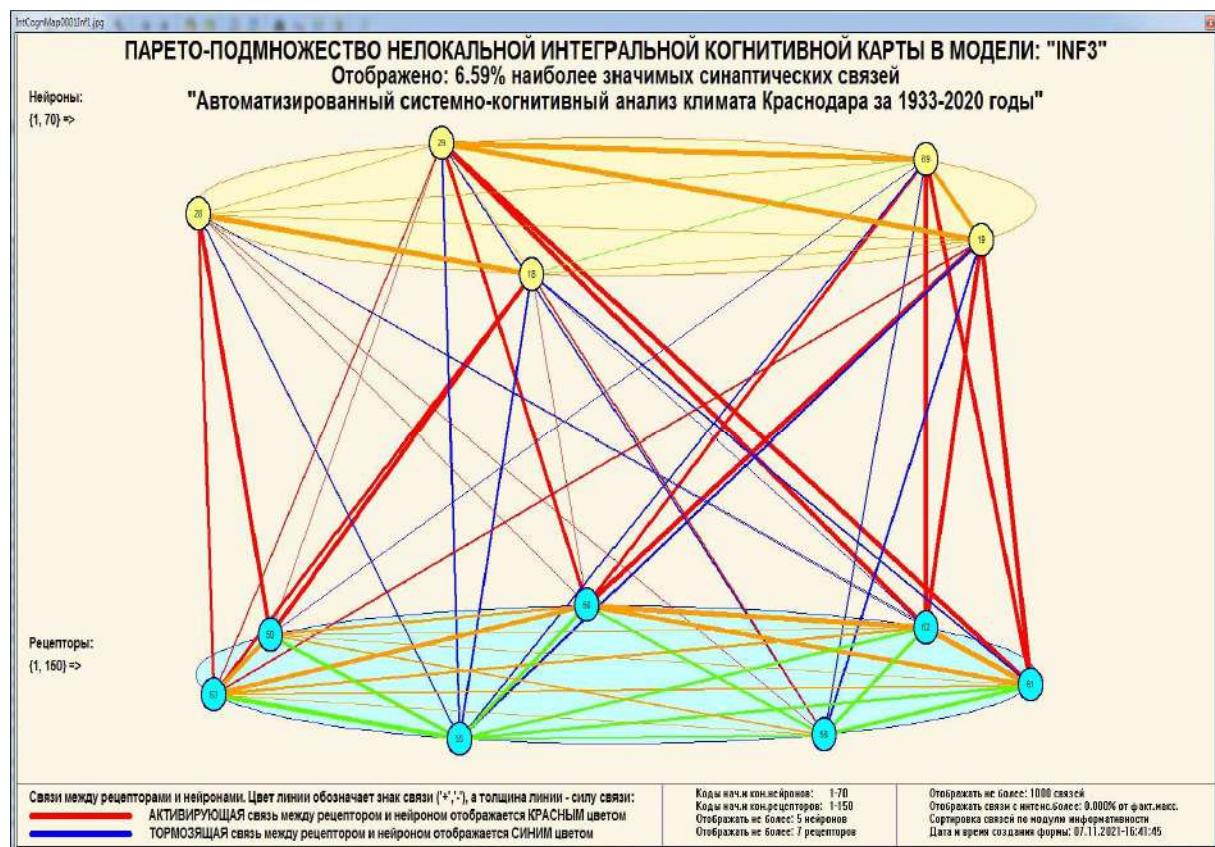


Рисунок 31 – 3d-когнитивная карта (фрагмент 9%)

### 2.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

В 2d-когнитивных диаграммах сравнения классов по системе их детерминации видно, насколько сходны или насколько отличаются друг от друга классы по значениям обуславливающих их факторов.

Однако мы не видим из этой диаграммы, чем именно конкретно сходны и чем именно отличаются эти классы по значениям обуславливающих их факторов.

Это мы можем увидеть из когнитивной диаграммы содержательного сравнения классов, которая отображается в режиме 4.2.3 системы «Эйдос».

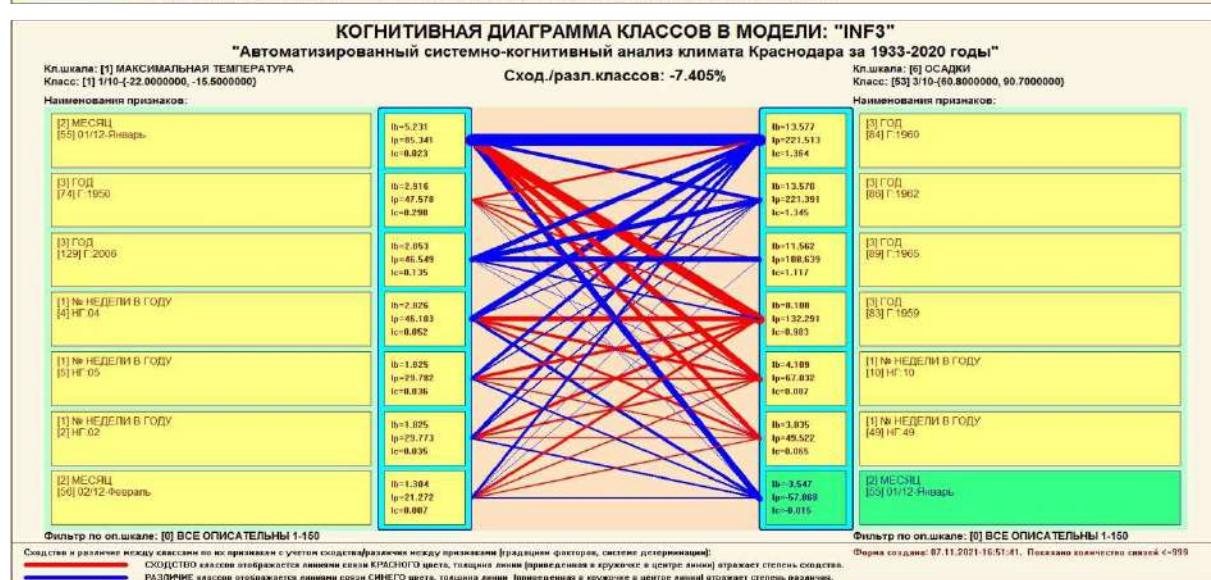
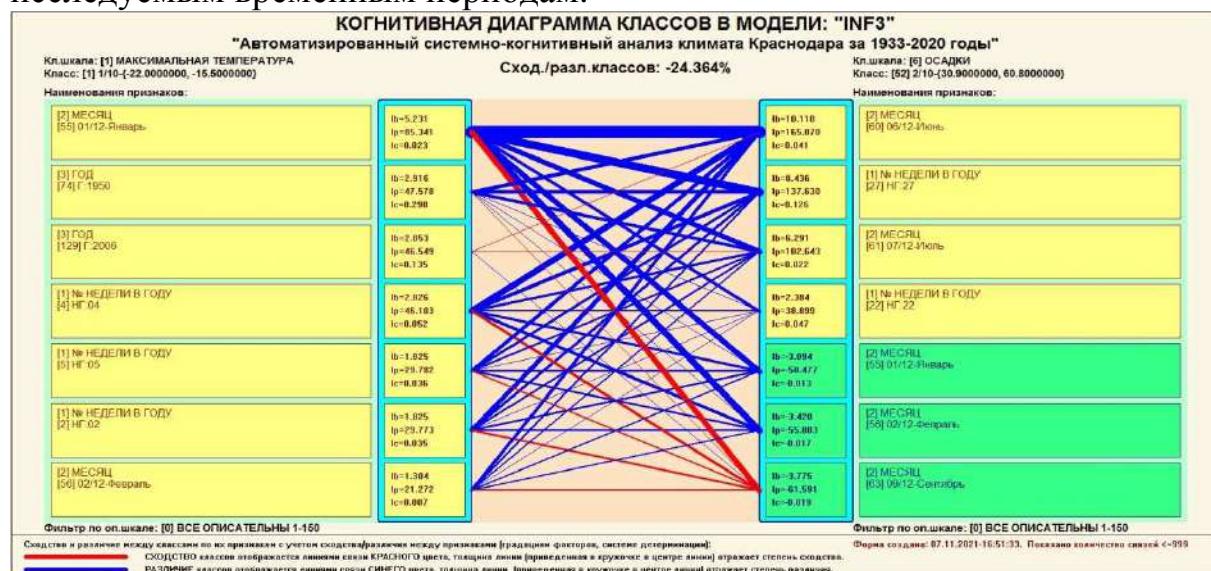
2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов являются примерами опосредованных нечетких правдоподобных логических заключений, о которых может быть первым писал Дьердь Пойа [1:[10]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [1:[1] на странице 521<sup>15</sup>. Позже об этом писалось в работе [1:[7]<sup>16</sup> и ряде других работ автора, поэтому здесь подробнее рассматривать этот вопрос нецелесообразно.

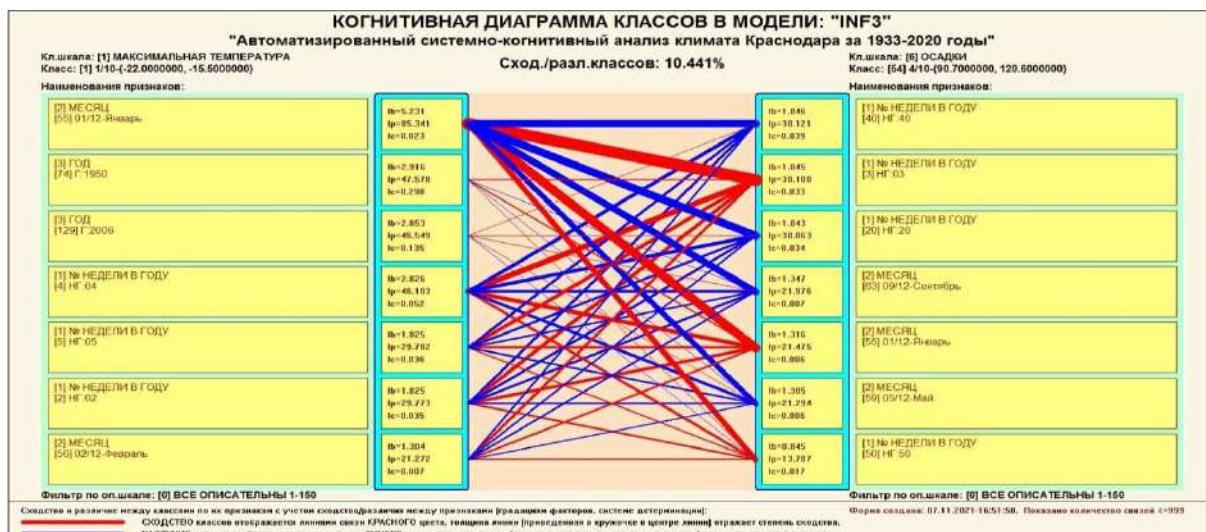
<sup>15</sup> [https://www.elibrary.ru/download/elibrary\\_18632909\\_64818704.pdf](https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18632909_64818704.pdf), Таблица 7. 17, стр. 521

<sup>16</sup> <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, стр.44.

Например, нам известно, что один человек имеет голубые глаза, а другой черные волосы. Спрашивается, эти признаки вносят вклад в сходство или в различие этих двух людей? В АСК-анализе и системе «Эйдос» этот вопрос решается так. В модели на основе кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов (признаков) известно, насколько те или иные признаки сходны или отличаются по их влиянию на объект моделирования. Поэтому понятно, что человек с голубыми глазами вероятнее всего блондин, а брюнет, скорее всего, имеет темные глаза. Так что понятно, что эти признаки вносят вклад в различие этих двух людей.

На рисунках 32 приведены 2d-когнитивные диаграммы содержательного сравнения пар классов, соответствующих основным исследуемым временными периодам:





**Рисунок 32 – 2d-когнитивные карты содержательного сравнения пар классов, соответствующих различным значениям климатических показателей**

На приведенных 2d-когнитивных картах содержательного сравнения пар классов слева мы видим *информационный портрет* одного сравниваемого временного периода, а справа – второго.

В информационном портрете значения климатических параметров расположены сверху вниз *в порядке убывания степени их характерности* для данного класса. Вверху расположены характерные значения климатических параметров, а внизу нехарактерные.

Светло-желтый *цвет фона*, на котором слева и справа изображены значения климатических параметров, означает, что они характерны для соответствующих временных периодов (слева и справа), а светло-зеленый фон означает, что они нехарактерны.

Линии означают *знак и силу* вклада конкретных значений климатических параметров в сходство/различие классов.

*Цвет линии* означает знак вклада: красный цвет означает вклад в сходство, а синий – в различие.

*Толщина линии* соответствует величине вклада.

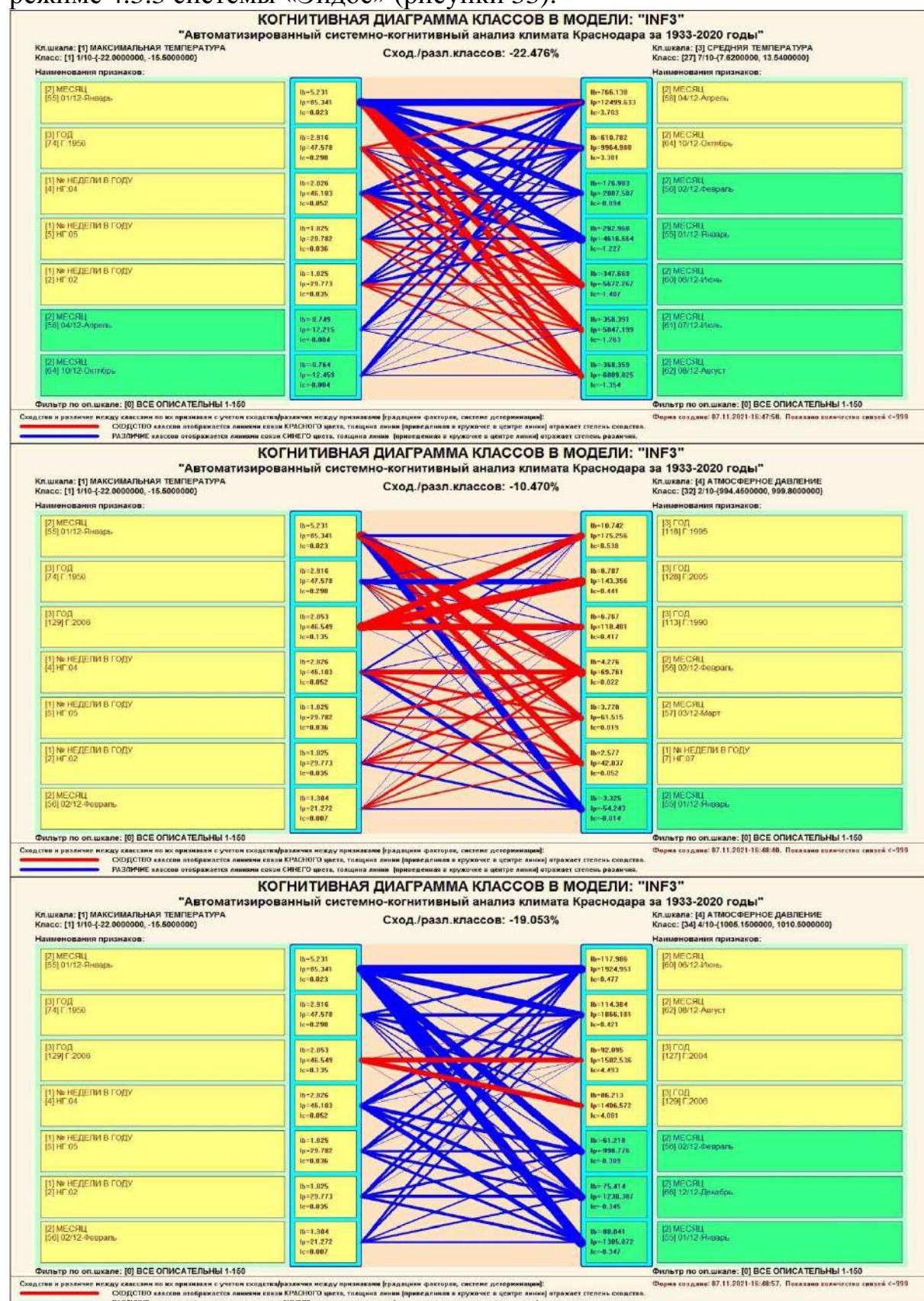
### 2.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

Из 2d-когнитивных диаграммах сравнения значений факторов по их влиянию на объект моделирования, т.е. на его переходы в состояния, соответствующие классам вполне понятно, насколько сходны или отличаются любые два значения факторов по их смыслу.

Напомним, что смысл, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий [1:[14].

Однако из этой диаграммы не видно, чем именно *конкретно* сходны или отличаются значения факторов по их смыслу.

Это видно из когнитивных диаграмм, которые можно получить в режиме 4.3.3 системы «Эйдос» (рисунки 33):



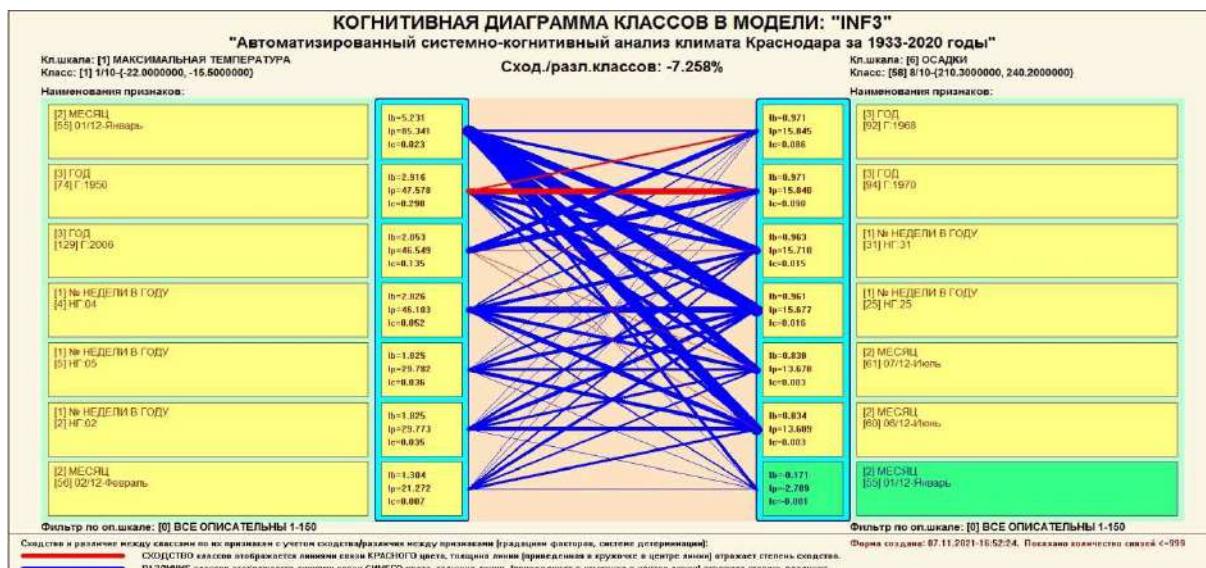


Рисунок 33 – Примеры 2d-когнитивных карт содержательного сравнения различных временных периодов

На приведенных 2d-когнитивных картах содержательного сравнения пар значений климатических факторов слева мы видим **информационный портрет** одного сравниваемого значения климатического параметра, а справа – второго.

В информационном портрете значения классов, соответствующие исследуемым времененным периодам, расположены верху вниз **в порядке убывания степени характерности** для них данного значения климатического параметра. Вверху расположены характерные значения классов, а внизу нехарактерные.

Светло-желтый **цвет фона**, на котором слева и справа изображены значения классов, означает, что они характерны для соответствующих значений климатических параметров (слева и справа), а светло-зеленый фон означает, что они нехарактерны.

Линии означают **знак и силу** вклада конкретных классов в сходство/различие сравниваемых значений климатических параметров.

**Цвет линии** означает знак вклада: красный цвет означает вклад в сходство, а синий – в различие.

**Толщина линии** соответствует величине вклада.

### 2.8.9. Когнитивные функции

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году [1:[12].

Когнитивные функции отображают, какое количество информации содержится в градациях описательной шкалы о переходе объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационной шкалы. При этом в статистических и системно-

когнитивных моделях в каждой градации описательной шкалы содержится информация обо всех градациях классификационной шкалы, т.е. *каждому значению аргумента соответствуют все значения функции, но соответствуют в разной степени, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается цветом.*

В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунок 34):

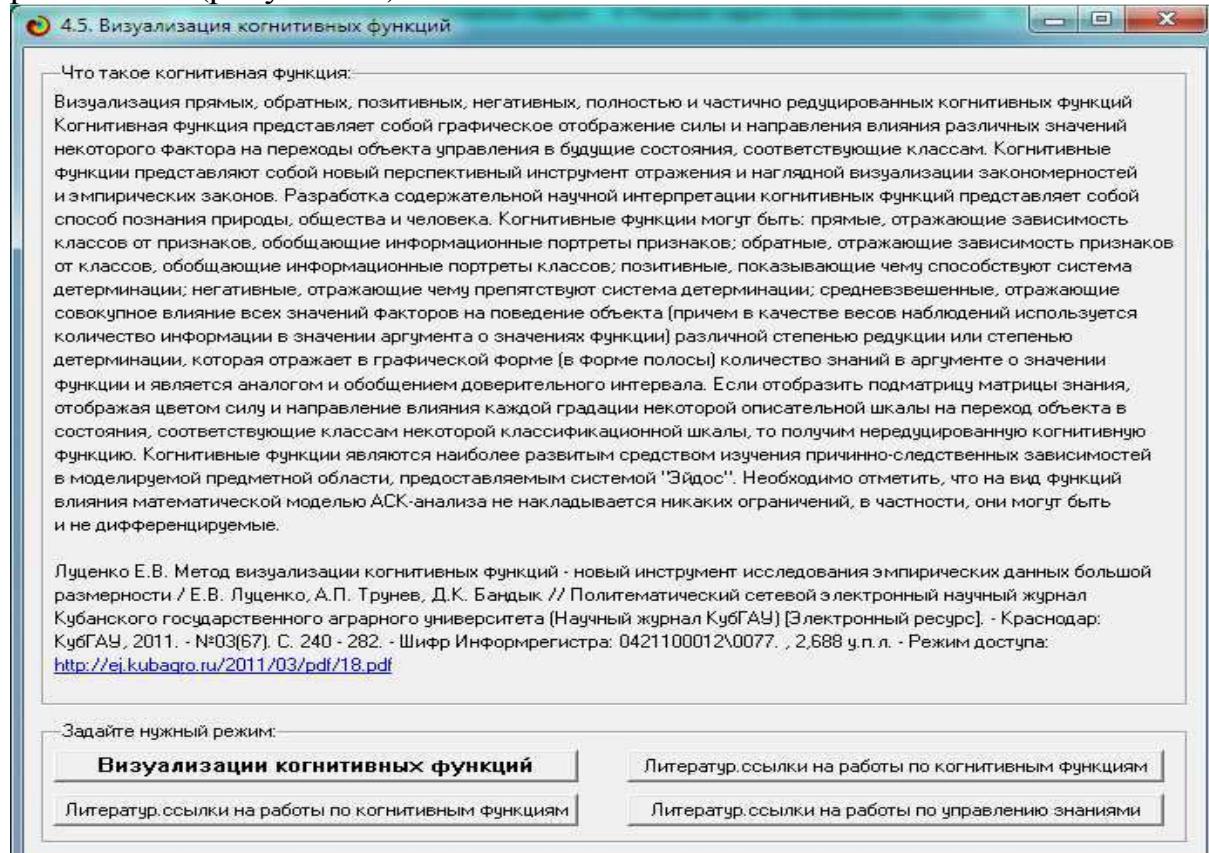
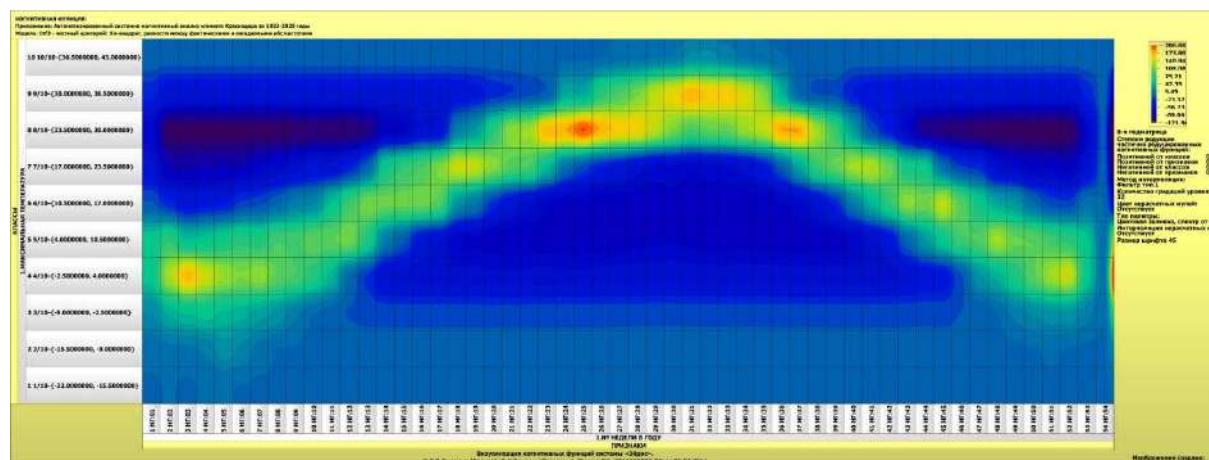
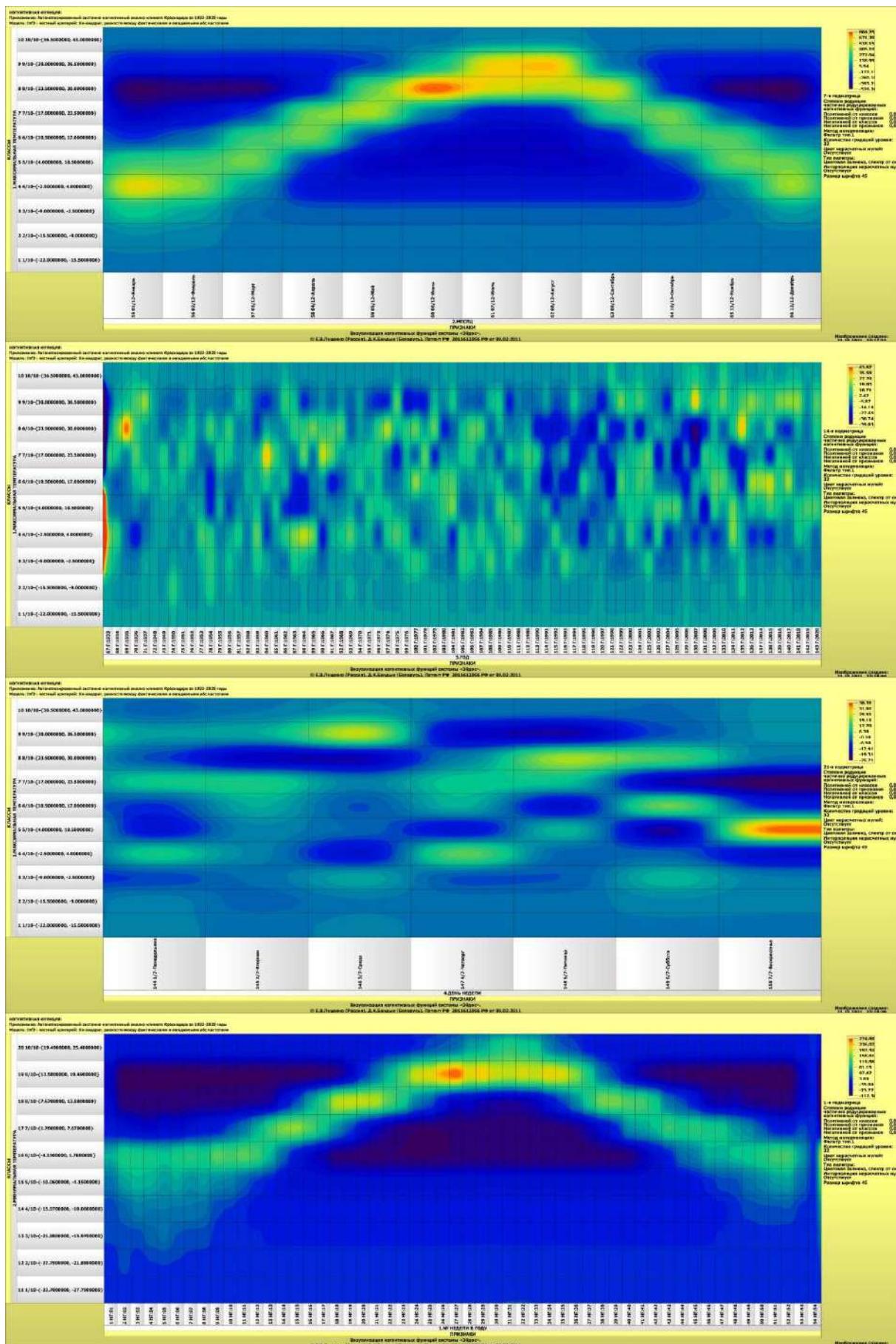
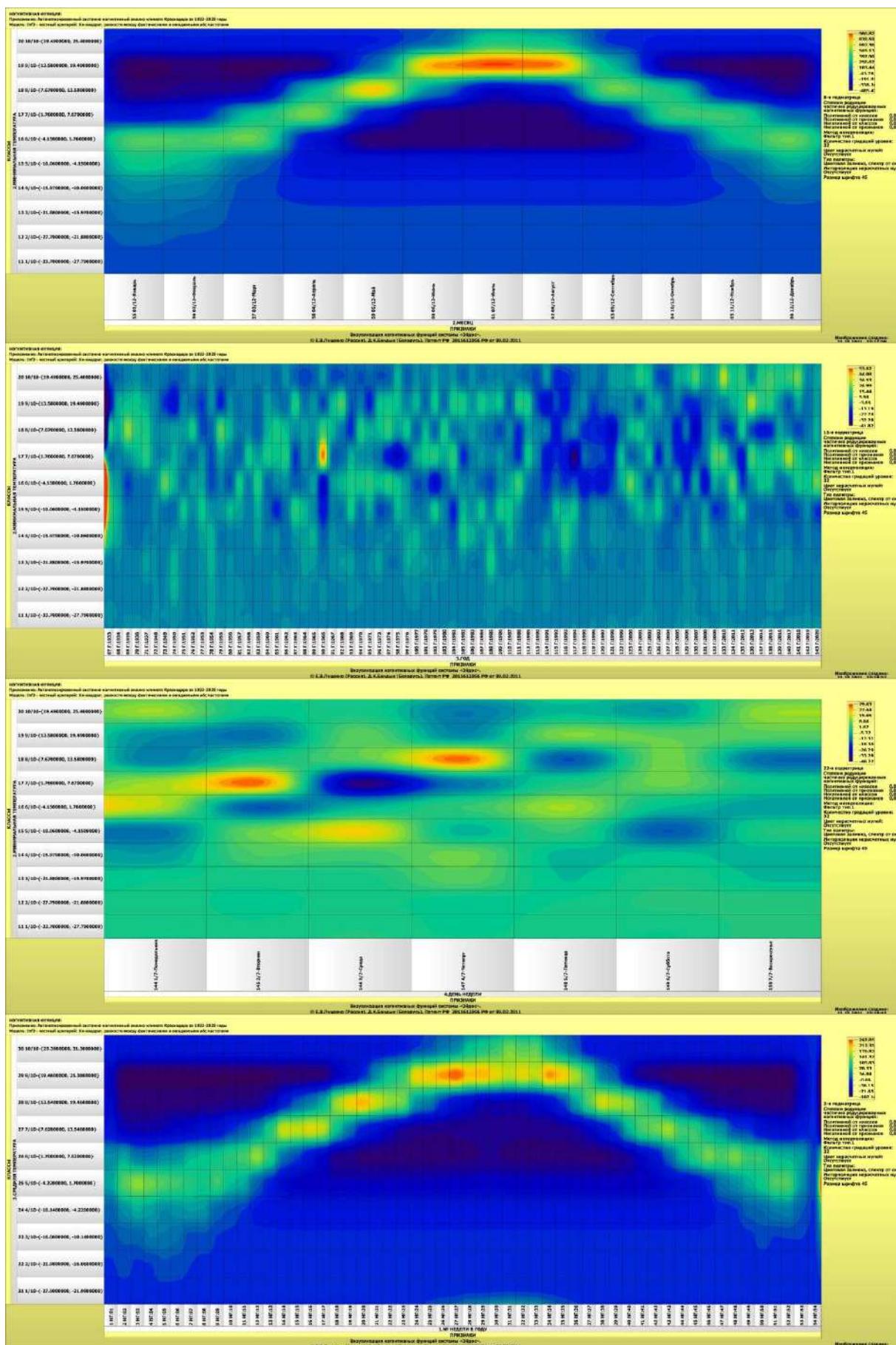


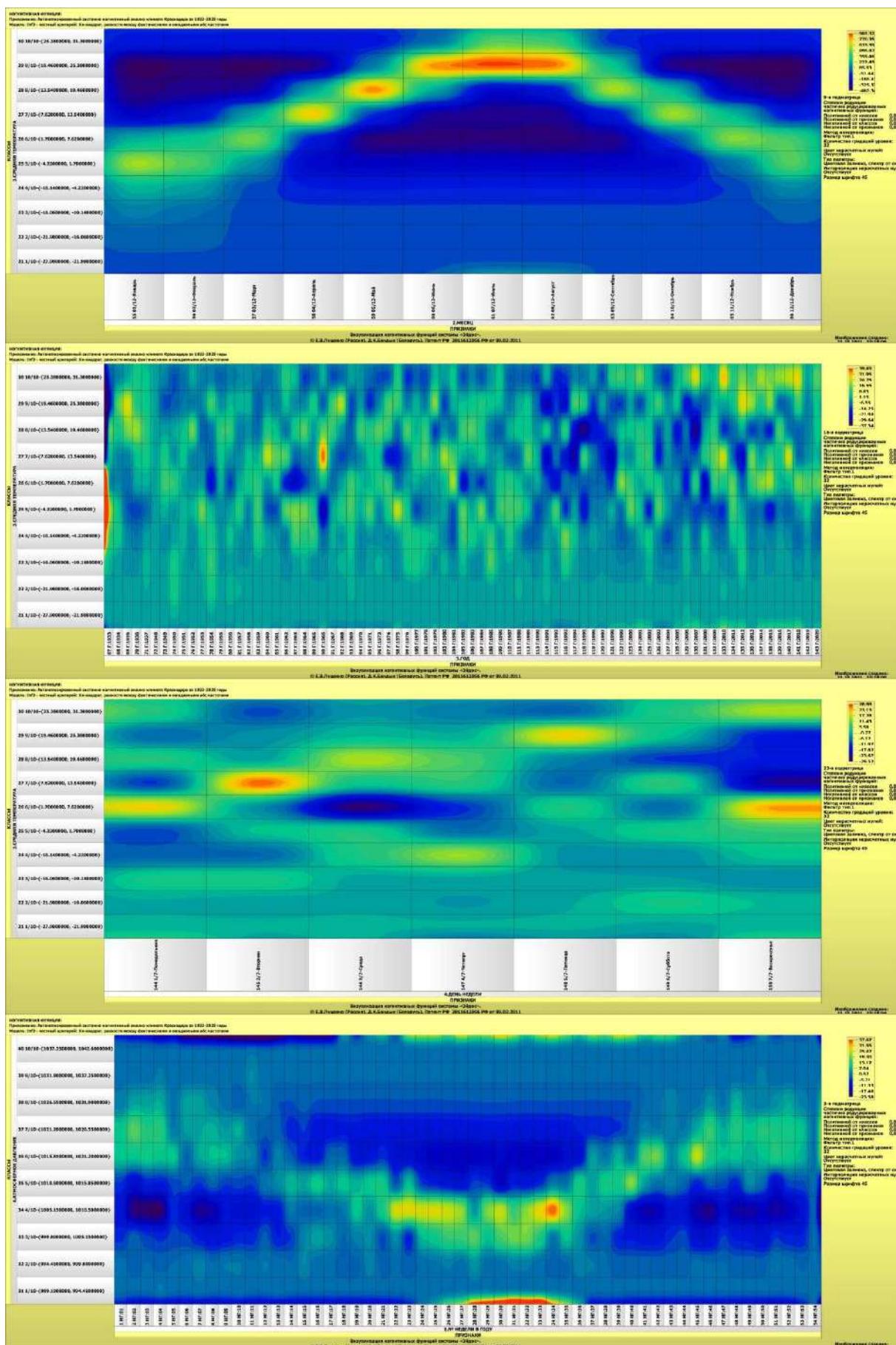
Рисунок 34 – Экранная форма режима визуализации когнитивных функций

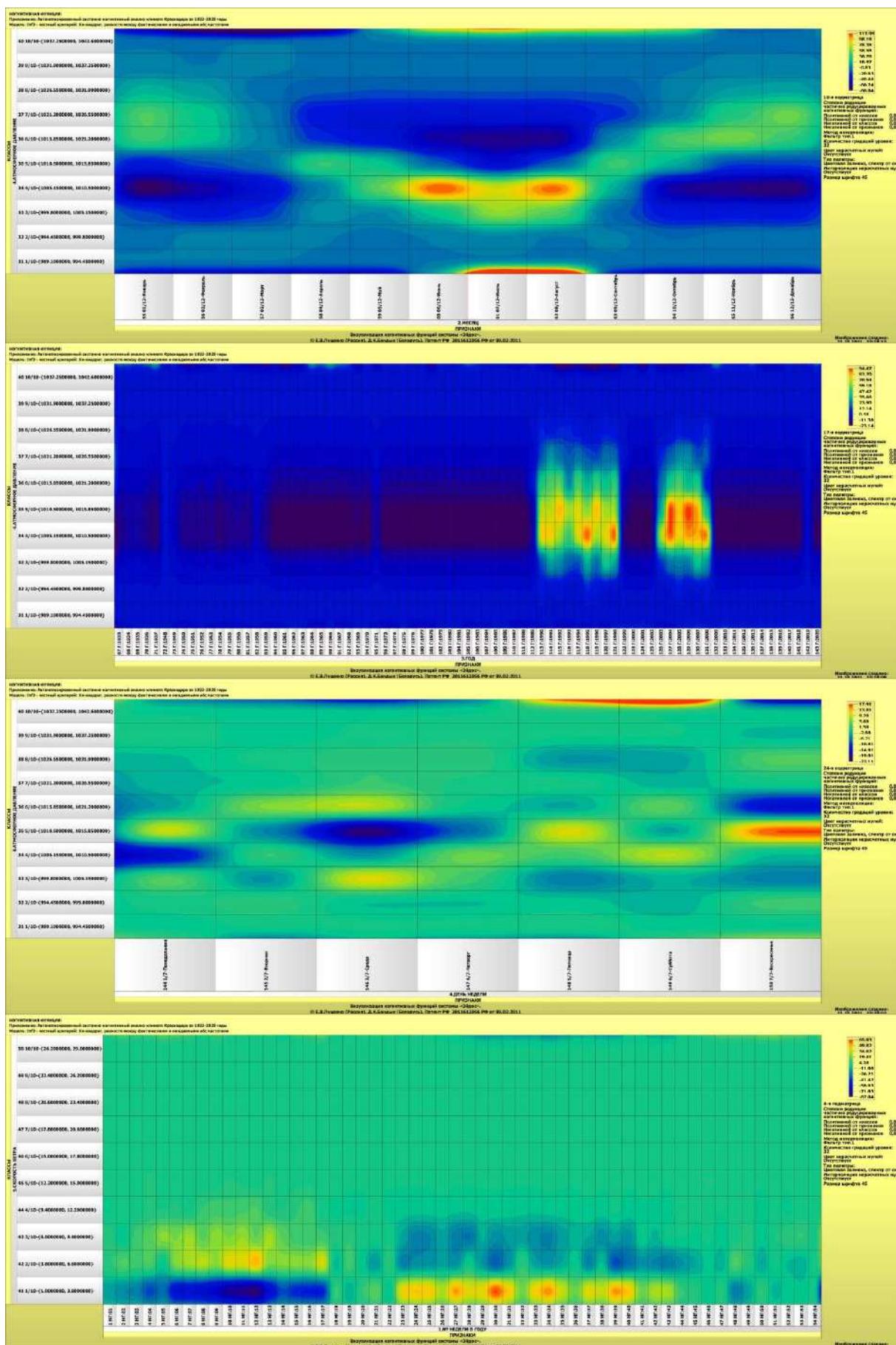
Сами когнитивные функции приведены ниже на рисунках 35:

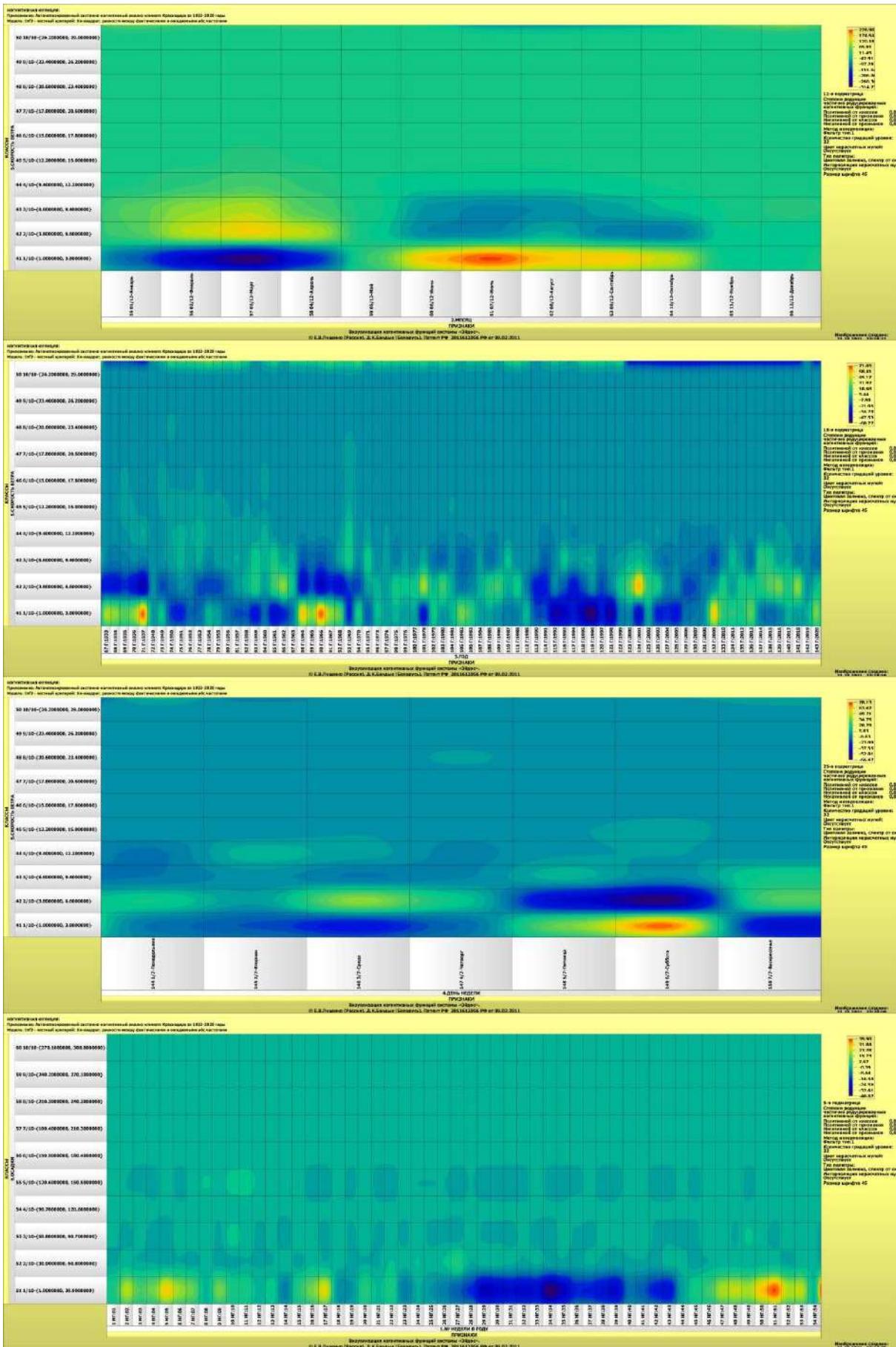


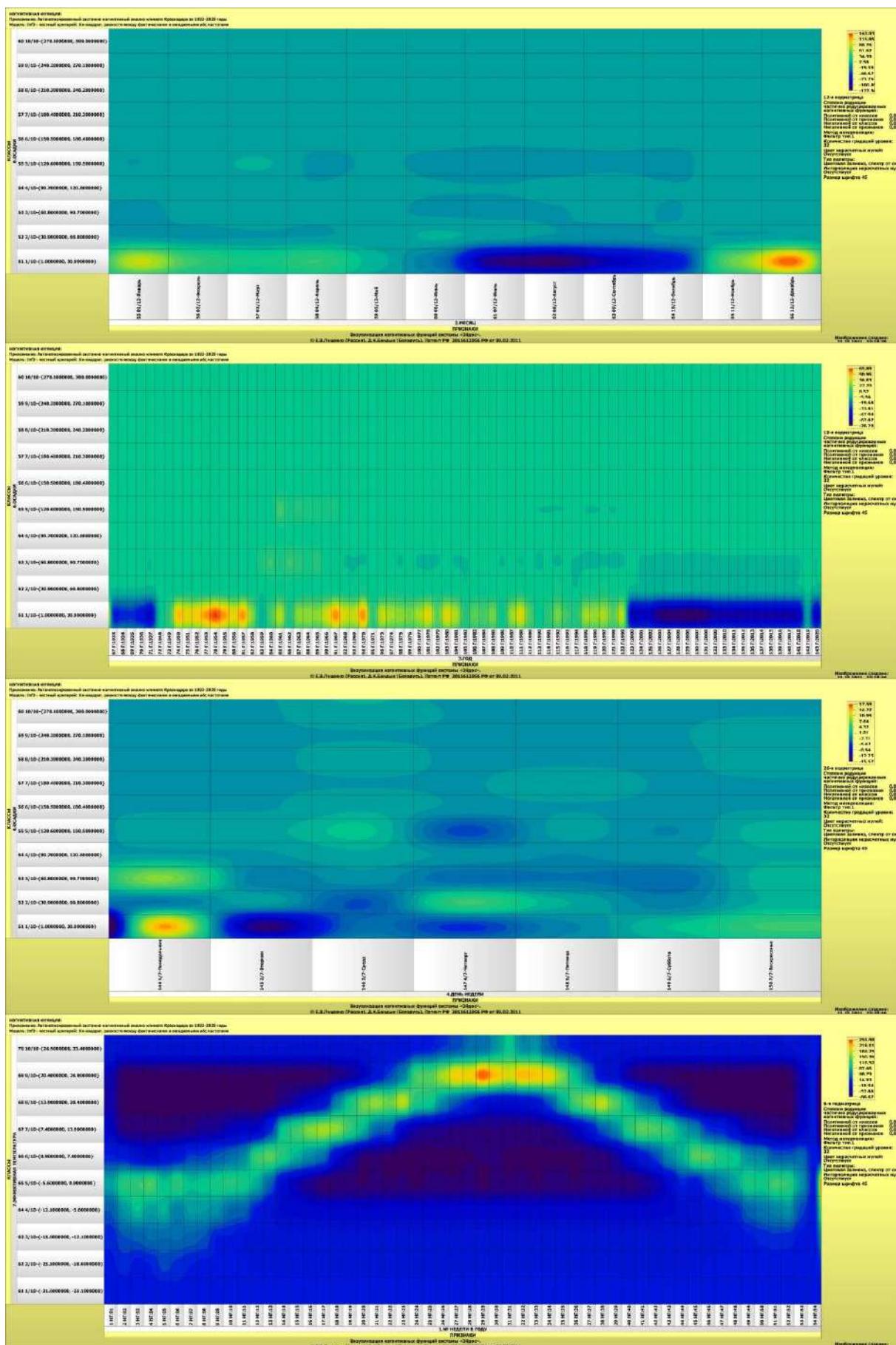












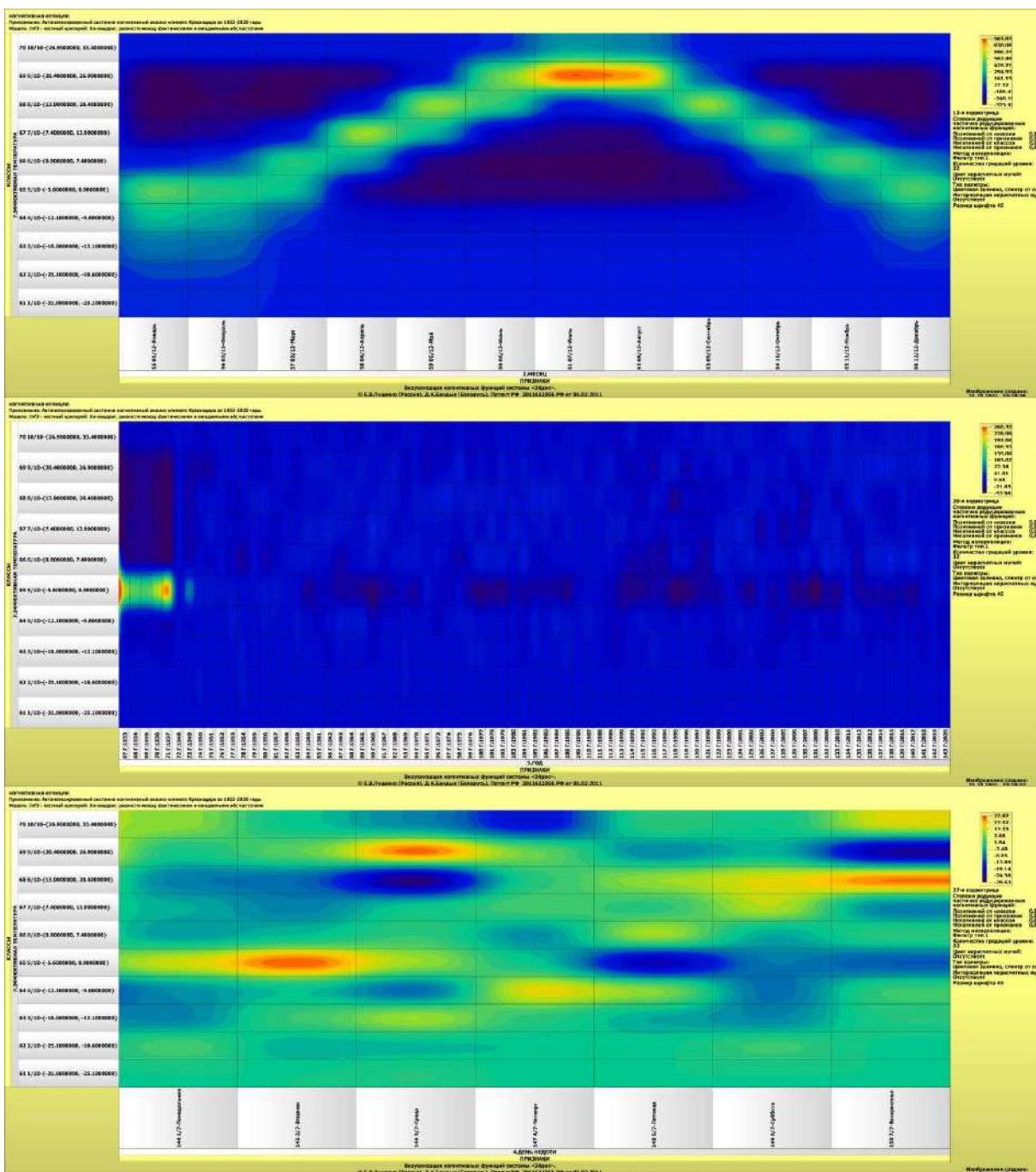


Рисунок 35 – Когнитивные функции в СК-модели INF3

Большинство когнитивных функций, приведенных на рисунка 35, имеет вполне ожидаемый вид. Но некоторые, например распределение климатических показателей по дням недели, содержат неожиданную информацию: оказывается на периоде наблюдений за 1933-2020 годы, т.е. за период 88 лет, одни дни недели четко отличаются от других по некоторым значениям климатических показателей.

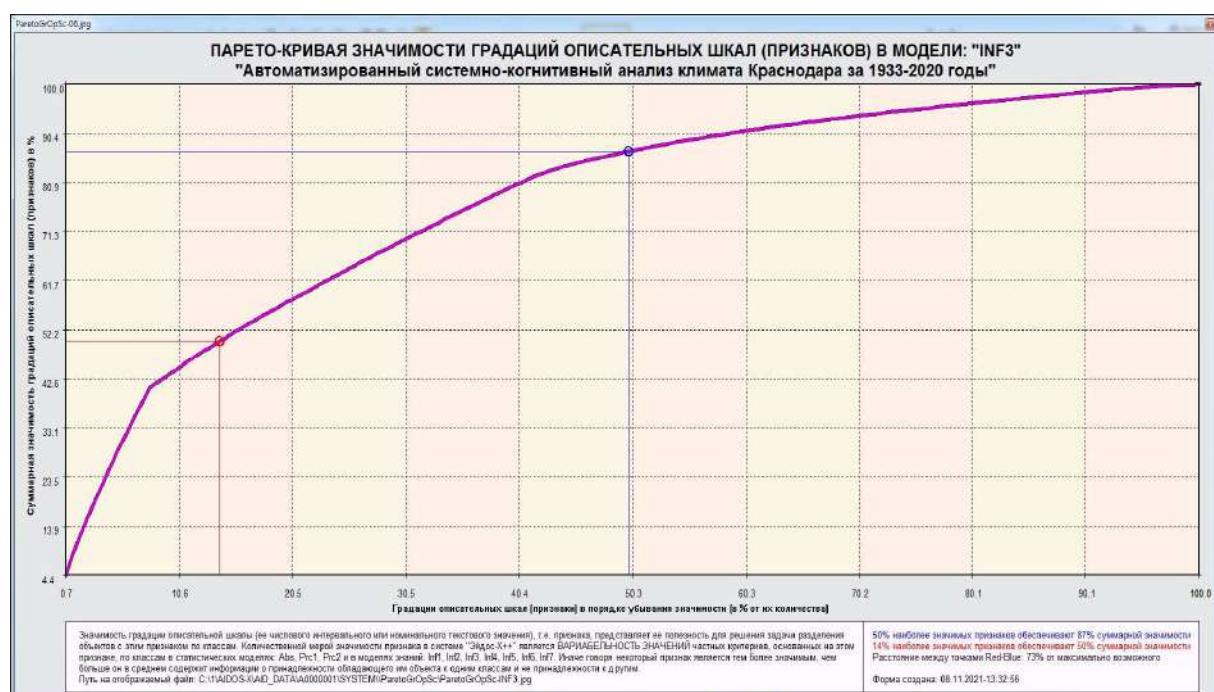
### 2.8.10. Значимость градаций описательных шкал

В АСК-анализе все факторы рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта моделирования и управления, на который они действуют, в определенное будущее состояние, описываемое классом (градация классификационной шкалы), и при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации [1:[4]].

Значимость (селективная сила) градаций описательных шкал в АСК-анализе – это вариабельность частных критериев в статистических и системно-когнитивных моделях, например в модели Inf1, это вариабельность информативностей в строке матрицы модели, в модели Inf3 – это вариабельность хи-квадрат в строке матрицы модели.

Если рассортировать все градации факторов (признаки) в порядке убывания селективной силы и получить сумму селективной силы системы значений факторов нарастающим итогом (кумулятивная сумма), то получим Парето-кривую, представленную на рисунке 36.

Все это можно сделать в режиме 3.7.5 системы «Эйдос».



**Рисунок 36 – Парето-кривая ценности значений временных периодов для дифференциации значений климатических показателей**

В таблице 14 представлены значения временных периодов, ранжированные в порядке убывания их ценности (значимости) для дифференциации значений климатических показателей, на основе которой построен рисунок 36:

**Таблица 14 – Ценность значений временных периодов для дифференциации значений климатических показателей в СК-модели INF3**

| №  | № в % | Код | Наименование значения климатического параметра | Значимость % | Значимость кумулятивно |
|----|-------|-----|--|--------------|------------------------|
| 1  | 0,67  | 61  | МЕСЯЦ-07/12-Июль                               | 4,3716592    | 4,3716592              |
| 2  | 1,33  | 62  | МЕСЯЦ-08/12-Август                             | 4,1895177    | 8,5611769              |
| 3  | 2,00  | 60  | МЕСЯЦ-06/12-Июнь                               | 3,8069155    | 12,3680924             |
| 4  | 2,67  | 55  | МЕСЯЦ-01/12-Январь                             | 3,5511904    | 15,9192828             |
| 5  | 3,33  | 59  | МЕСЯЦ-05/12-Май                                | 3,4343992    | 19,3536820             |
| 6  | 4,00  | 66  | МЕСЯЦ-12/12-Декабрь                            | 3,3644541    | 22,7181361             |
| 7  | 4,67  | 58  | МЕСЯЦ-04/12-Апрель                             | 3,1868958    | 25,9050319             |
| 8  | 5,33  | 57  | МЕСЯЦ-03/12-Март                               | 3,1103658    | 29,0153976             |
| 9  | 6,00  | 56  | МЕСЯЦ-02/12-Февраль                            | 3,0487882    | 32,0641859             |
| 10 | 6,67  | 63  | МЕСЯЦ-09/12-Сентябрь                           | 3,0485256    | 35,1127115             |
| 11 | 7,33  | 65  | МЕСЯЦ-11/12-Ноябрь                             | 2,8910556    | 38,0037671             |
| 12 | 8,00  | 64  | МЕСЯЦ-10/12-Октябрь                            | 2,7830688    | 40,7868359             |
| 13 | 8,67  | 29  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:29                          | 1,0358866    | 41,8227225             |
| 14 | 9,33  | 27  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:27                          | 1,0309130    | 42,8536355             |
| 15 | 10,00 | 32  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:32                          | 1,0111719    | 43,8648074             |
| 16 | 10,67 | 31  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:31                          | 0,9982786    | 44,8630860             |
| 17 | 11,33 | 30  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:30                          | 0,9926660    | 45,8557520             |
| 18 | 12,00 | 33  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:33                          | 0,9831652    | 46,8389172             |
| 19 | 12,67 | 34  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:34                          | 0,9773572    | 47,8162744             |
| 20 | 13,33 | 28  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:28                          | 0,9646466    | 48,7809210             |
| 21 | 14,00 | 26  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:26                          | 0,9631372    | 49,7440582             |
| 22 | 14,67 | 25  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:25                          | 0,9242018    | 50,6682600             |
| 23 | 15,33 | 24  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:24                          | 0,9045003    | 51,5727603             |
| 24 | 16,00 | 35  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:35                          | 0,8992650    | 52,4720252             |
| 25 | 16,67 | 23  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:23                          | 0,8682094    | 53,3402347             |
| 26 | 17,33 | 3   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:03                          | 0,8572228    | 54,1974575             |
| 27 | 18,00 | 4   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:04                          | 0,8313245    | 55,0287820             |
| 28 | 18,67 | 36  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:36                          | 0,8280647    | 55,8568467             |
| 29 | 19,33 | 20  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:20                          | 0,8274333    | 56,6842800             |
| 30 | 20,00 | 18  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:18                          | 0,8191757    | 57,5034557             |
| 31 | 20,67 | 21  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:21                          | 0,8131586    | 58,3166143             |
| 32 | 21,33 | 17  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:17                          | 0,8076436    | 59,1242579             |
| 33 | 22,00 | 52  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:52                          | 0,8057203    | 59,9299783             |
| 34 | 22,67 | 19  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:19                          | 0,8047695    | 60,7347478             |
| 35 | 23,33 | 2   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:02                          | 0,8029668    | 61,5377146             |
| 36 | 24,00 | 37  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:37                          | 0,8010989    | 62,3388135             |
| 37 | 24,67 | 51  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:51                          | 0,7998491    | 63,1386626             |
| 38 | 25,33 | 38  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:38                          | 0,7920344    | 63,9306970             |
| 39 | 26,00 | 12  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:12                          | 0,7894480    | 64,7201449             |
| 40 | 26,67 | 22  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:22                          | 0,7871617    | 65,5073066             |
| 41 | 27,33 | 6   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:06                          | 0,7840868    | 66,2913934             |
| 42 | 28,00 | 16  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:16                          | 0,7803015    | 67,0716949             |
| 43 | 28,67 | 5   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:05                          | 0,7786388    | 67,8503337             |
| 44 | 29,33 | 7   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:07                          | 0,7635536    | 68,6138873             |
| 45 | 30,00 | 9   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:09                          | 0,7586687    | 69,3725559             |
| 46 | 30,67 | 15  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:15                          | 0,7534135    | 70,1259695             |
| 47 | 31,33 | 14  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:14                          | 0,7479097    | 70,8738792             |
| 48 | 32,00 | 50  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:50                          | 0,7461237    | 71,6200029             |
| 49 | 32,67 | 11  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:11                          | 0,7404764    | 72,3604793             |
| 50 | 33,33 | 13  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:13                          | 0,7387279    | 73,0992072             |
| 51 | 34,00 | 8   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:08                          | 0,7367445    | 73,8359517             |
| 52 | 34,67 | 10  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:10                          | 0,7303783    | 74,5663299             |
| 53 | 35,33 | 41  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:41                          | 0,7256319    | 75,2919619             |
| 54 | 36,00 | 40  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:40                          | 0,7253961    | 76,0173579             |
| 55 | 36,67 | 45  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:45                          | 0,7246688    | 76,7420267             |
| 56 | 37,33 | 39  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:39                          | 0,7227306    | 77,4647573             |
| 57 | 38,00 | 49  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:49                          | 0,7212080    | 78,1859653             |
| 58 | 38,67 | 46  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:46                          | 0,7182006    | 78,9041658             |
| 59 | 39,33 | 48  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:48                          | 0,7147235    | 79,6188893             |
| 60 | 40,00 | 47  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:47                          | 0,6912053    | 80,3100946             |
| 61 | 40,67 | 42  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:42                          | 0,6854995    | 80,9955941             |
| 62 | 41,33 | 43  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:43                          | 0,6836532    | 81,6792473             |
| 63 | 42,00 | 44  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:44                          | 0,6386840    | 82,3179313             |

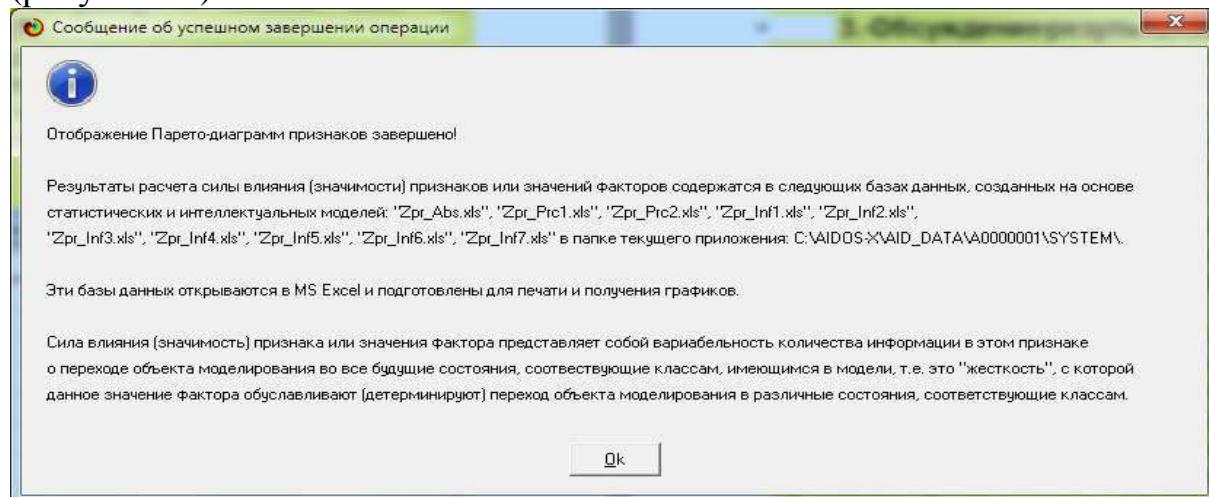
|     |       |     |                             |           |            |
|-----|-------|-----|-----------------------------|-----------|------------|
| 64  | 42,67 | 71  | ГОД-Г:1937                  | 0,5626340 | 82,8805653 |
| 65  | 43,33 | 1   | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:01       | 0,4506776 | 83,3312429 |
| 66  | 44,00 | 53  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:53       | 0,4445169 | 83,7757598 |
| 67  | 44,67 | 70  | ГОД-Г:1936                  | 0,4210790 | 84,1968388 |
| 68  | 45,33 | 67  | ГОД-Г:1933                  | 0,4184049 | 84,6152437 |
| 69  | 46,00 | 68  | ГОД-Г:1934                  | 0,3608074 | 84,9760511 |
| 70  | 46,67 | 69  | ГОД-Г:1935                  | 0,3567836 | 85,3328347 |
| 71  | 47,33 | 130 | ГОД-Г:2007                  | 0,3507546 | 85,6835893 |
| 72  | 48,00 | 129 | ГОД-Г:2006                  | 0,3254158 | 86,0090051 |
| 73  | 48,67 | 127 | ГОД-Г:2004                  | 0,3157896 | 86,3247947 |
| 74  | 49,33 | 118 | ГОД-Г:1995                  | 0,3076010 | 86,6323956 |
| 75  | 50,00 | 128 | ГОД-Г:2005                  | 0,3072698 | 86,9396654 |
| 76  | 50,67 | 121 | ГОД-Г:1998                  | 0,3037264 | 87,2433918 |
| 77  | 51,33 | 115 | ГОД-Г:1992                  | 0,2930852 | 87,5364769 |
| 78  | 52,00 | 119 | ГОД-Г:1996                  | 0,2909739 | 87,8274508 |
| 79  | 52,67 | 114 | ГОД-Г:1991                  | 0,2895454 | 88,1169962 |
| 80  | 53,33 | 131 | ГОД-Г:2008                  | 0,2892241 | 88,4062202 |
| 81  | 54,00 | 90  | ГОД-Г:1966                  | 0,2879415 | 88,6941618 |
| 82  | 54,67 | 117 | ГОД-Г:1994                  | 0,2825790 | 88,9767408 |
| 83  | 55,33 | 120 | ГОД-Г:1997                  | 0,2654855 | 89,2422263 |
| 84  | 56,00 | 113 | ГОД-Г:1990                  | 0,2502365 | 89,4924628 |
| 85  | 56,67 | 116 | ГОД-Г:1993                  | 0,2467879 | 89,7392508 |
| 86  | 57,33 | 126 | ГОД-Г:2003                  | 0,2420731 | 89,9813238 |
| 87  | 58,00 | 138 | ГОД-Г:2015                  | 0,2311716 | 90,2124954 |
| 88  | 58,67 | 133 | ГОД-Г:2010                  | 0,2268277 | 90,4393231 |
| 89  | 59,33 | 124 | ГОД-Г:2001                  | 0,2232166 | 90,6625397 |
| 90  | 60,00 | 149 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-6/7-Суббота     | 0,2214808 | 90,8840205 |
| 91  | 60,67 | 135 | ГОД-Г:2012                  | 0,2212249 | 91,1052454 |
| 92  | 61,33 | 140 | ГОД-Г:2017                  | 0,2149544 | 91,3201998 |
| 93  | 62,00 | 136 | ГОД-Г:2013                  | 0,2139739 | 91,5341737 |
| 94  | 62,67 | 132 | ГОД-Г:2009                  | 0,2118712 | 91,7460449 |
| 95  | 63,33 | 88  | ГОД-Г:1964                  | 0,2081452 | 91,9541900 |
| 96  | 64,00 | 141 | ГОД-Г:2018                  | 0,1995260 | 92,1537161 |
| 97  | 64,67 | 137 | ГОД-Г:2014                  | 0,1970717 | 92,3507878 |
| 98  | 65,33 | 146 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-3/7-Среда       | 0,1921581 | 92,5429459 |
| 99  | 66,00 | 150 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-7/7-Воскресенье | 0,1890711 | 92,7320169 |
| 100 | 66,67 | 143 | ГОД-Г:2020                  | 0,1886322 | 92,9206491 |
| 101 | 67,33 | 101 | ГОД-Г:1978                  | 0,1868104 | 93,1074595 |
| 102 | 68,00 | 91  | ГОД-Г:1967                  | 0,1862350 | 93,2936946 |
| 103 | 68,67 | 78  | ГОД-Г:1954                  | 0,1837820 | 93,4774766 |
| 104 | 69,33 | 134 | ГОД-Г:2011                  | 0,1837317 | 93,6612083 |
| 105 | 70,00 | 73  | ГОД-Г:1949                  | 0,1834316 | 93,8446399 |
| 106 | 70,67 | 139 | ГОД-Г:2016                  | 0,1782845 | 94,0229244 |
| 107 | 71,33 | 125 | ГОД-Г:2002                  | 0,1764893 | 94,1994137 |
| 108 | 72,00 | 92  | ГОД-Г:1968                  | 0,1729872 | 94,3724009 |
| 109 | 72,67 | 87  | ГОД-Г:1963                  | 0,1689476 | 94,5413486 |
| 110 | 73,33 | 100 | ГОД-Г:1977                  | 0,1681331 | 94,7094816 |
| 111 | 74,00 | 123 | ГОД-Г:2000                  | 0,1661338 | 94,8756154 |
| 112 | 74,67 | 94  | ГОД-Г:1970                  | 0,1654284 | 95,0410438 |
| 113 | 75,33 | 148 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-5/7-Пятница     | 0,1636269 | 95,2046708 |
| 114 | 76,00 | 97  | ГОД-Г:1974                  | 0,1630982 | 95,3677690 |
| 115 | 76,67 | 104 | ГОД-Г:1981                  | 0,1625904 | 95,5303594 |
| 116 | 77,33 | 102 | ГОД-Г:1979                  | 0,1609183 | 95,6912777 |
| 117 | 78,00 | 98  | ГОД-Г:1975                  | 0,1605981 | 95,8518758 |
| 118 | 78,67 | 85  | ГОД-Г:1961                  | 0,1599232 | 96,0117990 |
| 119 | 79,33 | 89  | ГОД-Г:1965                  | 0,1595207 | 96,1713197 |
| 120 | 80,00 | 93  | ГОД-Г:1969                  | 0,1572298 | 96,3285495 |
| 121 | 80,67 | 105 | ГОД-Г:1982                  | 0,1557489 | 96,4842983 |
| 122 | 81,33 | 86  | ГОД-Г:1962                  | 0,1554348 | 96,6397331 |
| 123 | 82,00 | 84  | ГОД-Г:1960                  | 0,1533599 | 96,7930929 |
| 124 | 82,67 | 122 | ГОД-Г:1999                  | 0,1519037 | 96,9449966 |
| 125 | 83,33 | 103 | ГОД-Г:1980                  | 0,1517181 | 97,0967147 |
| 126 | 84,00 | 74  | ГОД-Г:1950                  | 0,1505334 | 97,2472482 |
| 127 | 84,67 | 77  | ГОД-Г:1953                  | 0,1489543 | 97,3962025 |
| 128 | 85,33 | 79  | ГОД-Г:1955                  | 0,1440912 | 97,5402937 |
| 129 | 86,00 | 96  | ГОД-Г:1973                  | 0,1423588 | 97,6826525 |
| 130 | 86,67 | 99  | ГОД-Г:1976                  | 0,1413147 | 97,8239672 |
| 131 | 87,33 | 108 | ГОД-Г:1985                  | 0,1397753 | 97,9637425 |

|     |        |     |                             |           |             |
|-----|--------|-----|-----------------------------|-----------|-------------|
| 132 | 88,00  | 111 | ГОД-Г:1988                  | 0,1394960 | 98,1032385  |
| 133 | 88,67  | 81  | ГОД-Г:1957                  | 0,1381490 | 98,2413874  |
| 134 | 89,33  | 107 | ГОД-Г:1984                  | 0,1331472 | 98,3745347  |
| 135 | 90,00  | 80  | ГОД-Г:1956                  | 0,1298678 | 98,5044025  |
| 136 | 90,67  | 145 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-2/7-Вторник     | 0,1294295 | 98,6338320  |
| 137 | 91,33  | 106 | ГОД-Г:1983                  | 0,1288309 | 98,7626629  |
| 138 | 92,00  | 110 | ГОД-Г:1987                  | 0,1285103 | 98,8911732  |
| 139 | 92,67  | 75  | ГОД-Г:1951                  | 0,1281391 | 99,0193123  |
| 140 | 93,33  | 144 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-1/7-Понедельник | 0,1271539 | 99,1464662  |
| 141 | 94,00  | 83  | ГОД-Г:1959                  | 0,1270328 | 99,2734990  |
| 142 | 94,67  | 147 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ-4/7-Четверг     | 0,1263129 | 99,3998119  |
| 143 | 95,33  | 76  | ГОД-Г:1952                  | 0,1201146 | 99,5199265  |
| 144 | 96,00  | 109 | ГОД-Г:1986                  | 0,1135822 | 99,6335086  |
| 145 | 96,67  | 112 | ГОД-Г:1989                  | 0,1084519 | 99,7419606  |
| 146 | 97,33  | 95  | ГОД-Г:1971                  | 0,1074031 | 99,8493636  |
| 147 | 98,00  | 82  | ГОД-Г:1958                  | 0,0808070 | 99,9301706  |
| 148 | 98,67  | 142 | ГОД-Г:2019                  | 0,0622754 | 99,9924460  |
| 149 | 99,33  | 72  | ГОД-Г:1948                  | 0,0040154 | 99,9964614  |
| 150 | 100,00 | 54  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ-НГ:54       | 0,0035386 | 100,0000000 |

**Желтым фоном** выделена 22-я строка из 150 (т.е. 14,67%), в которой находятся значение временного периода, к которому накоплена суммарная ценность значений примерно 50% от максимальной.

**Зеленым фоном** выделена 75-я строка из 150 (т.е. 50%), в которой находятся значение временного периода, к которому накоплена суммарная ценность значений примерно 87% от максимальной.

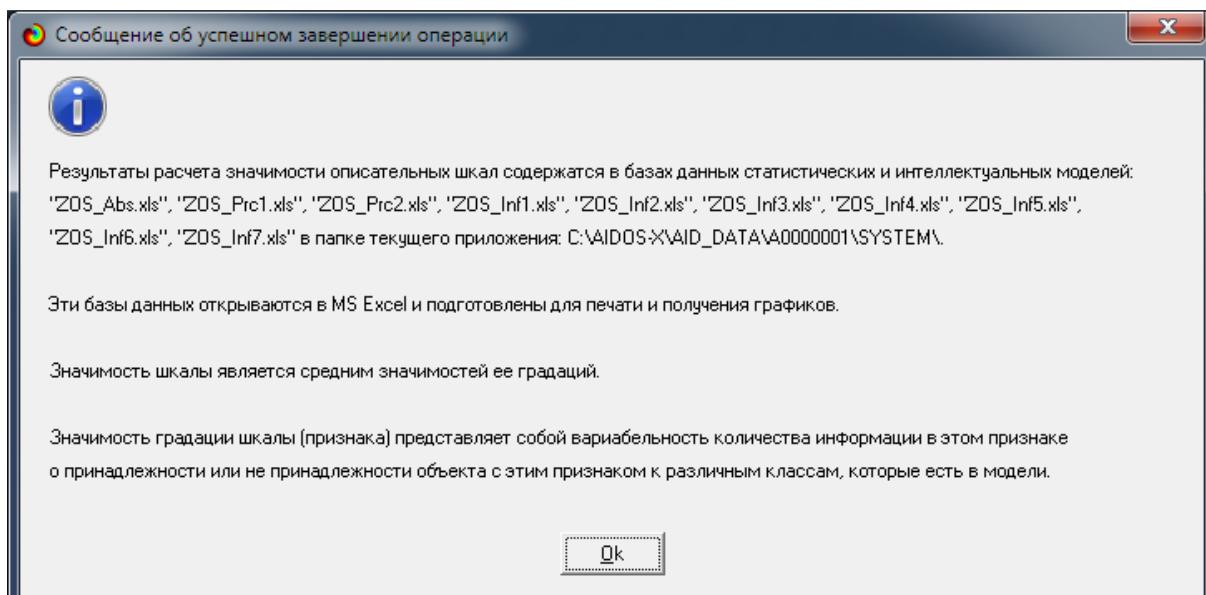
Информация о полных именах файлах с информацией, приведенной в таблице 14 по всем моделям приведена на экранной форме ниже (рисунок 37):



**Рисунок 37 – Экранная форма с информацией о полных именах файлов с информацией, приведенной в таблице 20**

### 2.8.11. Значимость описательных шкал

Значимость всей описательной шкалы (климатического параметра) является средним от степени значимости ее градаций (т.е. значений климатических параметров) (режим 3.7.4 системы «Эйдос») (рисунок 38, таблица 15):



**Рисунок 38 – Экранная форма с информацией о полных именах файлов с оценкой значимости описательных шкал (временных периодов)**

**Таблица 15 – Значимость описательных шкал (временных периодов) в СК-модели INF3**

| № | Код | Наименование    | Значимость, % | Значимость, кумулятивная сумма |
|---|-----|-----------------|---------------|--------------------------------|
| 1 | 25  | МЕСЯЦ           | 74,6706888    | 74,6706888                     |
| 2 | 50  | № НЕДЕЛИ В ГОДУ | 17,2619123    | 91,9326011                     |
| 3 | 75  | ГОД             | 4,4606034     | 96,3932045                     |
| 4 | 100 | ДЕНЬ НЕДЕЛИ     | 3,6067955     | 100,0000000                    |

Из таблицы 15 видно, что наиболее значимым является временной период «Месяц».

### **2.8.12. Степень детерминированности классов и классификационных шкал**

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается **степенью вариабельности значений факторов** (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу классов (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

Чем выше степень детерминированности класса, тем более достоверно он прогнозируется по значениям факторов.

Степень детерминированности (обусловленности) всей классификационной шкалы является средним от степени детерминированности ее градаций, т.е. классов (режим 3.7.2 системы «Эйдос»).

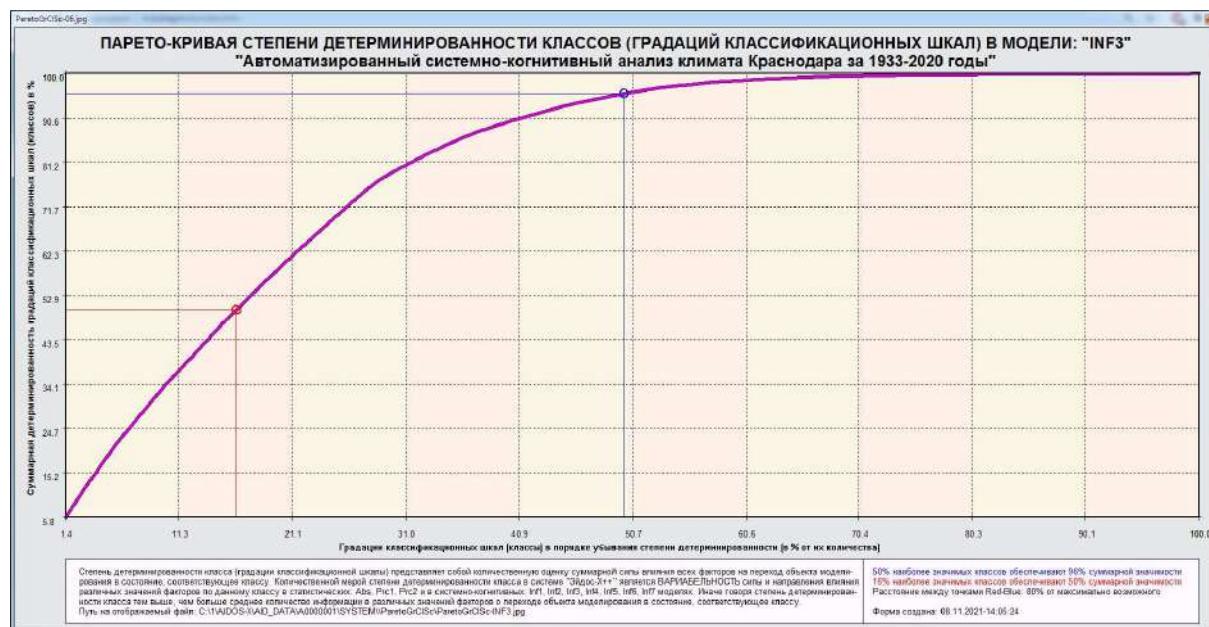


Рисунок 39 – Степень детерминированности классов кумулятивной суммой

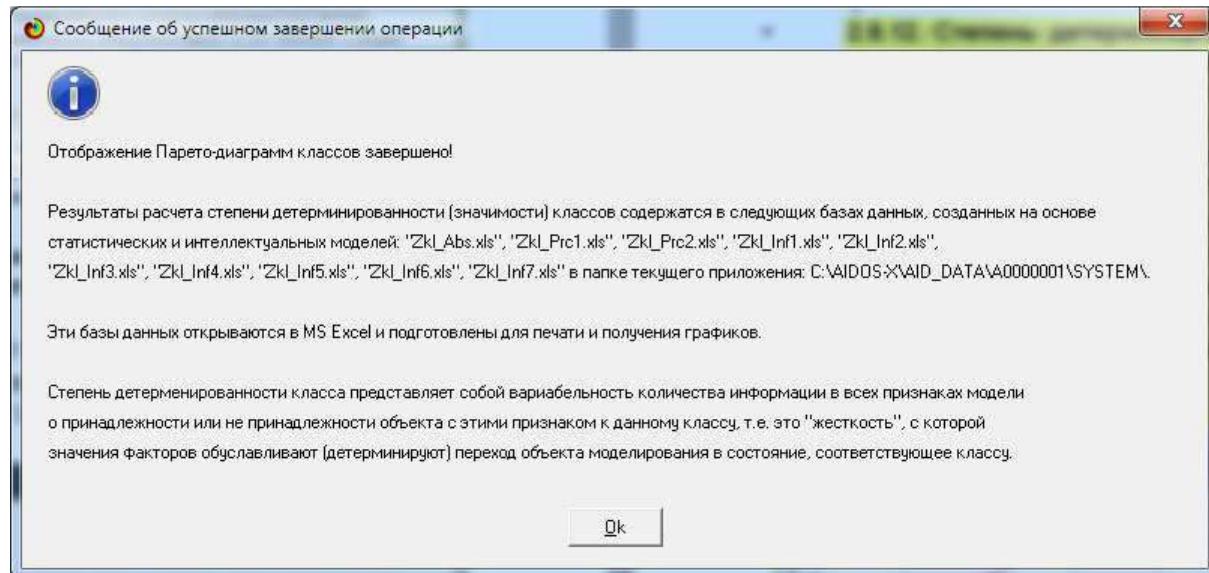


Рисунок 40 – Полные имена файлов с информацией о степени детерминированности классов (значений климатических показателей) в разных моделях

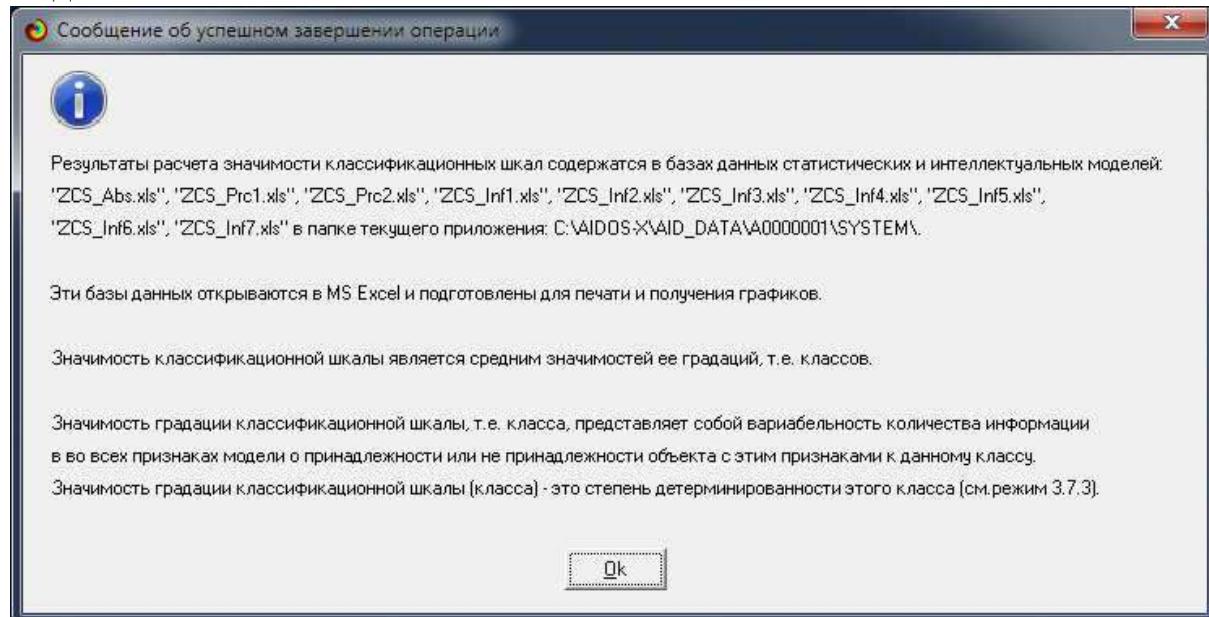
Таблица 16 – Степень детерминированности классов (значений климатических показателей) в СК-модели INF3

| №  | № в % | Наименование класса                        | Степень детерминированности класса | Степень детерминированности класса, кумулятивная сумма |
|----|-------|--|------------------------------------|--|
| 1  | 1,4   | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-[13.6, 19.5]  | 5,8235286                          | 5,8235286  |
| 2  | 2,9   | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-[19.5, 25.4]      | 5,4591094                          | 11,2826380   |
| 3  | 4,3   | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-[23.5, 30.0] | 4,9734664                          | 16,2561043   |
| 4  | 5,7   | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-[20.4, 26.9]  | 4,8337427                          | 21,0898470   |
| 5  | 7,1   | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{4.2, 1.8}    | 4,2578428                          | 25,3476897   |
| 6  | 8,6   | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-[7.7, 13.6]   | 4,1589693                          | 29,5066590   |
| 7  | 10,0  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-[13.5, 19.5]      | 4,0965911                          | 33,6032501   |
| 8  | 11,4  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-8/10-[13.9, 20.4]  | 3,7791791                          | 37,3824292   |
| 9  | 12,9  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{5.6, 0.9}    | 3,7707663                          | 41,1531956   |
| 10 | 14,3  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{1.7, 7.6}        | 3,7435885                          | 44,8967841   |

|    |       |   |           |             |
|----|-------|---|-----------|-------------|
| 11 | 15,7  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{7.6, 13.5}        | 3,6306310 | 48,5274150  |
| 12 | 17,1  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{1.8, 7.7}     | 3,5845597 | 52,1119747  |
| 13 | 18,6  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{7.4, 13.9}    | 3,3525531 | 55,4645278  |
| 14 | 20,0  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{4.0, 10.5}   | 3,2513653 | 58,7158931  |
| 15 | 21,4  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{4.2, 1.7}         | 3,2253143 | 61,9412074  |
| 16 | 22,9  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{2.5, 4.0}    | 3,2106422 | 65,1518496  |
| 17 | 24,3  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-7/10-{17.0, 23.5}  | 3,1333670 | 68,2852166  |
| 18 | 25,7  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{0.9, 7.4}     | 3,0819141 | 71,3671307  |
| 19 | 27,1  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-9/10-{30.0, 36.5}  | 3,0255528 | 74,3926835  |
| 20 | 28,6  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-6/10-{10.5, 17.0}  | 2,8443060 | 77,2369896  |
| 21 | 30,0  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{25.4, 31.3}      | 2,0225534 | 79,2595430  |
| 22 | 31,4  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-1/10-{1.0, 3.8}              | 1,8429370 | 81,1024800  |
| 23 | 32,9  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-5/10-{10.1, -4.2}   | 1,8070933 | 82,9095733  |
| 24 | 34,3  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{12.1, -5.6}   | 1,7389324 | 84,6485057  |
| 25 | 35,7  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{19.5, 25.4}  | 1,6081178 | 86,2566234  |
| 26 | 37,1  | ОСАДКИ-1/10-{1.0, 30.9}                     | 1,3054445 | 87,5620680  |
| 27 | 38,6  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{10.1, -4.2}       | 1,1555572 | 88,7176251  |
| 28 | 40,0  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-4/10-{1005.2, 1010.5}  | 1,1333181 | 89,8509432  |
| 29 | 41,4  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{26.9, 33.4}  | 1,0321591 | 90,8831024  |
| 30 | 42,9  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-2/10-{3.8, 6.6}              | 1,0148304 | 91,8979328  |
| 31 | 44,3  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{9.0, -2.5}   | 0,9083559 | 92,8062887  |
| 32 | 45,7  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-5/10-{1010.5, 1015.9}  | 0,8629664 | 93,6692552  |
| 33 | 47,1  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-4/10-{16.0, -10.1}  | 0,7676544 | 94,4369096  |
| 34 | 48,6  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-6/10-{1015.9, 1021.2}  | 0,6770759 | 95,1139855  |
| 35 | 50,0  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{18.6, -12.1}  | 0,6646160 | 95,7786015  |
| 36 | 51,4  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-3/10-{6.6, 9.4}              | 0,6431422 | 96,4217437  |
| 37 | 52,9  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-3/10-{999.8, 1005.2}   | 0,4662787 | 96,8880224  |
| 38 | 54,3  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-7/10-{1021.2, 1026.6}  | 0,4227429 | 97,3107653  |
| 39 | 55,7  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{16.1, -10.1}      | 0,4147661 | 97,7255314  |
| 40 | 57,1  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-3/10-{21.9, -16.0}  | 0,3758175 | 98,1013489  |
| 41 | 58,6  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-10/10-{36.5, 43.0} | 0,2354401 | 98,3367890  |
| 42 | 60,0  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{25.1, -18.6}  | 0,2224378 | 98,5592268  |
| 43 | 61,4  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{15.5, -9.0}  | 0,2206507 | 98,7798775  |
| 44 | 62,9  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-4/10-{9.4, 12.2}             | 0,2043321 | 98,9842096  |
| 45 | 64,3  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-8/10-{1026.6, 1031.9}  | 0,1547447 | 99,1389542  |
| 46 | 65,7  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{27.8, -21.9}  | 0,1150553 | 99,2540095  |
| 47 | 67,1  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-2/10-{22.0, -16.1}      | 0,1095189 | 99,3635284  |
| 48 | 68,6  | ОСАДКИ-3/10-{60.8, 90.7}                    | 0,0873373 | 99,4508657  |
| 49 | 70,0  | ОСАДКИ-5/10-{120.6, 150.5}                  | 0,0789558 | 99,5298215  |
| 50 | 71,4  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-5/10-{12.2, 15.0}            | 0,0681378 | 99,5979593  |
| 51 | 72,9  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-2/10-{994.5, 999.8}    | 0,0664697 | 99,6644290  |
| 52 | 74,3  | ОСАДКИ-2/10-{30.9, 60.8}                    | 0,0593859 | 99,7238149  |
| 53 | 75,7  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{31.6, -25.1}  | 0,0463383 | 99,7701532  |
| 54 | 77,1  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-6/10-{15.0, 17.8}            | 0,0305385 | 99,8006917  |
| 55 | 78,6  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{33.7, -27.8}  | 0,0275061 | 99,8281978  |
| 56 | 80,0  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-7/10-{17.8, 20.6}            | 0,0235487 | 99,8517465  |
| 57 | 81,4  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-9/10-{1031.9, 1037.3}  | 0,0217750 | 99,8735215  |
| 58 | 82,9  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{22.0, -15.5} | 0,0217500 | 99,8952715  |
| 59 | 84,3  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-8/10-{20.6, 23.4}            | 0,0200293 | 99,9153008  |
| 60 | 85,7  | ОСАДКИ-4/10-{90.7, 120.6}                   | 0,0146009 | 99,9299017  |
| 61 | 87,1  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА-1/10-{27.9, -22.0}      | 0,0136538 | 99,9435555  |
| 62 | 88,6  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-1/10-{989.1, 994.5}    | 0,0123085 | 99,9558640  |
| 63 | 90,0  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-9/10-{23.4, 26.2}            | 0,0079137 | 99,9637777  |
| 64 | 91,4  | ОСАДКИ-8/10-{210.3, 240.2}                  | 0,0067156 | 99,9704932  |
| 65 | 92,9  | ОСАДКИ-10/10-{270.1, 300.0}                 | 0,0049213 | 99,9754145  |
| 66 | 94,3  | ОСАДКИ-7/10-{180.4, 210.3}                  | 0,0049210 | 99,9803356  |
| 67 | 95,7  | ОСАДКИ-6/10-{150.5, 180.4}                  | 0,0049187 | 99,9852543  |
| 68 | 97,1  | СКОРОСТЬ ВЕТРА-10/10-{26.2, 29.0}           | 0,0049183 | 99,9901726  |
| 69 | 98,6  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ-10/10-{1037.3, 1042.6} | 0,0049159 | 99,9950885  |
| 70 | 100,0 | ОСАДКИ-9/10-{240.2, 270.1}                  | 0,0049115 | 100,0000000 |

Из рисунка 39 и таблицы 16 видно, что 16% классов имеют суммарную степень детерминированности 50%, а 50% классов – около 96%. Это значит, что классы очень сильно отличаются друг от друга по степени детерминированности.

На рисунке 41 приведены полные имена файлов с информацией о степени детерминированности классификационных шкал в разных моделях:



**Рисунок 41 – Полные имена файлов с информацией о степени детерминированности классификационных шкал в разных моделях**

В таблице 17 приведена степень детерминированности классификационных шкал в СК-модели INF3. Видно, что шкала СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА имеет в 15,2 раза более высокую детерминированность, чем шкала: ОСАДКИ.

**Таблица 17 – Степень детерминированности классификационных шкал в СК-модели INF3**

| № | №%    | Наименование             | Значимость,% | Значимость, %<br>кумулятивно |
|---|-------|--------------------------|--------------|------------------------------|
| 1 | 14,3  | СРЕДНЯЯ ТЕМПЕРАТУРА      | 23,8712836   | 23,8712836                   |
| 2 | 28,6  | МИНИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА  | 22,5261447   | 46,3974283                   |
| 3 | 42,9  | ЭФФЕКТИВНАЯ ТЕМПЕРАТУРА  | 22,5226389   | 68,9200672                   |
| 4 | 57,1  | МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА | 21,8248963   | 90,7449635                   |
| 5 | 71,4  | СКОРОСТЬ ВЕТРА           | 3,8603281    | 94,6052916                   |
| 6 | 85,7  | АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ     | 3,8225959    | 98,4278875                   |
| 7 | 100,0 | ОСАДКИ                   | 1,5721125    | 100,0000000                  |

### 3. Обсуждение результатов

Итак, мы провели Автоматизированный системно-когнитивный анализ климата города Краснодара за период 88 лет: с 1933 по 2020 годы.

По L2 мере проф.Е.В.Луценко [1:[5] достоверность системно-когнитивной модели INF3 (хи-квадрат) с интегральным критерием «Сумма знаний» составляет: **L2=0,771**, что неплохо для приложений, связанных с анализом и прогнозированием климатических показателей.

Это означает, что созданные системно-когнитивные модели в целом правильно отражают моделируемую предметную область и их обоснованно можно применять для решения различных задач

идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели, что и сделано в данной работе.

В частности:

- системно-когнитивную модель INF3 обоснованно можно использовать для решения различных задач;
- в распоряжение исследователя есть адекватный критерий оценки результатов решения задачи идентификации: это уровень сходства (т.е. значение интегрального критерия) объекта с классом.

Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают *механизма* причинно-следственного детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [1:[13]].

## **Выводы**

На основе проведенного анализа можно обоснованно сделать *вывод* о том, что при решении поставленной в данной работе задачи анализа климата города Краснодарского края за 1933-2020 годы Автоматизированный системно-когнитивный анализ является адекватным инструментом, как по своей математической модели, так и по реализующему ее программному инструментарию, в качестве которого в настоящее время выступает интеллектуальная система «Эйдос».

### ***Поставленная в работе полностью решена.***

Лично познакомится с предлагаемым решением можно скачав по адресу: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) и установив на своем компьютере систему «Эйдос», а затем установив в диспетчере приложений (режим 1.3) интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №297.

В качестве *перспективы* отметим, что в будущем планируется выполнить планы научных исследований и разработок, обоснованные в работах [1:[14-20], т.е., например:

- применить сценарный АСК-анализ для прогнозирования погоды;
- выявить силу и направление влияния климатических факторов на количественные, качественные и финансово-экономические результаты выращивания различных сельскохозяйственных культур;
- прогнозировать результаты выращивания сельскохозяйственных культур в натуральном и стоимостном выражении культур в заданной микрозоне;
- обоснованно выбирать микрозоны выращивания сельскохозяйственных культур.

Конкретно *у автора в распоряжении есть все необходимые технологии искусственного интеллекта*, позволяющие выявить причинно-следственные зависимости между природно-климатическими факторами и успешностью и эффективностью в натуральном (количество и качество продукции, ее технические и потребительские свойства) и стоимостном выражении выращивания различных сельскохозяйственных культур.

Зная эти причинно-следственные зависимости можно обоснованно рекомендовать зоны и микрозоны выращивания для различных сельскохозяйственных культур.

Для осуществления этих исследований и разработок необходимы лишь исходные данные по фактическим результатам выращивания сельскохозяйственных культур в различных природно-климатических условиях, воля руководства и финансирование.

### **Литература**

1. Lutsenko E.V. Automated system-cognitive analysis of Krasnodar climate for 1933-2020 // November 2021, DOI: [10.13140/RG.2.2.33693.64480](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.33693.64480), License [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/), <https://www.researchgate.net/publication/356030994>