УДК 004.8

06.01.01 Общее земледелие, растениеводство

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ, ОПАСНЫХ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

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

Печурина Елена Каримовна
РИНЦ SPIN-код: 1952-4286
geskov@mail.ru

Сергеев Александр Эдуардович
к.ф.-м.н, доцент
РИНЦ SPIN-код: 7837-9566
Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

В настоящее время в полном открытом бесплатном доступе есть базы данных 27-летних наблюдений различных неблагоприятных условий погоды и опасных гидрометеорологических явлений, приводящих к социальным и экономическим потерям на территории России. Некоторые из этих опасных природных климатических явлений наносят значительный ущерб и сельскому хозяйству, особенно растениеводству, плодоовощеводству и виноградарству. Поэтому большой научный и практический интерес представляет интеллектуальный анализ этих данных, что позволит создать более благоприятные условия для прогнозирования подобных неблагоприятных явлений и принятию решений с учетом их возможного отрицательного воздействия на деятельность человека. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения: Задача 1: когнитивная структуризация предметной области. Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области. Задача 3: синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей и выбор наиболее достоверной модели. Задача 4: решение задач в наиболее достоверной модели: - подзадача 4.1. Прогнозирование (диагностики, классификации, распознавания, идентификации); - подзадача 4.2. Поддержка принятия решений; - подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели (когнитивные диаграммы классов и значений факторов, агломеративная когнитивная кластеризация классов и значений факторов, нелокальные нейроны и нейронные сети, 3d-

UDC 004.8

06.01.01 General agriculture and crop production

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF NATURAL CLIMATIC PHENOMENA DANGEROUS FOR AGRICULTURE OF RUSSIA

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

Pechurina Elena Karimovna
RSCI SPIN-code: 1952-4286
geskov@mail.ru

Sergeev Aleksandr Eduardovich
Cand.Phys.-Math.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code: 7837-9566
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

At present, databases of 27-year observations of various adverse weather conditions and dangerous hydrometeorological phenomena leading to social and economic losses on the territory of Russia are in full open free access. Some of these natural hazards also cause significant damage to agriculture, especially crop production, horticulture and viticulture. Therefore, a great scientific and practical interest is the intellectual analysis of these data, which will create more favorable conditions for the prediction of such adverse events and decision-making, taking into account their possible negative impact on human activity. To achieve this goal, it is necessary to solve the following tasks, which are obtained by decomposition of the goal and are the stages of its achievement: Task 1: cognitive structuring of the subject area. Task 2: preparation of initial data and formalization of the subject area. Task 3: synthesis and verification of statistical and system-cognitive models and selection of the most reliable model. Task 4: solving problems in the most reliable model: - subtask 4.1. Forecasting (diagnostics, classification, recognition, identification); - subtask 4.2. Support decision-making; - sub-task 4.3. Study of the simulated subject area by studying its model (cognitive diagrams of classes and values of factors, agglomerative cognitive clustering of classes and values of factors, nonlocal neurons and neural networks, 3d-integral cognitive maps, cognitive functions). It is proposed to use automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) to solve the tasks. The article provides a detailed numerical example illustrating the solution of all these problems

интегральные когнитивные карты, когнитивные функции). Для решения поставленных задач предлагается применить Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ). В статье приводится подробный численный пример, иллюстрирующий решение всех этих задач

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, АСК-АНАЛИЗ, СИСТЕМА «ЭЙДОС», УПРАВЛЕНИЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ, ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ, АГРОТЕХНОЛОГИИ, УРОЖАЙНОСТЬ КАЧЕСТВО ПШЕНИЦЫ

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM, MANAGEMENT, FORECASTING, DECISION-MAKING, CROP ROTATION, AGRO TECHNOLOGIES, YIELD QUALITY OF WHEAT

Doi: 10.21515/1990-4665-148-015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **2**

ЗАДАЧА 1: КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ **6**

ЗАДАЧА 2: ПОДГОТОВКА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ **6**

ЗАДАЧА 3: СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ И ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ **15**

ЗАДАЧА 4: РЕШЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ **21**

ПОДЗАДАЧА 4.1. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ (ДИАГНОСТИКА, КЛАССИФИКАЦИЯ, РАСПОЗНАВАНИЕ, ИДЕНТИФИКАЦИЯ) 21

ПОДЗАДАЧА 4.2. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ 24

ПОДЗАДАЧА 4.3. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ 28

4.3.1. Когнитивные диаграммы классов *29*

4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов *31*

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов *32*

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов *33*

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети *35*

4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты *36*

4.3.7. Когнитивные функции *37*

5. ВЫВОДЫ **39**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **39**

Введение

В настоящее время в полном открытом бесплатном доступе есть базы данных многолетних (лонгитюд 27 лет) наблюдений различных неблагоприятных условий погоды и опасных гидрометеорологических явлений, приводящих к социальным и экономическим потерям: http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshie-ekonomicheskie-poteri: аномально высокая температура, аномально низкая температура, ветер, высокий уровень рек, гололед, гололедица, град, гроза, дождь, зажор, затор, КНЯ, ливень, метель, нагонные явления, наледи, низкая межень, обледенение судов, оползни, отрыв льда, паводок, половодье, продолжительный дождь, пыльная буря, раннее ледообразование, резкое

повышение температуры, резкое понижение температуры, РИП, сгонные явления, сель, сильная жара, сильное волнение, сильный мороз, сильный тягун, сложные отложения, смерч, смешанные осадки, снег, снежные заносы, сход снежных лавин, туман, цунами, чрезвычайная пожароопасность.

Некоторые из этих опасных природно-климатических явлений наносят значительный ущерб и сельскому хозяйству, особенно растениеводству, плодоовощеводству и виноградарству.

Поэтому **целью** данной работы, представляющей большой научный и практический интерес представляет интеллектуальный анализ этих данных, что позволит создать более благоприятные условия для прогнозирования подобных неблагоприятных явлений и принятию решений с учетом их возможного отрицательного воздействия на деятельность человека. Для достижения этой цели необходимо решить следующие **задачи**, которые получаются путем декомпозиции цели и являются этапами ее достижения:

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области.

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

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели:

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

Эти задачи по сути представляют собой **этапы** Автоматизированного системно-когнитивный анализа (АСК-анализ), который и предлагается применить для их решения. АСК-анализ представляет собой метод искусственного интеллекта, разработанный проф. Е.В. Луценко в 2002 году [1-2] для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ доведен до **инновационного** уровня благодаря тому, что имеет свой программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос-Х++» (система «Эйдос»).

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

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

- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/__AIDOS-X.txt);

- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm);

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 146, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

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

- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (http://aidos.byethost5.com/map3.php);

- 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;

- 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 некоторых форм можно посмотреть в работе: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf).

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

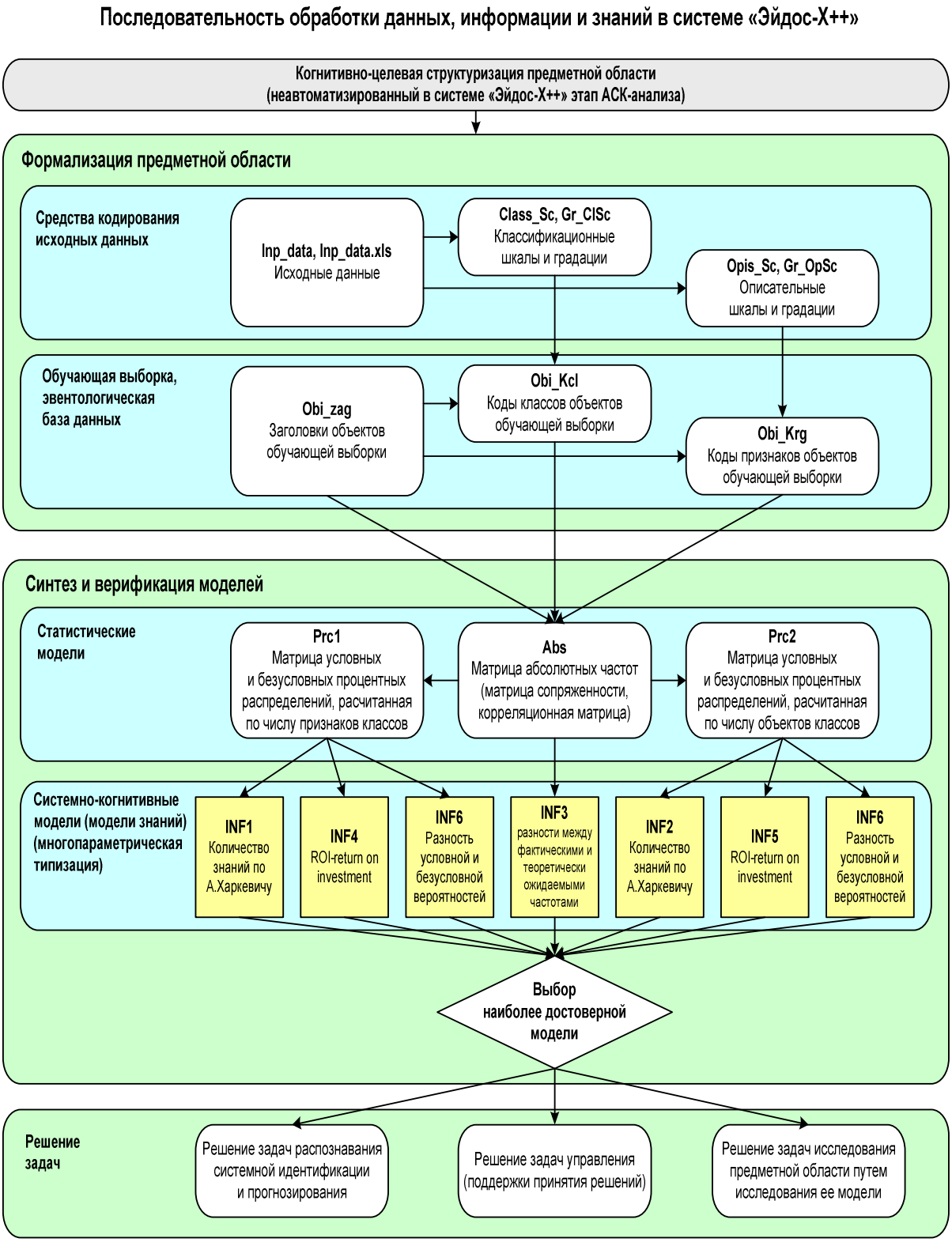


Рисунок 1. Последовательность преобразования данных в информацию, а ее в знания и решения задач в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Рассмотрим решение поставленных задач в численном примере.

Задача 1: когнитивная структуризация предметной области

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

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

В данной работе в качестве классификационной шкалы выбрано наименование опасного гидрометеорологического явления, а в качестве описательных шкал выбраны: месяц и год наблюдения опасного явления, количество опасных явлений, интенсивность явления и наименование субъекта Российской Федерации, в котором оно наблюдалось.

Задача 2: подготовка исходных данных и формализация предметной области

Исходные данные для данной статьи (таблица 1) взяты с официального сайта Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) со страницы: http://meteo.ru/data/310-neblagopriyatnye-usloviya-pogody-nanjosshie-ekonomicheskie-poteri [1].

Из-за ограничений на объем статьи в таблице 1 приведен фрагмент исходных данных из 115 строк, что составляет лишь около 0,51% всех наблюдений, тогда как полная таблица включает 22471 наблюдение на территории России за 27 лет. Для ввода в систему «Эйдос» исходные данные, представленные в таблице 1, средствами MS Excel преобразованы к виду, приведенному в таблице 2[2]:

[1] Скачивание архива метеоданных: http://meteo.ru/component/docman/doc_download/502-massiv-dannykh-russkij?Itemid=

[2] Excel-книгу с преобразованием таблицы 1 в таблицу 2, можно скачать с FRP-сервера системы «Эйдос» по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000147/Inp_data.xlsx

Таблица 1 – Исходные данные (фрагмент)[3]

Номер	Дата начала	Дата окончания	Количество опасных явлений	Заблаговременность	Название явления	Интенсивность явления	Субъект Российской Федерации	Дополнение
1	01.01.1991	03.01.1991	2	8 часов 30 минут	Ветер	26	Красноярский край	(юг Таймыра)
1	01.01.1991	03.01.1991	2	8 часов 30 минут	Снежные заносы	9999	Красноярский край	(юг Таймыра)
1	01.01.1991	03.01.1991	2	8 часов 30 минут	Метель	50	Красноярский край	(юг Таймыра)
2	03.01.1991	05.01.1991	1	18-30 часов	Снег	250	Сахалинская область	(о.Сахалин)
2	03.01.1991	05.01.1991	1	18-30 часов	Сложные отложения	9999	Сахалинская область	(о.Сахалин)
2	03.01.1991	05.01.1991	1	18-30 часов	Метель	200	Сахалинская область	(о.Сахалин)
2	03.01.1991	05.01.1991	1	18-30 часов	Сход снежных лавин	9999	Сахалинская область	(о.Сахалин)
2	03.01.1991	05.01.1991	1	18-30 часов	Снежные заносы	9999	Сахалинская область	(о.Сахалин)
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Республика Дагестан	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Республика Адыгея	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Республика Дагестан	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Карачаево-Черкесская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Ставропольский край	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Ростовская область	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Краснодарский край	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Чеченская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Республика Северная Осетия - Алания	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Кабардино-Балкарская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Кабардино-Балкарская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Республика Адыгея	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Республика Северная Осетия - Алания	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Карачаево-Черкесская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Ветер	26	Республика Ингушетия	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Чеченская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Ставропольский край	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Республика Ингушетия	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Краснодарский край	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Республика Северная Осетия - Алания	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Кабардино-Балкарская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Республика Ингушетия	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Республика Адыгея	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Карачаево-Черкесская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Ставропольский край	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Ростовская область	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Краснодарский край	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Ростовская область	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	Резкое понижение температуры	9999	Чеченская Республика	
3	11.01.1991	15.01.1991	1	2-3 суток	РИП	9999	Республика Дагестан	
4	11.01.1991	11.01.1991	1	6 часов	Нагонные явления	9999	Ленинградская область	(г. Санкт-Петербург)
5	11.01.1991	12.01.1991	2	12 часов	Метель	9999	Республика Башкортостан	
5	11.01.1991	12.01.1991	2	12 часов	Ветер	27	Республика Башкортостан	
5	11.01.1991	12.01.1991	2	12 часов	Снег	9999	Республика Башкортостан	
6	13.01.1991	13.01.1991	1	3 часа	Метель	9999	Мурманская область	
6	13.01.1991	13.01.1991	1	3 часа	Снежные заносы	9999	Мурманская область	
6	13.01.1991	13.01.1991	1	3 часа	Ветер	29	Мурманская область	
6	13.01.1991	13.01.1991	1	3 часа	Снег	9999	Мурманская область	
7	15.01.1991	17.01.1991	2	сутки	Снежные заносы	9999	Алтайский край	
7	15.01.1991	17.01.1991	2	сутки	Ветер	34	Омская область	
7	15.01.1991	17.01.1991	2	сутки	Снежные заносы	9999	Омская область	
7	15.01.1991	17.01.1991	2	сутки	Метель	200	Омская область	
7	15.01.1991	17.01.1991	2	сутки	Метель	200	Алтайский край	
7	15.01.1991	17.01.1991	2	сутки	Ветер	34	Алтайский край	
8	21.01.1991	23.01.1991	1	18 часов	Ветер	42	Мурманская область	
8	21.01.1991	23.01.1991	1	18 часов	Метель	9999	Мурманская область	
8	21.01.1991	23.01.1991	1	18 часов	Снежные заносы	9999	Мурманская область	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Снежные заносы	9999	Республика Башкортостан	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Метель	9999	Республика Башкортостан	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Метель	9999	Ульяновская область	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Метель	9999	Саратовская область	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Ветер	28	Республика Башкортостан	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Ветер	28	Саратовская область	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Снежные заносы	9999	Ульяновская область	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Снежные заносы	9999	Саратовская область	
9	23.01.1991	27.01.1991	2	сутки, в Башкирии 4 часа	Ветер	28	Ульяновская область	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Метель	9999	Астраханская область	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Ветер	28	Волгоградская область	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Ветер	28	Ростовская область	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Ветер	28	Ставропольский край	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Ветер	28	Республика Калмыкия	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Метель	9999	Волгоградская область	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Метель	9999	Ставропольский край	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Метель	9999	Республика Калмыкия	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Ветер	28	Астраханская область	
10	26.01.1991	27.01.1991	1	18-20 часов	Метель	9999	Ростовская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Свердловская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Калужская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Ивановская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Республика Башкортостан	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Владимирская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Тульская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Челябинская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Белгородская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Астраханская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Оренбургская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Курганская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Брянская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Пермский край	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Воронежская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Ярославская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Тверская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Смоленская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Курская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Рязанская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Орловская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Московская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Липецкая область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Псковская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Костромская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Новгородская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Калининградская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Удмуртская Республика	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Чувашская Республика	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Архангельская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Республика Коми	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Нижегородская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Республика Мордовия	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Республика Марий Эл	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Кировская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Ленинградская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Республика Карелия	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Мурманская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Волгоградская область	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Республика Калмыкия	
11	28.01.1991	31.01.1991	1	1-2 суток	Сильный мороз	-42	Пензенская область	

[3] При увеличении масштаба изображения таблица 1 вполне читабельна

Таблица 2 – Исходные данные для ввода в систему «Эйдос» (фрагмент)[4]

№ и дата наблюдения	Название явления	Месяц	Год	Количество опасных явлений	Интенсивность явления	Субъект Российской Федерации
1-01.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	26	Красноярский край
1-01.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	2	0	Красноярский край
1-01.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	50	Красноярский край
2-03.01.1991	Снег	01/12-Январь	1991г.	1	250	Сахалинская область
2-03.01.1991	Сложные отложения	01/12-Январь	1991г.	1	0	Сахалинская область
2-03.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	1	200	Сахалинская область
2-03.01.1991	Сход снежных лавин	01/12-Январь	1991г.	1	0	Сахалинская область
2-03.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	1	0	Сахалинская область
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Республика Дагестан
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Адыгея
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Дагестан
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Карачаево-Черкесская Республика
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Ставропольский край
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Ростовская область
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Краснодарский край
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Чеченская Республика
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Республика Северная Осетия - Алания
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Кабардино-Балкарская Республика
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Кабардино-Балкарская Республика
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Республика Адыгея
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Северная Осетия - Алания
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Карачаево-Черкесская Республика
3-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	26	Республика Ингушетия
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Чеченская Республика
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Ставропольский край
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Ингушетия
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Краснодарский край
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Северная Осетия - Алания
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Кабардино-Балкарская Республика
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Ингушетия
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Адыгея
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Карачаево-Черкесская Республика
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Ставропольский край
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Ростовская область
3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Краснодарский край
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Ростовская область

[4] Полную таблицу исходных данных, представленную в таблице 2, можно скачать с FRP-сервера системы «Эйдос» по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000147/Inp_data.xls

3-11.01.1991	Резкое понижение температуры	01/12-Январь	1991г.	1	0	Чеченская Республика
3-11.01.1991	РИП	01/12-Январь	1991г.	1	0	Республика Дагестан
4-11.01.1991	Нагонные явления	01/12-Январь	1991г.	1	0	Ленинградская область
5-11.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	0	Республика Башкортостан
5-11.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	27	Республика Башкортостан
5-11.01.1991	Снег	01/12-Январь	1991г.	2	0	Республика Башкортостан
6-13.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	1	0	Мурманская область
6-13.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	1	0	Мурманская область
6-13.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	29	Мурманская область
6-13.01.1991	Снег	01/12-Январь	1991г.	1	0	Мурманская область
7-15.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	2	0	Алтайский край
7-15.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	34	Омская область
7-15.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	2	0	Омская область
7-15.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	200	Омская область
7-15.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	200	Алтайский край
7-15.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	34	Алтайский край
8-21.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	42	Мурманская область
8-21.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	1	0	Мурманская область
8-21.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	1	0	Мурманская область
9-23.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	2	0	Республика Башкортостан
9-23.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	0	Республика Башкортостан
9-23.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	0	Ульяновская область
9-23.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	2	0	Саратовская область
9-23.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	28	Республика Башкортостан
9-23.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	28	Саратовская область
9-23.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	2	0	Ульяновская область
9-23.01.1991	Снежные заносы	01/12-Январь	1991г.	2	0	Саратовская область
9-23.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	2	28	Ульяновская область
10-26.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	1	0	Астраханская область
10-26.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	28	Волгоградская область
10-26.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	28	Ростовская область
10-26.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	28	Ставропольский край
10-26.01.1991	Ветер	01/12-Январь	1991г.	1	28	Республика Калмыкия
10-26.01.1991	Метель	01/12-Январь	1991г.	1	0	Волгоградская область

Затем с параметрами, показанными на рисунке 2, запустим режим 2.3.2.2 системы «Эйдос», представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) с внешними данными табличного типа. На рисунке 1 приведены реально использованные параметры. На рисунке 3 приведен Help данного режима, в котором объясняется принцип организации таблицы исходных для данного режима.

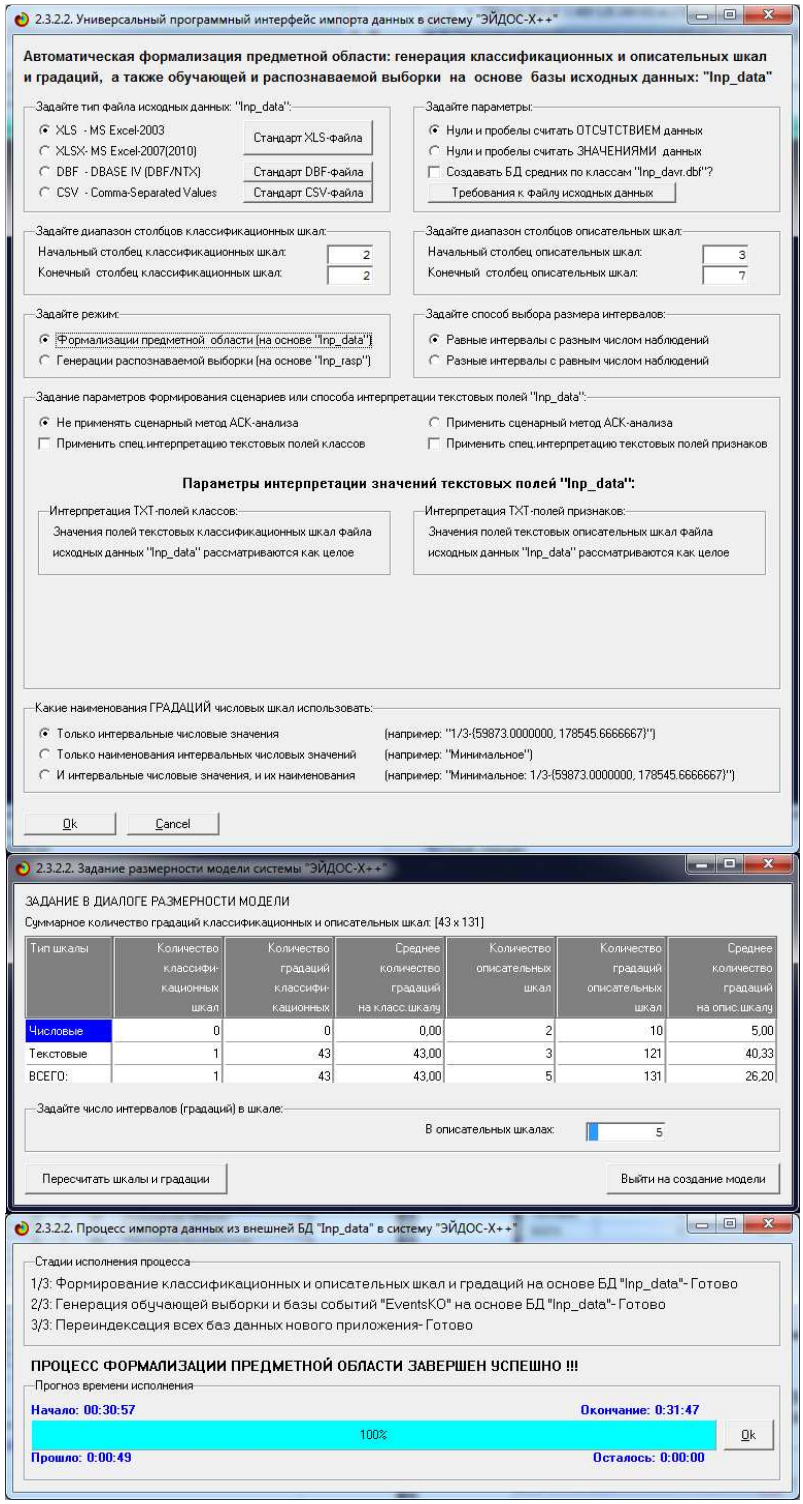
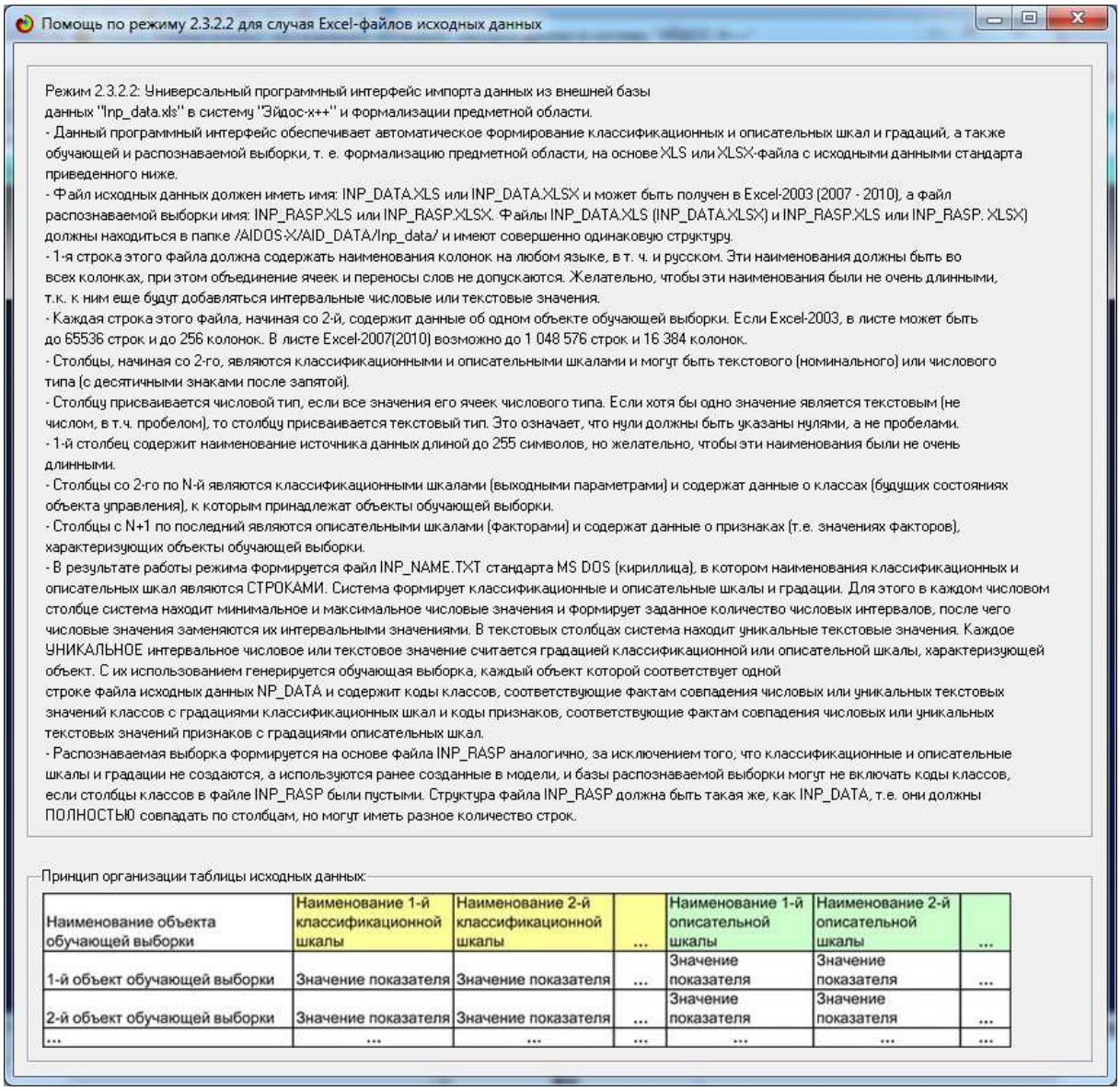


Рисунок 2. Экранные форма программного интерфейса (API) 2.3.2.2 системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа



Помощь по режиму 2.3.2.2 для случая Excel-файлов исходных данных

Режим 2.3.2.2: Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "Inp_data.xls" в систему "Эйдос-х++" и формализации предметной области.
- Данный программный интерфейс обеспечивает автоматическое формирование классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки, т. е. формализацию предметной области, на основе XLS или XLSX-файла с исходными данными стандарта приведенного ниже.
- Файл исходных данных должен иметь имя: INP_DATA.XLS или INP_DATA.XLSX и может быть получен в Excel-2003 (2007 - 2010), а файл распознаваемой выборки имя: INP_RASP.XLS или INP_RASP.XLSX. Файлы INP_DATA.XLS (INP_DATA.XLSX) и INP_RASP.XLS или INP_RASP. XLSX) должны находиться в папке /AIDOS-X/AID_DATA/Inp_data/ и имеют совершенно одинаковую структуру.
- 1-я строка этого файла должна содержать наименования колонок на любом языке, в т. ч. и русском. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом объединение ячеек и переносы слов не допускаются. Желательно, чтобы эти наименования были не очень длинными, т.к. к ним еще будут добавляться интервальные числовые или текстовые значения.
- Каждая строка этого файла, начиная со 2-й, содержит данные об одном объекте обучающей выборки. Если Excel-2003, в листе может быть до 65536 строк и до 256 колонок. В листе Excel-2007(2010) возможно до 1 048 576 строк и 16 384 колонок.
- Столбцы, начиная со 2-го, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (номинального) или числового типа (с десятичными знаками после запятой).
- Столбцу присваивается числовой тип, если все значения его ячеек числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелом), то столбцу присваивается текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами.
- 1-й столбец содержит наименование источника данных длиной до 255 символов, но желательно, чтобы эти наименования были не очень длинными.
- Столбцы со 2-го по N-й являются классификационными шкалами (выходными параметрами) и содержат данные о классах (будущих состояниях объекта управления), к которым принадлежат объекты обучающей выборки.
- Столбцы с N+1 по последний являются описательными шкалами (факторами) и содержат данные о признаках (т.е. значениях факторов), характеризующих объекты обучающей выборки.
- В результате работы режима формируется файл INP_NAME.TXT стандарта MS DOS (кириллица), в котором наименования классификационных и описательных шкал являются СТРОКАМИ. Система формирует классификационные и описательные шкалы и градации. Для этого в каждом числовом столбце система находит минимальное и максимальное числовые значения и формирует заданное количество числовых интервалов, после чего числовые значения заменяются их интервальными значениями. В текстовых столбцах система находит уникальные текстовые значения. Каждое УНИКАЛЬНОЕ интервальное числовое или текстовое значение считается градацией классификационной или описательной шкалы, характеризующей объект. С их использованием генерируется обучающая выборка, каждый объект которой соответствует одной строке файла исходных данных NP_DATA и содержит коды классов, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений классов с градациями классификационных шкал и коды признаков, соответствующие фактам совпадения числовых или уникальных текстовых значений признаков с градациями описательных шкал.
- Распознаваемая выборка формируется на основе файла INP_RASP аналогично, за исключением того, что классификационные и описательные шкалы и градации не создаются, а используются ранее созданные в модели, и базы распознаваемой выборки могут не включать коды классов, если столбцы классов в файле INP_RASP были пустыми. Структура файла INP_RASP должна быть такая же, как INP_DATA, т.е. они должны ПОЛНОСТЬЮ совпадать по столбцам, но могут иметь разное количество строк.

Принцип организации таблицы исходных данных:

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	...	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы	...
1-й объект обучающей выборки	Значение показателя	Значение показателя	...	Значение показателя	Значение показателя	...
2-й объект обучающей выборки	Значение показателя	Значение показателя	...	Значение показателя	Значение показателя	...
...	...	...	...	...	...	...

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

В результате работы режима сформировано классификационная шкалы с суммарным количеством градаций (классов) 43 (таблица 2) и 5 описательных шкал с числом градаций 131 (таблица 3).

Таблица 3 – Классификационные шкалы и градации (опасные явления природы)

Код	Наименование
1	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Аномально высокая температура
2	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Аномально низкая температура
3	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Ветер
4	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Высокий уровень рек
5	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Гололед
6	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Гололедица
7	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Град
8	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Гроза
9	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Дождь
10	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Зажор
11	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Затор
12	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-КНЯ

13	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Ливень
14	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Метель
15	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Нагонные явления
16	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Наледи
17	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Низкая межень
18	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Обледенение судов
19	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Оползни
20	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Отрыв льда
21	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Паводок
22	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Половодье
23	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Продолжительный дождь
24	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Пыльная буря
25	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Раннее ледообразование
26	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Резкое повышение температуры
27	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Резкое понижение температуры
28	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-РИП
29	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сгонные явления
30	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сель
31	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сильная жара
32	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сильное волнение
33	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сильный мороз
34	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сильный тягун
35	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сложные отложения
36	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Смерч
37	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Смешанные осадки
38	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Снег
39	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Снежные заносы
40	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Сход снежных лавин
41	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Туман
42	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Цунами
43	НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ-Чрезвычайная пожароопасность

Таблица 4 – Описательные шкалы и градации (факторы их значения)

Код	Наименование
1	МЕСЯЦ-01/12-Январь
2	МЕСЯЦ-02/12-Февраль
3	МЕСЯЦ-03/12-Март
4	МЕСЯЦ-04/12-Апрель
5	МЕСЯЦ-05/12-Май
6	МЕСЯЦ-06/12-Июнь
7	МЕСЯЦ-07/12-Июль
8	МЕСЯЦ-08/12-Август
9	МЕСЯЦ-09/12-Сентябрь
10	МЕСЯЦ-10/12-Октябрь
11	МЕСЯЦ-11/12-Ноябрь
12	МЕСЯЦ-12/12-Декабрь
13	ГОД-1991г.
14	ГОД-1992г.
15	ГОД-1993г.
16	ГОД-1994г.
17	ГОД-1995г.
18	ГОД-1996г.
19	ГОД-1997г.
20	ГОД-1998г.
21	ГОД-1999г.
22	ГОД-2000г.
23	ГОД-2001г.
24	ГОД-2002г.
25	ГОД-2003г.
26	ГОД-2004г.
27	ГОД-2005г.
28	ГОД-2006г.
29	ГОД-2007г.
30	ГОД-2008г.
31	ГОД-2009г.
32	ГОД-2010г.
33	ГОД-2011г.
34	ГОД-2012г.
35	ГОД-2013г.

36	ГОД-2014г.
37	ГОД-2015г.
38	ГОД-2016г.
39	ГОД-2017г.
40	КОЛИЧЕСТВО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ-1/5-{1.0000000, 1.6000000}
41	КОЛИЧЕСТВО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ-2/5-{1.6000000, 2.2000000}
42	КОЛИЧЕСТВО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ-3/5-{2.2000000, 2.8000000}
43	КОЛИЧЕСТВО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ-4/5-{2.8000000, 3.4000000}
44	КОЛИЧЕСТВО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ-5/5-{3.4000000, 4.0000000}
45	ИНТЕНСИВНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ-1/5-{-65.0000000, 208.0000000}
46	ИНТЕНСИВНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ-2/5-{208.0000000, 481.0000000}
47	ИНТЕНСИВНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ-3/5-{481.0000000, 754.0000000}
48	ИНТЕНСИВНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ-4/5-{754.0000000, 1027.0000000}
49	ИНТЕНСИВНОСТЬ ЯВЛЕНИЯ-5/5-{1027.0000000, 1300.0000000}
50	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Алтайский край
51	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Амурская область
52	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Архангельская область
53	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Астраханская область
54	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Белгородская область
55	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Брянская область
56	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Владимирская область
57	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Волгоградская область
58	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Вологодская область
59	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Воронежская область
60	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Еврейская автономная область
61	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Забайкальский край
62	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ивановская область
63	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Иркутская область
64	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Кабардино-Балкарская Республика
65	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Калининградская область
66	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Калужская область
67	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Камчатский край
68	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Карачаево-Черкесская Республика
69	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Кемеровская область
70	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Кировская область
71	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Костромская область
72	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Краснодарский край
73	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Красноярский край
74	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Курганская область
75	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Курская область
76	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ленинградская область
77	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Липецкая область
78	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Магаданская область
79	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Московская область
80	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Мурманская область
81	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ненецкий автономный округ
82	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Нижегородская область
83	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Новгородская область
84	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Новосибирская область
85	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Омская область
86	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Оренбургская область
87	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Орловская область
88	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Пензенская область
89	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Пермский край
90	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Приморский край
91	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Псковская область
92	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Адыгея
93	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Алтай
94	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Башкортостан
95	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Бурятия
96	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Дагестан
97	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Ингушетия
98	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Калмыкия
99	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Карелия
100	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Коми
101	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Крым
102	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Марий Эл
103	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Мордовия
104	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Саха (Якутия)
105	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Северная Осетия - Алания
106	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Татарстан
107	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Тыва

108	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Республика Хакасия
109	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ростовская область
110	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Рязанская область
111	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Самарская область
112	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Саратовская область
113	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Сахалинская область
114	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Свердловская область
115	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Смоленская область
116	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ставропольский край
117	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Тамбовская область
118	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Тверская область
119	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Томская область
120	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Тульская область
121	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Тюменская область
122	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Удмуртская Республика
123	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ульяновская область
124	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Хабаровский край
125	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ханты-Мансийский автономный округ
126	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Челябинская область
127	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Чеченская Республика
128	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Чувашская Республика
129	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Чукотский автономный округ
130	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ямало-Ненецкий автономный округ
131	СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ-Ярославская область

С использованием классификационных и описательных шкал и градаций исходные тексты были закодированы и получена обучающая выборка (рисунок 4):

2.4. Просмотр эвентологических баз данных (баз событий). Текущая модель: "INF1"

№	Наименование объекта	2. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ	3. МЕСЯЦ	4. ГОД	5. КОЛИЧЕСТВО ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ	6. ИНТЕНСИВНОС... ЯВЛЕНИЯ	7. СУБЪЕКТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
1	1-01.01.1991 ...	3	1	13	41	45	73
2	1-01.01.1991 ...	39	1	13	41	45	73
3	1-01.01.1991 ...	14	1	13	41	45	73
4	2-03.01.1991 ...	38	1	13	40	46	113
5	2-03.01.1991 ...	35	1	13	40	45	113
6	2-03.01.1991 ...	14	1	13	40	45	113
7	2-03.01.1991 ...	40	1	13	40	45	113
8	2-03.01.1991 ...	39	1	13	40	45	113
9	3-11.01.1991 ...	3	1	13	40	45	96
10	3-11.01.1991 ...	27	1	13	40	45	92
11	3-11.01.1991 ...	27	1	13	40	45	96
12	3-11.01.1991 ...	27	1	13	40	45	68
13	3-11.01.1991 ...	3	1	13	40	45	116
14	3-11.01.1991	3	1	13	40	45	109
0	1	2	3	4	5	6	7

Рисунок 4. Обучающая выборка (фрагмент)

Обучающая выборка по сути представляет собой нормализованные исходные данные, т.е. таблицу исходных данных (таблица 2), закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (таблицы 3 и 4).

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

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

Синтез и верификация моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 5).

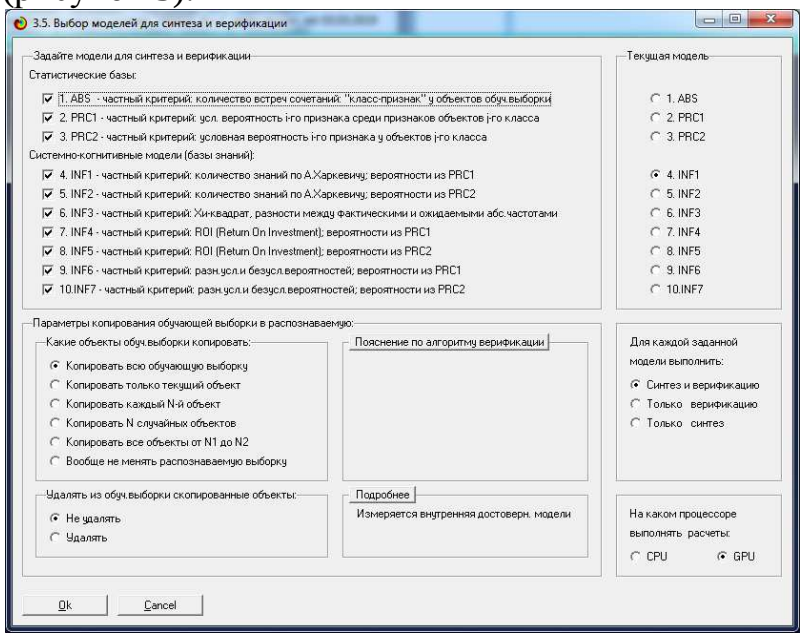


Рисунок 5. Экранная форма режима синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей системы «Эйдос»

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

Стадия процесса исполнения синтеза и верификации моделей и прогноз времени его окончания отображается на экранной форме (рисунок 6).

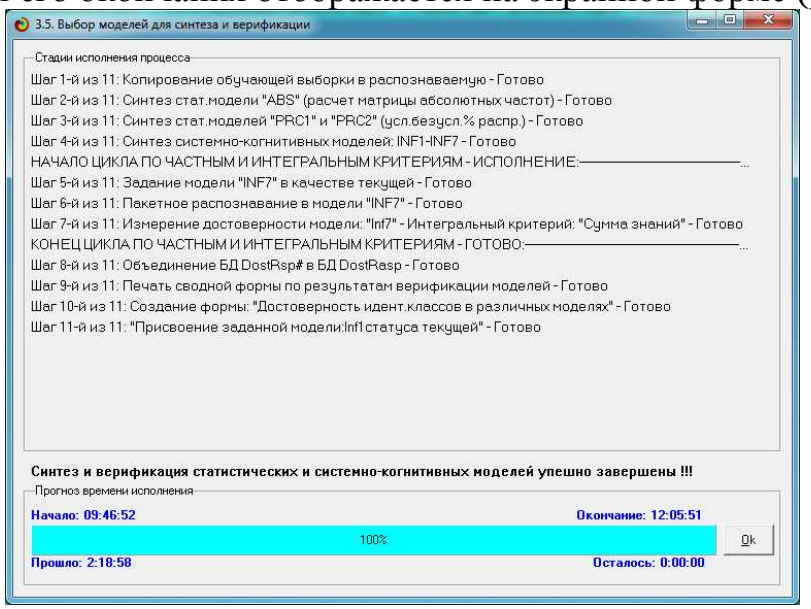


Рисунок 6. Экранная форма с отображением стадии процесса исполнения синтеза и верификации моделей и прогноза времени его окончания

Из рисунка 6 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 2 часа 10 минут 58 секунд. Отметим, что при синтезе и верификации моделей использовался графический процессор (GPU) видеокарты. На центральном процессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно большее время (на некоторых задачах это происходит в десятки, сотни и даже тысячи раз дольше). Таким образом, неграфические вычисления на графических процессорах видеокарты делает возможной обработку больших объемов исходных данных за разумное время. В процесс синтеза и верификации моделей осуществляется также расчет 10 выходных форм, на что уходит более 99% времени исполнения.

Фрагменты самих созданных статистических и системно-когнитивных моделей (СК-модели) приведены на рисунках 7-9:

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

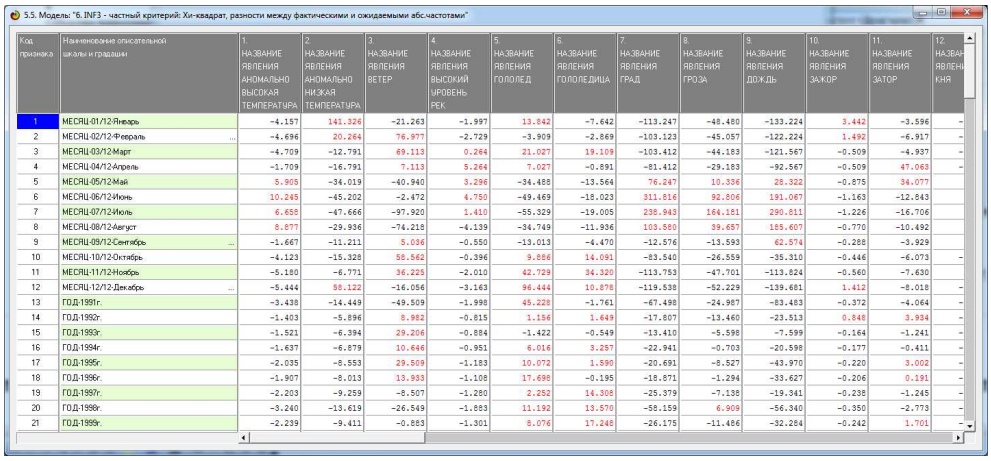
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНО ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТ...	2. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНО НИЗКАЯ ТЕМПЕРАТ...	3. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ВЕТЕР	4. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ РЕК	5. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕД	6. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕДИ...	7. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГРАД	8. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГРОЗА	9. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДОЖДЬ	10. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАЖОР	11. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАТОР	12. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ КНЯ
1	МЕСЯЦ-01/12-Январь	1	163	317	1	39	1		1	1	4	4	42
2	МЕСЯЦ-02/12-Февраль		40	385		19	5				2		58
3	МЕСЯЦ-03/12-Март		7	378	3	44	27		1	1		2	79
4	МЕСЯЦ-04/12-Апрель	3	3	316	8	30	7	22	16	30		54	56
5	МЕСЯЦ-05/12-Май	14		490	8	5		254	88	239		46	158
6	МЕСЯЦ-06/12-Июнь	21		703	11	3		548	196	471		3	288
7	МЕСЯЦ-07/12-Июль	18		646	8			488	273	586			311
8	МЕСЯЦ-08/12-Август	16		393				260	108	371			176
9	МЕСЯЦ-09/12-Сентябрь	1		180	1			46	12	132			58
10	МЕСЯЦ-10/12-Октябрь		2	329	2	30	21	7	13	72			68
11	МЕСЯЦ-11/12-Ноябрь		15	376	1	68	43		2	21			131
12	МЕСЯЦ-12/12-Декабрь		81	341		123	20			2	2		70
13	ГОД-1991г.			176		62	4	8	8	6		1	
14	ГОД-1992г.			101		8	4	13		13	1	6	
15	ГОД-1993г.			129		6	2	20	9	32		1	1
16	ГОД-1994г.			118		14	6	13	15	22		2	
17	ГОД-1995г.			163		20	5	24	11	9		6	
18	ГОД-1996г.			139		27	3	23	17	16		3	
19	ГОД-1997г.			136		13	18	23	14	38		2	1
20	ГОД-1998г.			186		27	19	13	38	28		2	
21	ГОД-1999г.			146		19	21	23	10	26		5	

Рисунок 7. Матрица абсолютных частот (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНО ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	2. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНО НИЗКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	3. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ВЕТЕР	4. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ РЕК	5. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕД	6. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕДИЦА	7. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГРАД	8. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГРОЗА	9. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДОЖДЬ	10. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАЖОР	11. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАТОР	12. НАЗВАН ЯВЛЕН КНЯ
1	МЕСЯЦ-01/12-Январь	-0.765	0.941	-0.030	-0.512	0.205	-1.006		-1.820	-2.286	0.919	-0.299	
2	МЕСЯЦ-02/12-Февраль ...		0.330	0.104		-0.087	-0.212				0.640		
3	МЕСЯЦ-03/12-Март		-0.485	0.094	0.043	0.303	0.574		-1.778	-2.244		-0.580	
4	МЕСЯЦ-04/12-Апрель	-0.210	-0.880	0.011	0.501	0.125	-0.056	-0.722	-0.484	-0.657		0.958	
5	МЕСЯЦ-05/12-Май	0.256		-0.037	0.248	-0.964		0.167	0.058	0.059		0.630	
6	МЕСЯЦ-06/12-Июнь	0.312		-0.002	0.264	-1.335		0.393	0.299	0.243		-0.776	
7	МЕСЯЦ-07/12-Июль	0.216		-0.066	0.090			0.314	0.429	0.320			
8	МЕСЯЦ-08/12-Август	0.378		-0.081				0.237	0.214	0.324			
9	МЕСЯЦ-09/12-Сентябрь ...	-0.458		0.013	-0.204			-0.113	-0.353	0.300			
10	МЕСЯЦ-10/12-Октябрь		-1.007	0.091	-0.084	0.187	0.519	-1.194	-0.519	-0.186			
11	МЕСЯЦ-11/12-Ноябрь		-0.174	0.047	-0.514	0.462	0.747		-1.499	-0.868			
12	МЕСЯЦ-12/12-Декабрь ...		0.590	-0.021		0.715	0.366			-1.988	0.571		
13	ГОД-1991г.			-0.116		0.610	-0.170	-1.047	-0.661	-1.261		-0.757	
14	ГОД-1992г.			0.043		0.073	0.248	-0.403		-0.482	0.880	0.497	
15	ГОД-1993г.			0.120		-0.099	-0.113	-0.239	-0.226	-0.099		-0.377	
16	ГОД-1994г.			0.044		0.262	0.365	-0.474	-0.021	-0.308		-0.087	
17	ГОД-1995г.			0.093		0.327	0.179	-0.290	-0.268	-0.827		0.324	
18	ГОД-1996г.			0.049		0.497	-0.029	-0.280	-0.034	-0.528		0.031	
19	ГОД-1997г.			-0.028		0.089	0.739	-0.347	-0.192	-0.192		-0.226	
20	ГОД-1998г.			-0.062		0.250	0.584	-0.793	0.094	-0.514		-0.406	
21	ГОД-1999г.			-0.003		0.258	0.804	-0.355	-0.357	-0.377		0.194	

Рисунок 8. Матрица информативностей INF1 (фрагмент)



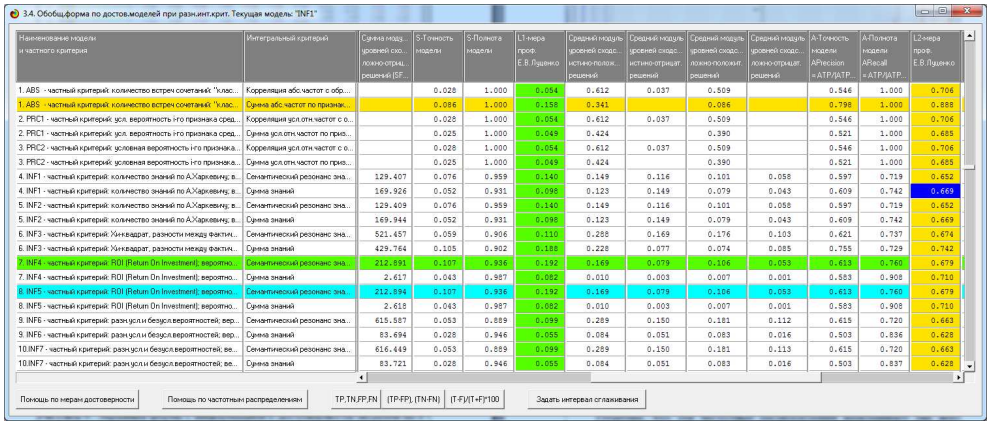
5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНО ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	2. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНО НИЗКАЯ ТЕМПЕРАТУРА	3. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ВЕТЕР	4. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ РЕК	5. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕД	6. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГОЛОЛЕДИЦА	7. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГРАД	8. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ГРОЗА	9. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДОЖДЬ	10. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАЖОР	11. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ЗАТОР	12. НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ
1	МЕСЯЦ-01/12-Январь	-4.157	141.326	-21.263	-1.997	13.842	-7.642	-113.247	-48.480	-133.224	3.442	-3.596	-
2	МЕСЯЦ-02/12-Февраль	-4.696	20.264	76.977	-2.729	-3.909	-2.869	-103.123	-45.057	-122.224	1.492	-6.917	-
3	МЕСЯЦ-03/12-Март	-4.709	-12.791	69.113	0.264	21.027	19.109	-103.412	-44.183	-121.567	-0.509	-4.937	-
4	МЕСЯЦ-04/12-Апрель	-1.709	-16.791	7.113	5.264	7.027	-0.891	-81.412	-29.183	-92.567	-0.509	47.063	-
5	МЕСЯЦ-05/12-Май	5.905	-34.019	-40.940	3.296	-34.488	-13.564	76.247	10.336	28.322	-0.875	34.077	
6	МЕСЯЦ-06/12-Июнь	10.245	-45.202	-2.472	4.750	-49.469	-18.023	311.816	92.806	191.067	-1.163	-12.843	
7	МЕСЯЦ-07/12-Июль	6.658	-47.666	-97.920	1.410	-55.329	-19.005	238.943	164.181	290.811	-1.226	-16.706	
8	МЕСЯЦ-08/12-Август	8.877	-29.936	-74.218	-4.139	-34.749	-11.936	103.580	39.657	185.607	-0.770	-10.492	
9	МЕСЯЦ-09/12-Сентябрь	-1.667	-11.211	5.036	-0.550	-13.013	-4.470	-12.576	-13.593	62.574	-0.288	-3.929	
10	МЕСЯЦ-10/12-Октябрь	-4.123	-15.328	58.562	-0.396	9.856	14.091	-83.540	-26.559	-35.310	-0.446	-6.073	-
11	МЕСЯЦ-11/12-Ноябрь	-5.180	-6.771	36.225	-2.010	42.729	34.320	-113.753	-47.701	-113.824	-0.560	-7.630	
12	МЕСЯЦ-12/12-Декабрь	-5.444	58.122	-16.056	-3.163	96.444	10.878	-119.538	-52.229	-139.681	1.412	-8.018	-
13	ГОД-1991г.	-3.438	-14.449	-49.509	-1.998	45.228	-1.761	-67.498	-24.987	-83.483	-0.372	-4.064	-
14	ГОД-1992г.	-1.403	-5.896	8.982	-0.815	1.156	1.649	-17.807	-13.460	-23.513	0.848	3.934	-
15	ГОД-1993г.	-1.521	-6.394	29.206	-0.884	-1.422	-0.549	-13.410	-5.598	-7.599	-0.164	-1.241	-
16	ГОД-1994г.	-1.637	-6.879	10.646	-0.951	6.016	3.257	-22.941	-0.703	-20.598	-0.177	-0.411	-
17	ГОД-1995г.	-2.035	-8.553	29.509	-1.183	10.072	1.590	-20.691	-8.527	-43.970	-0.220	3.002	-
18	ГОД-1996г.	-1.907	-8.013	13.933	-1.108	17.698	-0.195	-18.871	-1.294	-33.627	-0.206	0.191	-
19	ГОД-1997г.	-2.203	-9.259	-8.507	-1.280	2.252	14.308	-25.379	-7.138	-19.341	-0.238	-1.245	-
20	ГОД-1998г.	-3.240	-13.619	-26.549	-1.883	11.192	13.570	-58.159	6.909	-56.340	-0.350	-2.773	-
21	ГОД-1999г.	-2.239	-9.411	-0.883	-1.301	8.076	17.248	-26.175	-11.486	-32.284	-0.242	1.701	-

Рисунок 9. Модель INF3 (фрагмент)

Верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1- L2-мерам проф.Е.В.Луценко, смягчающие и преодолевающие недостатки F-меры [34]. В режиме 3.4 системы «Эйдос» изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности (рисунок 10).



3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель "INF1"

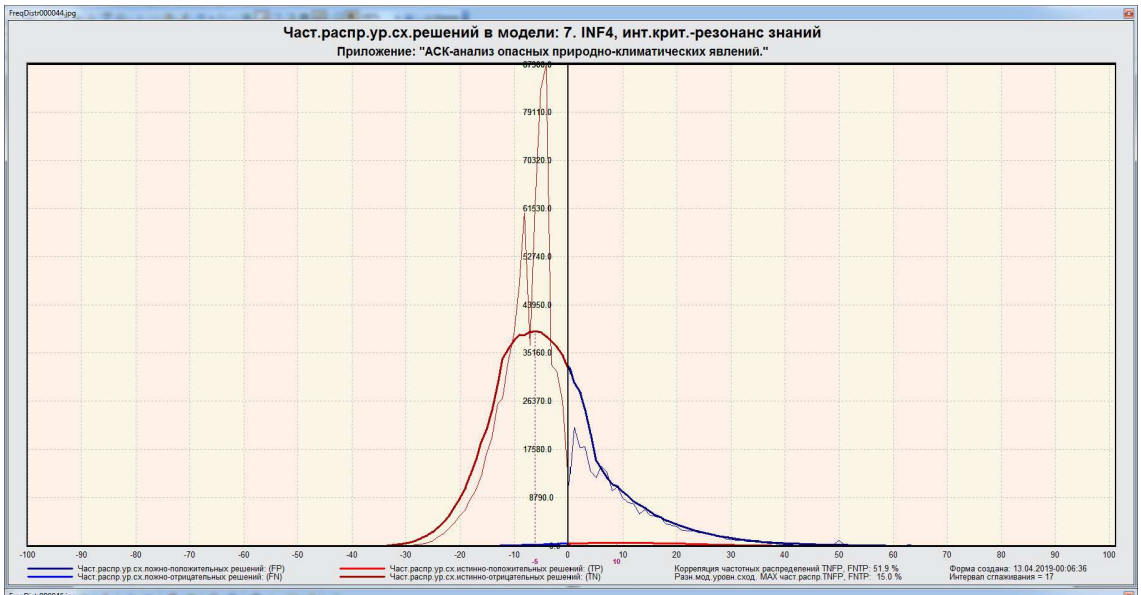
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Сумма модул. уровней сход... ложно-отрац... решений (SF...	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сходс... истинно-полож... решений	Средний модуль уровней сходс... истинно-отрицат... решений	Средний модуль уровней сходс... ложно-положит. решений	Средний модуль уровней сходс... ложно-отрицат. решений	A-Точность модели APrecision =ATP/(ATP...	A-Полнота модели ARecall =ATP/(ATP...	L2-мера проф Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Клас...	Корреляция абс.частот с обр...		0.028	1.000	0.054	0.612	0.037	0.509		0.546	1.000	0.706
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Клас...	Сумма абс.частот по признак...		0.086	1.000	0.158	0.341		0.086		0.798	1.000	0.888
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...		0.028	1.000	0.054	0.612	0.037	0.509		0.546	1.000	0.706
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по прия...		0.025	1.000	0.049	0.424		0.390		0.521	1.000	0.685
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...		0.028	1.000	0.054	0.612	0.037	0.509		0.546	1.000	0.706
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по прия...		0.025	1.000	0.049	0.424		0.390		0.521	1.000	0.685
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	129.407	0.076	0.959	0.140	0.149	0.116	0.101	0.058	0.597	0.719	0.652
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	169.926	0.052	0.931	0.098	0.123	0.149	0.079	0.043	0.609	0.742	0.669
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	129.409	0.076	0.959	0.140	0.149	0.116	0.101	0.058	0.597	0.719	0.652
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	169.944	0.052	0.931	0.098	0.123	0.149	0.079	0.043	0.609	0.742	0.669
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	521.457	0.059	0.906	0.110	0.288	0.169	0.176	0.103	0.621	0.737	0.674
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	429.764	0.105	0.902	0.188	0.228	0.077	0.074	0.085	0.755	0.729	0.742
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	212.891	0.107	0.936	0.192	0.169	0.079	0.106	0.053	0.613	0.760	0.679
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	2.617	0.043	0.987	0.082	0.010	0.003	0.007	0.001	0.583	0.908	0.710
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	212.894	0.107	0.936	0.192	0.169	0.079	0.106	0.053	0.613	0.760	0.679
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	2.618	0.043	0.987	0.082	0.010	0.003	0.007	0.001	0.583	0.908	0.710
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	615.587	0.053	0.889	0.099	0.289	0.150	0.181	0.112	0.615	0.720	0.663
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	83.694	0.028	0.946	0.055	0.084	0.051	0.083	0.016	0.503	0.836	0.628
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	616.449	0.053	0.889	0.099	0.289	0.150	0.181	0.113	0.615	0.720	0.663
10.INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	83.721	0.028	0.946	0.055	0.084	0.051	0.083	0.016	0.503	0.837	0.628

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TP,TN,FP,FN | (TP-FP), (TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал сглаживания

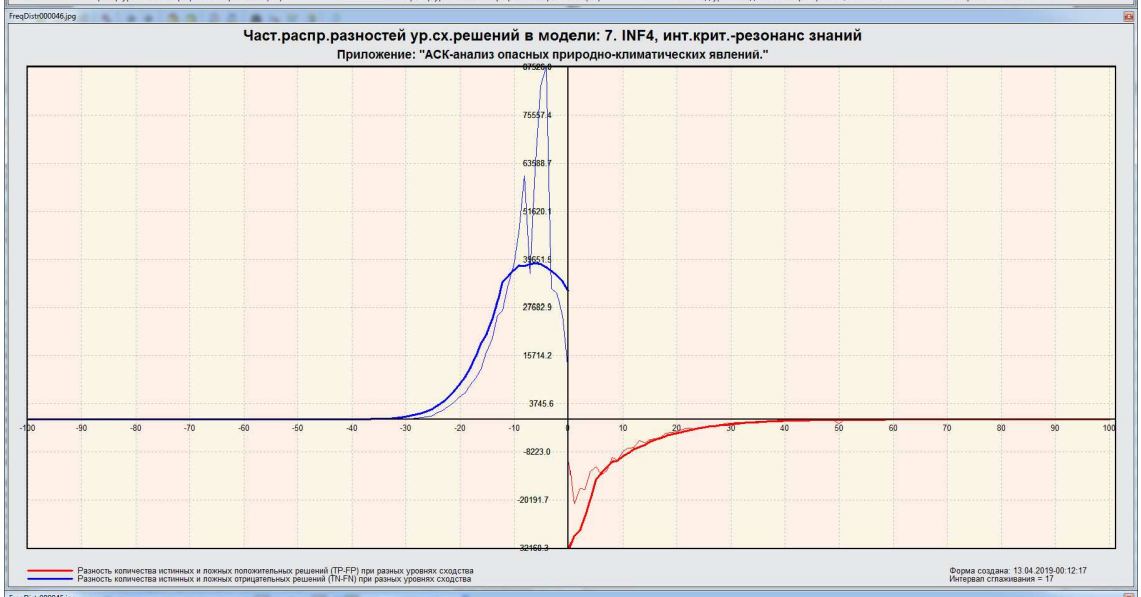
Рисунок 10. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко [34]

Из рисунка 10 мы видим, что в данном интеллектуальном приложении по критерию L3 наиболее достоверной (L3=0,888 при максимуме 1,000) является модель ABS с интегральным критерием «сумма абсолютных частот», что является неплохим показателем для данной предметной области [34]. На рисунке 11 приведены частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений и их разности, по результатам прогнозирования в СК-модели INF4 опасных природно-климатических явлений по данным обучающей выборки, включающей 22471 наблюдение на территории России за 27 лет:

А)



Б)



В)

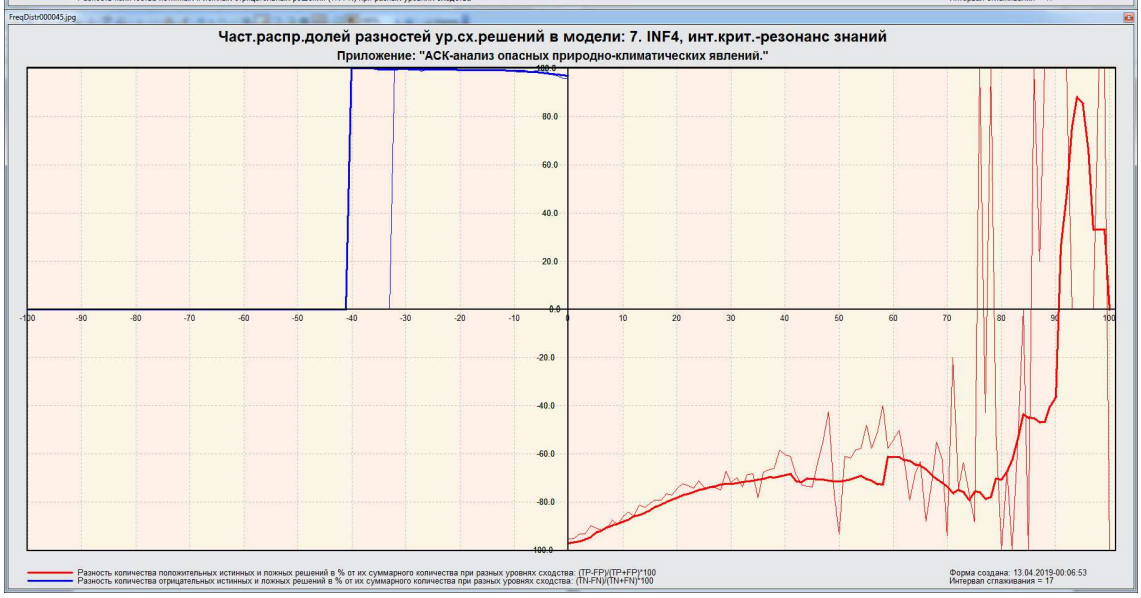


Рисунок 11. Частотные распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений

Из рисунка 11-В видно, что:

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

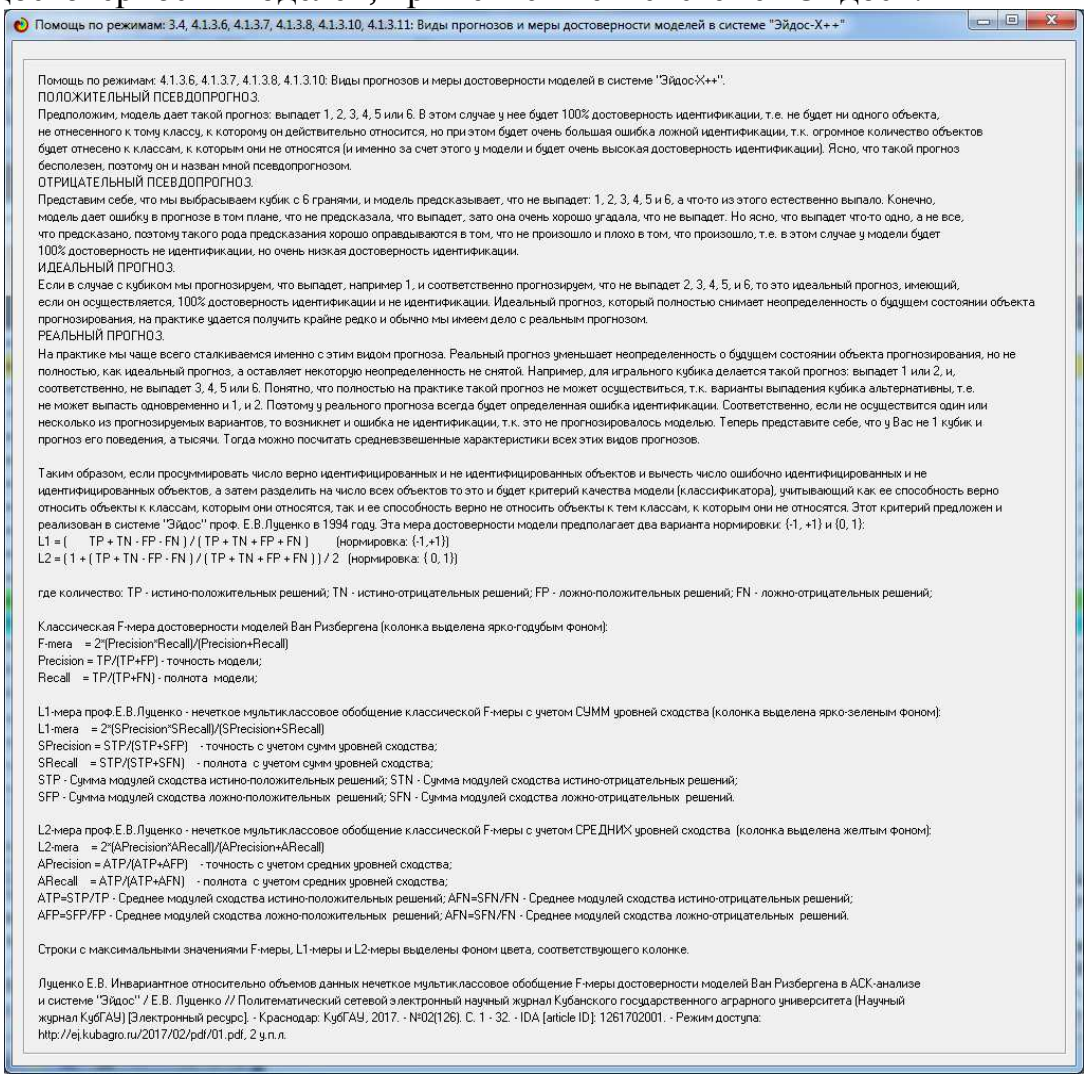
2. Для положительных решений картина более сложная и включает 2 диапазона уровней сходства:

- при уровнях сходства от 0% до примерно 90% количество ложных решений больше числа истинных;

- при уровнях сходства выше 90% количество истинных решений превосходит число ложных.

СК-модель INF4 взята нами для примера на рисунке 10, т.к. эта модель наиболее достоверная.

На рисунке 12 приведен Help по режиму 3.4, в котором описаны меры достоверности моделей, применяемые в системе «Эйдос»:



Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10, 4.1.3.11: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++"

Помощь по режимам: 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".
ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Предположим, модель дает такой прогноз: выпадет 1, 2, 3, 4, 5 или 6. В этом случае у нее будет 100% достоверность идентификации, т.е. не будет ни одного объекта, не отнесенного к тому классу, к которому он действительно относится, но при этом будет очень большая ошибка ложной идентификации, т.к. огромное количество объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся (и именно за счет этого у модели и будет очень высокая достоверность идентификации). Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.
ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что-то из этого естественно выпало. Конечно, модель дает ошибку в прогнозе в том плане, что не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо угадала, что не выпадет. Но ясно, что выпадет что-то одно, а не все, что предсказано, поэтому такого рода предсказания хорошо оправдываются в том, что не произошло и плохо в том, что произошло, т.е. в этом случае у модели будет 100% достоверность не идентификации, но очень низкая достоверность идентификации.
ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.
Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.
РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.
На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представите себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.

Таким образом, если просуммировать число верно идентифицированных и не идентифицированных объектов и вычесть число ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов, а затем разделить на число всех объектов то это и будет критерий качества модели (классификатора), учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Этот критерий предложен и реализован в системе "Эйдос" проф. Е.В.Луценко в 1994 году. Эта мера достоверности модели предполагает два варианта нормировки: {-1, +1} и {0, 1}:
L1 = (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN) (нормировка: {-1,+1})
L2 = (1 + (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)) / 2 (нормировка: { 0, 1})

где количество: TP - истинно-положительных решений; TN - истинно-отрицательных решений; FP - ложно-положительных решений; FN - ложно-отрицательных решений;

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Ризбергена (колонка выделена ярко-годубым фоном):
F-mera = 2*(Precision*Recall)/(Precision+Recall)
Precision = TP/(TP+FP) - точность модели;
Recall = TP/(TP+FN) - полнота модели;

L1-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СУММ уровней сходства (колонка выделена ярко-зеленым фоном):
L1-mera = 2*(SPrecision*SRecall)/(SPrecision+SRecall)
SPrecision = STP/(STP+SFP) - точность с учетом сумм уровней сходства;
SRecall = STP/(STP+SFN) - полнота с учетом сумм уровней сходства;
STP - Сумма модулей сходства истинно-положительных решений; STN - Сумма модулей сходства истинно-отрицательных решений;
SFP - Сумма модулей сходства ложно-положительных решений; SFN - Сумма модулей сходства ложно-отрицательных решений.

L2-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):
L2-mera = 2*(APrecision*ARecall)/(APrecision+ARecall)
APrecision = ATP/(ATP+AFP) - точность с учетом средних уровней сходства;
ARecall = ATP/(ATP+AFN) - полнота с учетом средних уровней сходства;
ATP=STP/TP - Среднее модулей сходства истинно-положительных решений; AFN=SFN/FN - Среднее модулей сходства истинно-отрицательных решений;
AFP=SFP/FP - Среднее модулей сходства ложно-положительных решений; AFN=SFN/FN - Среднее модулей сходства ложно-отрицательных решений.

Строки с максимальными значениями F-меры, L1-меры и L2-меры выделены фоном цвета, соответствующего колонке.

Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №02(126). С. 1 - 32. - IDA [article ID]: 1261702001. - Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf, 2 у.п.л.

Рисунок 12. Экранная форма с информацией о достоверности моделей по F-критерию Ван Ризбергена и L1- и L2-критериям проф.Е.В.Луценко [34]

Отметим, что различные опасные природно-климатические явления прогнозируются с разной достоверностью в разных моделях (т.е. с разными частными критериями) и с разными интегральными критериями (таблица 5):

Таблица 5 – Достоверность прогнозирования различных опасных природно-климатических явлений по L2-критерию в разных моделях и с разными интегральными критериями

Код	Наименование	Достоверн. по L2-критерию	Модель	Интегр. критерий	ABSK	PRC1K	PRC2K	INF1K	INF2K	INF3K	INF4K	INF5K	INF6K	INF7K	ABSI	PRC1I	PRC2I	INF1I	INF2I	INF3I	INF4I	INF5I	INF6I	INF7I
4	Высокий уровень рек	0,986	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,93	0,93	0,92	0,99	0,99	0,93	0,93	0,00	0,00	0,00	0,62	0,62	0,92	0,43	0,43	0,90	0,90
20	Отрыв льда	0,951	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,69	0,69	0,26	0,95	0,95	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Нагонные явления	0,918	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,77	0,77	0,63	0,92	0,92	0,66	0,66	0,00	0,00	0,00	0,46	0,46	0,63	0,39	0,39	0,45	0,45
22	Половодье	0,910	INF4	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,67	0,67	0,35	0,91	0,91	0,38	0,38	0,02	0,02	0,02	0,72	0,72	0,35	0,56	0,56	0,34	0,34
23	Продолжительный дождь	0,905	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,82	0,82	0,67	0,91	0,91	0,71	0,71	0,00	0,00	0,00	0,61	0,61	0,67	0,52	0,52	0,56	0,56
14	Метель	0,903	INF6	Резонанс	0,05	0,05	0,05	0,46	0,46	0,90	0,79	0,79	0,90	0,90	0,05	0,05	0,05	0,72	0,72	0,90	0,61	0,61	0,90	0,90
41	Туман	0,890	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,87	0,87	0,84	0,89	0,89	0,85	0,85	0,00	0,00	0,00	0,56	0,56	0,84	0,48	0,48	0,52	0,52
42	Цунами	0,871	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,72	0,72	0,21	0,87	0,87	0,21	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
1	Аномально высокая температура	0,868	INF4	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,81	0,81	0,23	0,87	0,87	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,34	0,34	0,23	0,23	0,23	0,20	0,20
36	Смерч	0,864	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,78	0,78	0,43	0,86	0,86	0,45	0,45	0,00	0,00	0,00	0,48	0,48	0,43	0,32	0,32	0,25	0,25
10	Зажор	0,864	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,65	0,65	0,64	0,86	0,86	0,56	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Затор	0,852	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,73	0,73	0,76	0,85	0,85	0,70	0,70	0,00	0,00	0,00	0,55	0,55	0,76	0,46	0,46	0,47	0,47
25	Раннее ледообразование	0,837	INF1	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,84	0,84	0,25	0,84	0,84	0,25	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
26	Резкое повышение температуры	0,820	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,71	0,71	0,36	0,82	0,82	0,23	0,23	0,00	0,00	0,00	0,19	0,19	0,36	0,19	0,19	0,15	0,15
43	Чрезвычайная пожароопасность	0,811	INF4	Резонанс	0,07	0,07	0,07	0,65	0,65	0,33	0,81	0,81	0,33	0,33	0,07	0,07	0,07	0,66	0,66	0,33	0,49	0,49	0,33	0,33
24	Пыльная буря	0,811	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,80	0,80	0,70	0,81	0,81	0,70	0,70	0,00	0,00	0,00	0,51	0,51	0,70	0,40	0,40	0,66	0,66
18	Обледенение судов	0,801	INF4	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,55	0,55	0,75	0,80	0,80	0,55	0,55	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,75	0,01	0,01	0,01	0,01
17	Низкая межень	0,797	INF4	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,58	0,58	0,28	0,80	0,80	0,18	0,18	0,01	0,01	0,01	0,50	0,50	0,28	0,33	0,33	0,15	0,15
16	Наледи	0,794	INF1	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,79	0,79	0,25	0,79	0,79	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
21	Паводок	0,783	INF4	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,49	0,49	0,24	0,78	0,78	0,25	0,25	0,02	0,02	0,02	0,68	0,68	0,24	0,54	0,54	0,24	0,24
5	Гололед	0,775	INF3	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,56	0,56	0,76	0,67	0,67	0,76	0,76	0,02	0,02	0,02	0,67	0,67	0,76	0,51	0,51	0,72	0,72
29	Сгонные явления	0,770	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,57	0,57	0,25	0,77	0,77	0,19	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Аномально низкая температура	0,769	INF4	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,68	0,68	0,27	0,77	0,77	0,26	0,26	0,01	0,01	0,01	0,49	0,49	0,27	0,31	0,31	0,23	0,23
28	РИП	0,767	INF3	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,66	0,66	0,77	0,75	0,75	0,76	0,76	0,02	0,02	0,02	0,64	0,64	0,77	0,50	0,50	0,68	0,68
30	Сель	0,767	INF4	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,47	0,47	0,19	0,77	0,77	0,20	0,20	0,01	0,01	0,01	0,59	0,59	0,19	0,45	0,45	0,19	0,19
35	Сложные отложения	0,756	INF3	Резонанс	0,03	0,03	0,03	0,45	0,45	0,76	0,61	0,61	0,70	0,70	0,03	0,03	0,03	0,62	0,62	0,76	0,50	0,50	0,69	0,69
6	Гололедица	0,750	INF6	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,68	0,68	0,73	0,71	0,71	0,75	0,75	0,01	0,01	0,01	0,56	0,56	0,73	0,45	0,45	0,64	0,64
32	Сильное волнение	0,739	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,67	0,67	0,58	0,74	0,74	0,21	0,21	0,00	0,00	0,00	0,12	0,12	0,58	0,12	0,12	0,12	0,12
27	Резкое понижение температуры	0,739	INF1	Сумма	0,04	0,04	0,04	0,62	0,62	0,59	0,67	0,67	0,60	0,60	0,04	0,04	0,04	0,74	0,74	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
34	Сильный тягун	0,737	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,56	0,56	0,66	0,74	0,74	0,58	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00
37	Смешанные осадки	0,726	INF6	Резонанс	0,03	0,03	0,03	0,52	0,52	0,72	0,53	0,53	0,73	0,73	0,03	0,03	0,03	0,70	0,70	0,72	0,57	0,57	0,72	0,72
40	Сход снежных лавин	0,725	INF4	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,55	0,55	0,28	0,72	0,72	0,29	0,29	0,02	0,02	0,02	0,57	0,57	0,28	0,41	0,41	0,27	0,27
19	Оползни	0,723	INF4	Резонанс	0,00	0,00	0,00	0,68	0,68	0,36	0,72	0,72	0,24	0,24	0,00	0,00	0,00	0,24	0,24	0,36	0,23	0,23	0,19	0,19
33	Сильный мороз	0,698	INF4	Резонанс	0,02	0,02	0,02	0,55	0,55	0,28	0,70	0,70	0,28	0,28	0,02	0,02	0,02	0,63	0,63	0,28	0,42	0,42	0,27	0,27
12	КНЯ	0,684	INF6	Резонанс	0,07	0,07	0,07	0,25	0,25	0,67	0,39	0,39	0,68	0,68	0,07	0,07	0,07	0,49	0,49	0,67	0,41	0,41	0,66	0,66
39	Снежные заносы	0,665	INF3	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,52	0,52	0,67	0,66	0,66	0,65	0,65	0,01	0,01	0,01	0,52	0,52	0,67	0,39	0,39	0,59	0,59
31	Сильная жара	0,644	INF4	Резонанс	0,01	0,01	0,01	0,49	0,49	0,45	0,64	0,64	0,26	0,26	0,01	0,01	0,01	0,50	0,50	0,45	0,36	0,36	0,15	0,15
9	Дождь	0,634	INF1	Сумма	0,09	0,09	0,09	0,45	0,45	0,56	0,52	0,52	0,56	0,56	0,09	0,09	0,09	0,63	0,63	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55
8	Гроза	0,633	INF4	Резонанс	0,03	0,03	0,03	0,50	0,50	0,48	0,63	0,63	0,45	0,45	0,03	0,03	0,03	0,62	0,62	0,48	0,49	0,49	0,40	0,40
	Средневзвешенное:	0,621	INF5	Резонанс	0,08	0,08	0,08	0,50	0,50	0,56	0,62	0,62	0,55	0,55	0,08	0,08	0,08	0,60	0,60	0,56	0,50	0,50	0,53	0,53
13	Ливень	0,612	INF3	Резонанс	0,04	0,04	0,04	0,46	0,46	0,61	0,59	0,59	0,58	0,58	0,04	0,04	0,04	0,61	0,61	0,61	0,49	0,49	0,55	0,55
38	Снег	0,609	INF3	Резонанс	0,05	0,05	0,05	0,51	0,51	0,61	0,58	0,58	0,59	0,59	0,05	0,05	0,05	0,61	0,61	0,61	0,54	0,54	0,58	0,58
7	Град	0,586	INF3	Резонанс	0,07	0,07	0,07	0,32	0,32	0,59	0,40	0,40	0,57	0,57	0,07	0,07	0,07	0,54	0,54	0,59	0,45	0,45	0,56	0,56
3	Ветер	0,579	INF5	Резонанс	0,22	0,22	0,22	0,49	0,49	0,55	0,58	0,58	0,55	0,55	0,22	0,22	0,22	0,57	0,57	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

В таблице 5 максимальные значения L2-критерия достоверности прогнозирования для каждого опасного явления отмечены желтым фоном. Из этой таблицы мы видим, что по L2-критерию по большинству опасных природно-климатических явлений наиболее достоверной является СК-модель INF4 с интегральным критерием «Резонанс знаний». Поэтому (в соответствии с рисунком 1) и примем эту СК-модель в качестве текущей.

Выбор наиболее достоверной модели и присвоение ей статуса текущей

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос» (рисунок 1), присвоим СК-модели INF4 статус текущей модели. Для это запустим режим 5.6 с параметрами, приведенными на экранной форме (рисунок 13):

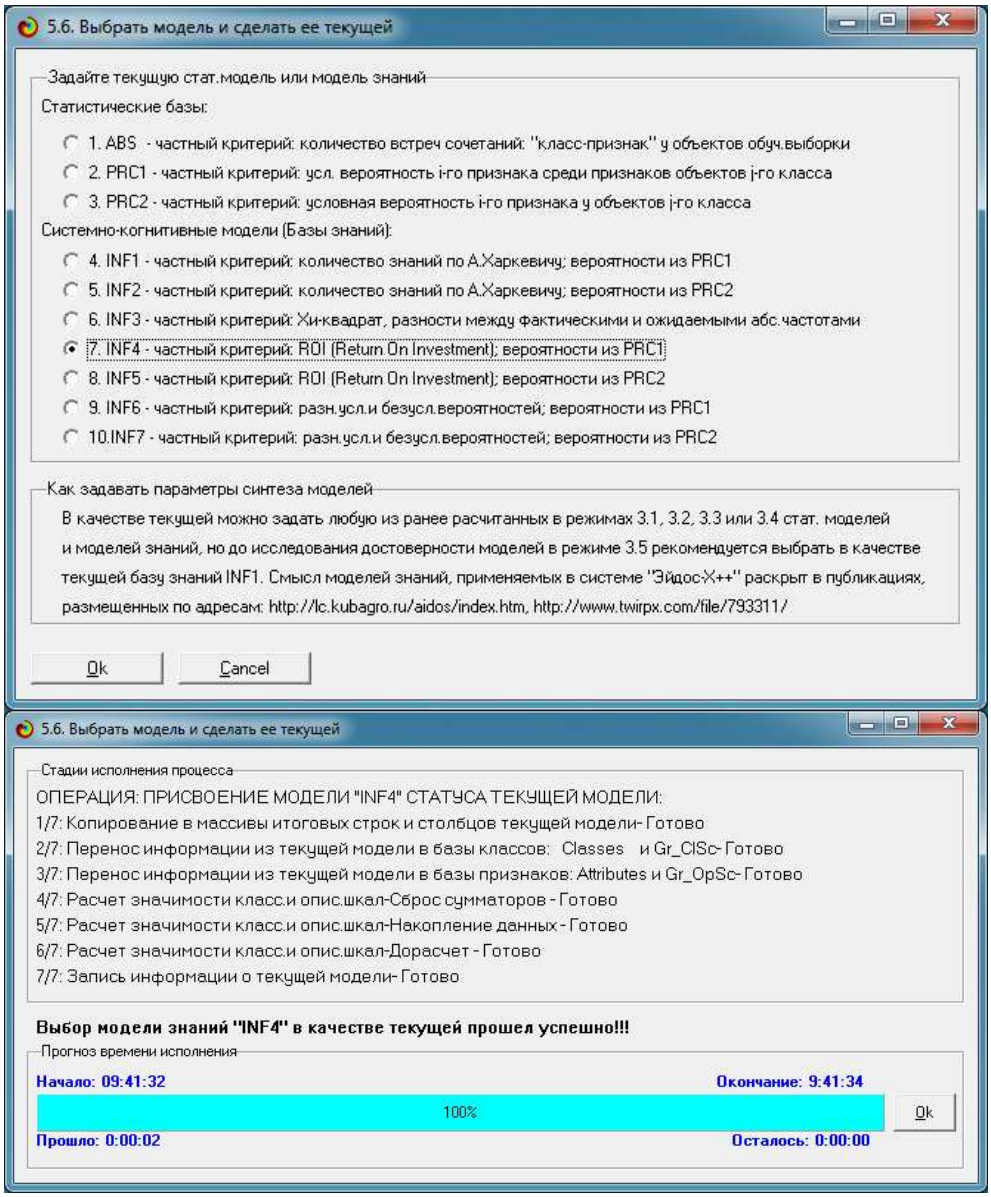


Рисунок 13. Экранные формы придания наиболее достоверной по L2-критерию СК-модели Inf4 статуса текущей модели

Задача 4: решение различных задач в наиболее достоверной модели

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

Решим задачу прогнозирования обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF4 на GPU. Для этого запустим режим 4.1.2 (рисунок 14).

Из рисунка 14 видно, что прогнозирование 22471 наблюдение на территории России за 27 лет заняло 10 минут 13 секунд.

Отметим, что 99,999% этого времени заняло не само прогнозирование на GPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этого

прогнозирования. Эти формы отражают результаты прогнозирования в различных разрезах и обобщениях:

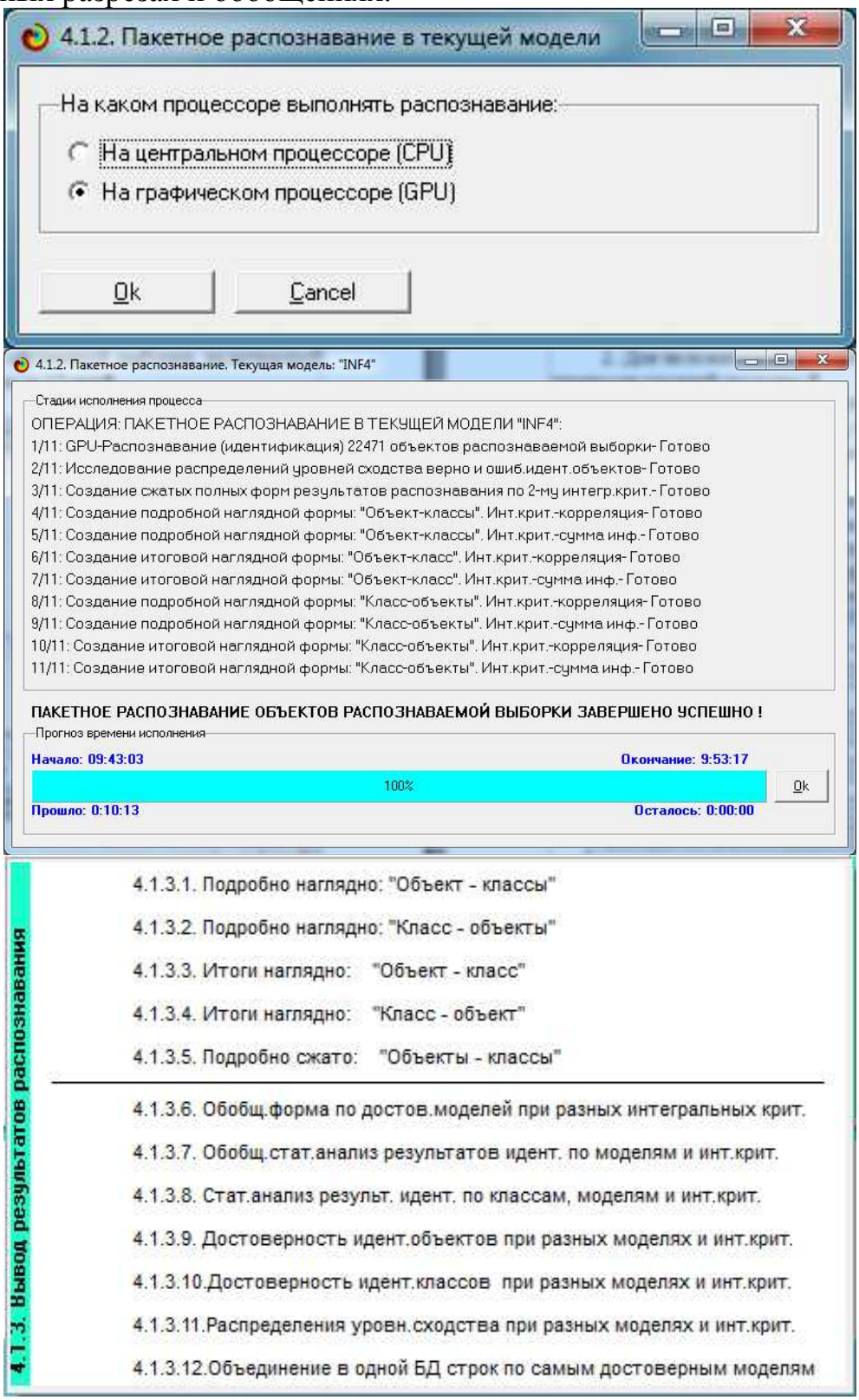


Рисунок 14. Экранные формы отображения процесса решения задачи прогнозирования в текущей модели

Приведем две из этих 10 форм: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 15):

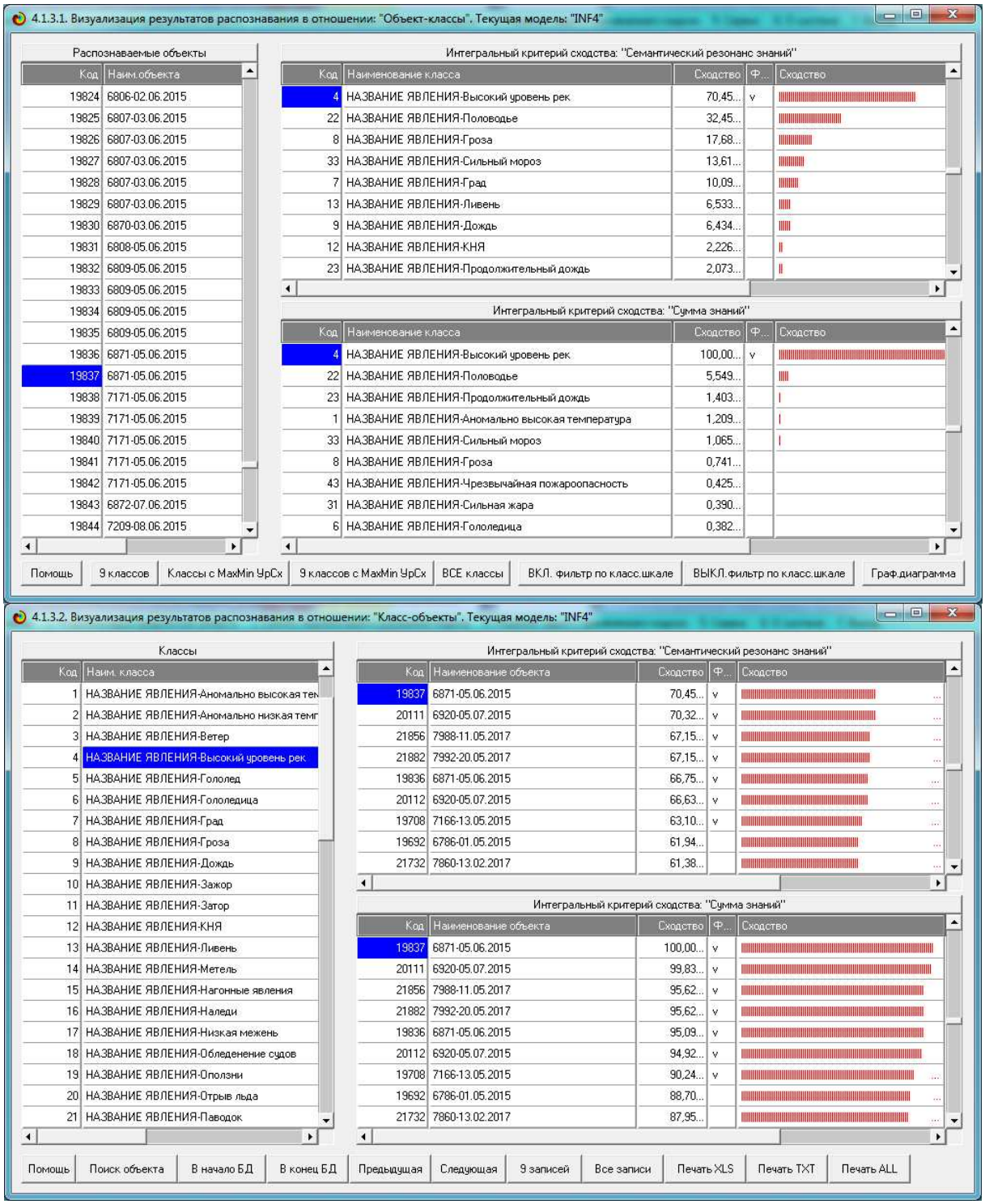


Рисунок 15. Выходные формы по результатам прогнозирования опасных природно-климатических явлений

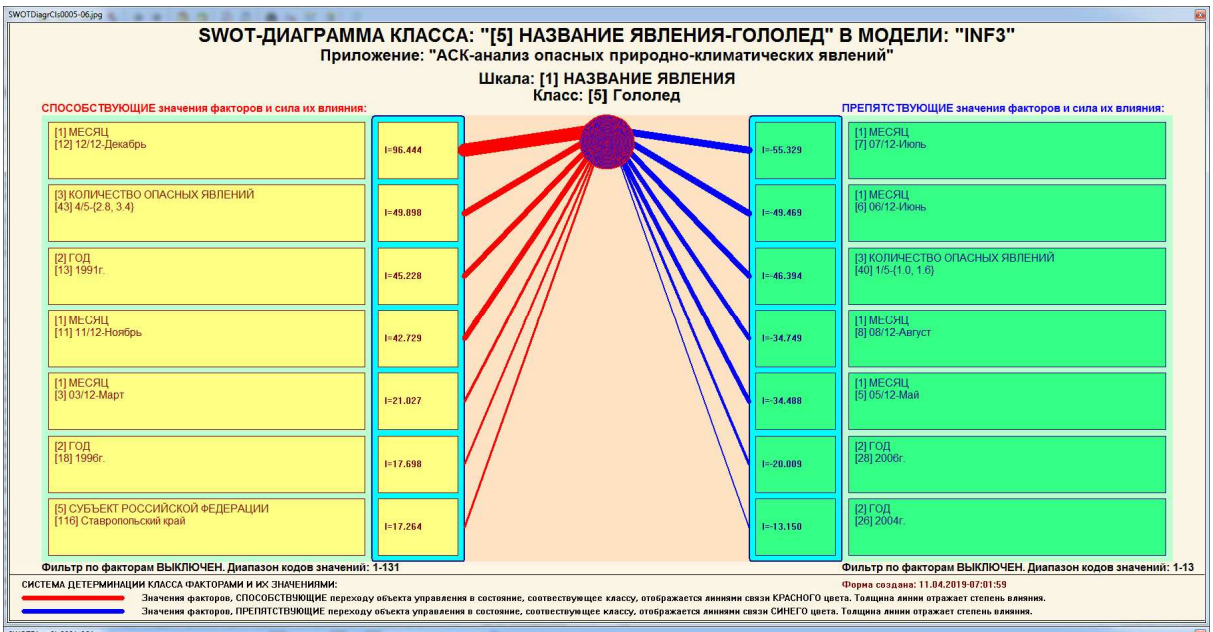
Символ «√» стоит против тех результатов прогнозирования, которые подтвердились на опыте, т.е. соответствуют факту. Из рисунка 15 видно, что результаты прогнозирования являются очень хорошими, естественно при учете информации из рисунка 11-Б о том, что достоверные прогнозы в

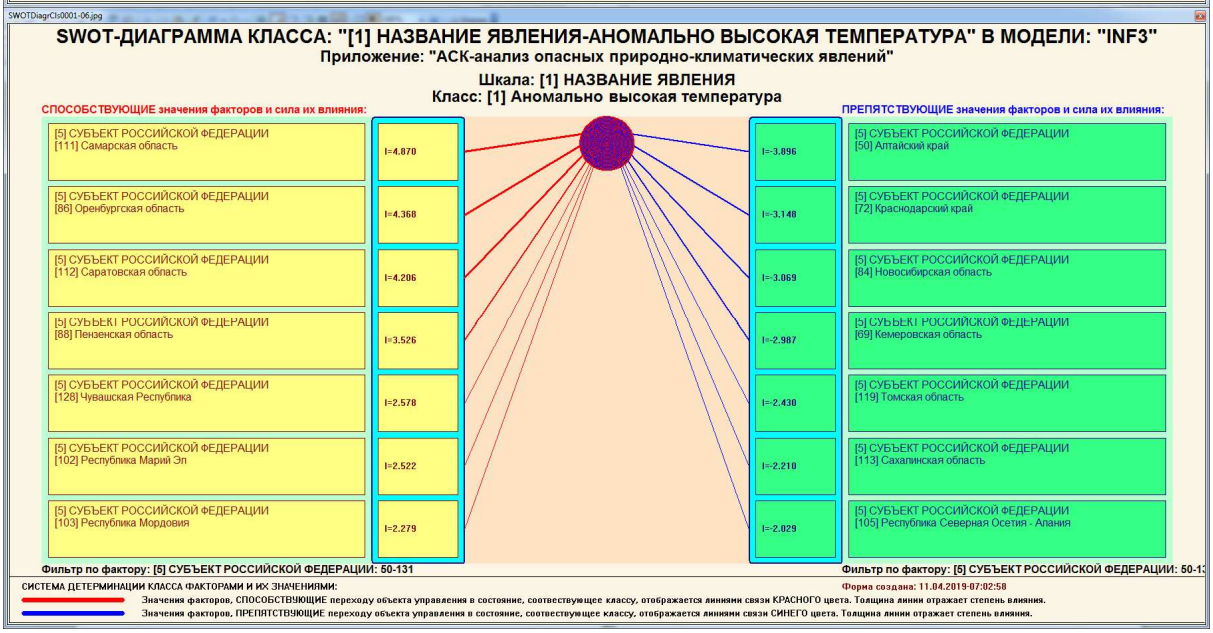
данной модели имеют уровень сходства выше 90%, т.е. по сути остальные прогнозы надо просто игнорировать.

Подзадача 4.2. Поддержка принятия решений

При принятии решений определяется сила и направление влияния факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути это решение задачи SWOT-анализа [35].

В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом ***выявляется система детерминации заданного класса***, т.е. система значений факторов, обуславливающих переход объекта моделирования и управления в состояние, соответствующее данному классу (рисунки 16):





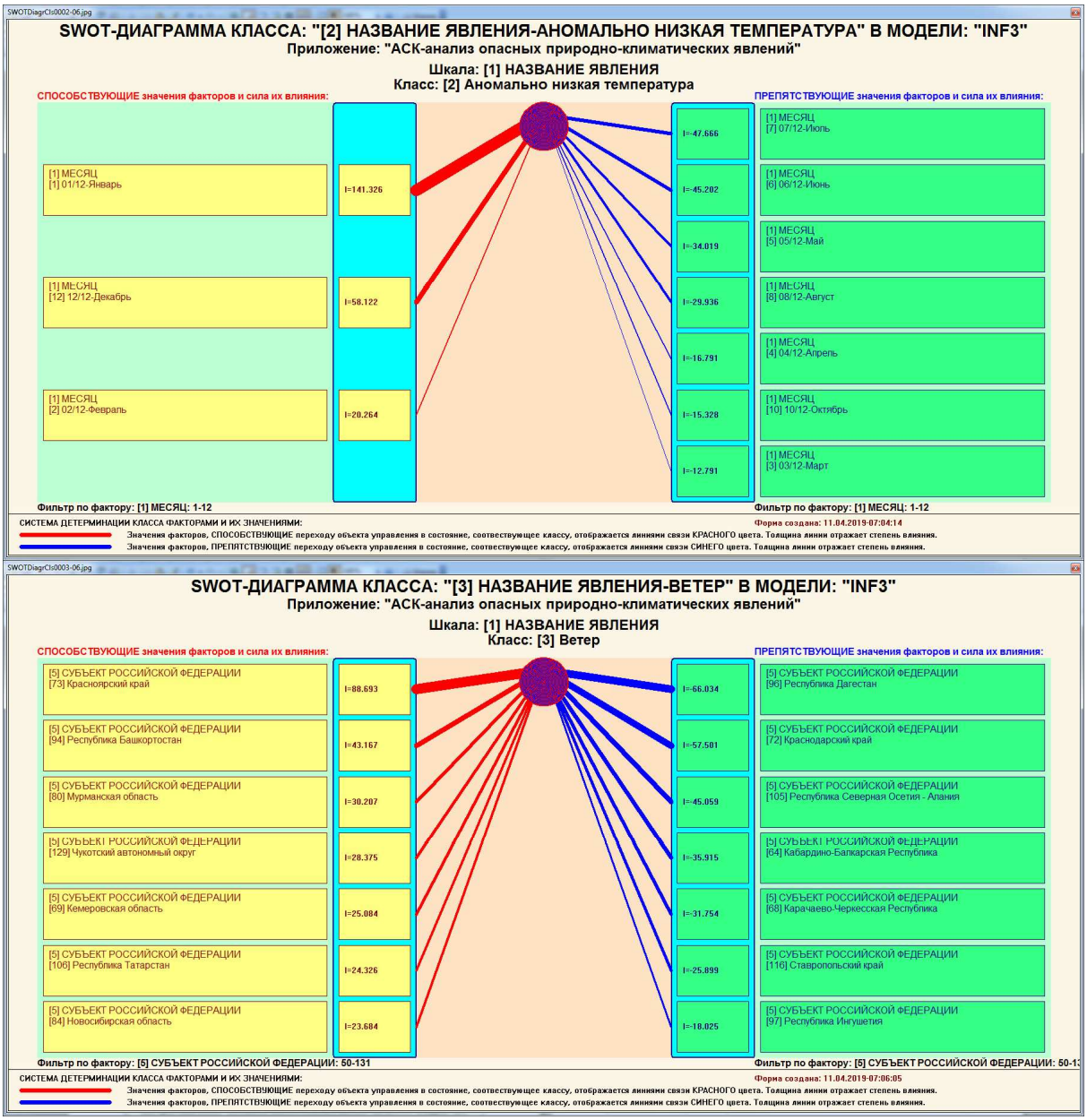
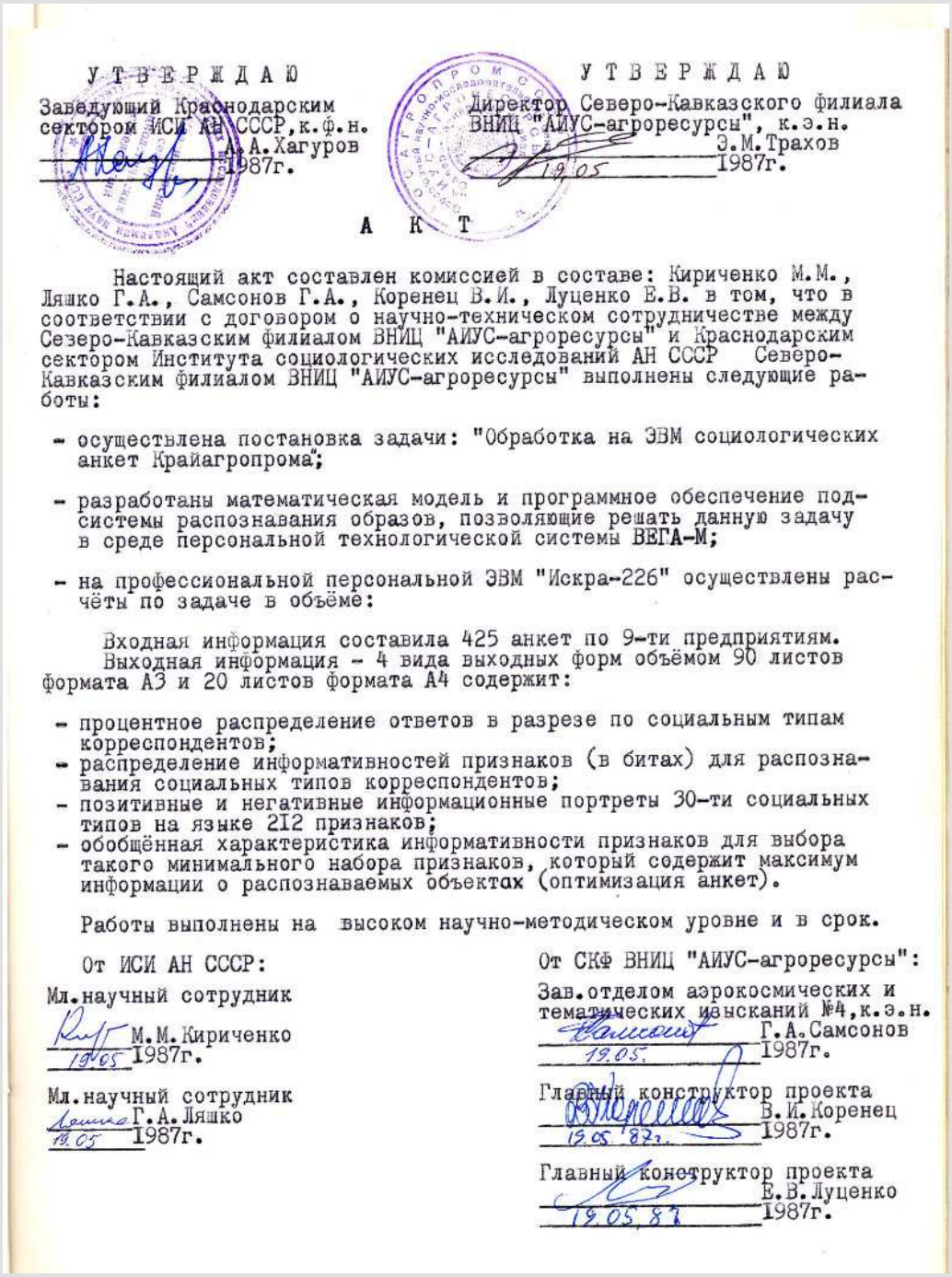


Рисунок 16. SWOT-диаграммы, отражающие систему детерминации различных опасных природно-климатических явлений

Выходные формы, приведенные на рисунках 16, как говорят «интуитивно понятны», т.е. не требуют особых комментариев. Отметим лишь, что информация быть приведена не только в приведенных, но и во многих других табличных и графических формах, которые в данной работе не приводятся только из-за ограниченности ее размера. В частности в этих формах может быть выведена значительно более полная информация (в т.ч. вообще вся имеющая в модели). Подобная подробная информация содержится в базах данных, расположенных по пути: c:\Aidos-

X\AID_DATA\A0000003\System\SWOTCls####Inf3.DBF [5], где: «####» – код класса с ведущими нулями.

Отметим, что система «Эйдос» обеспечивала решение этой всегда, даже в самых ранних DOS-версиях и в реализациях системы «Эйдос» на других языках и типах компьютеров. Первый акт внедрения системы «Эйдос», где об этом упоминается в явном виде, датируется 1987 годом.



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

УТВЕРЖДАЮ
Директор Северо-Кавказского филиала ВНИЦ "АИУС-агроресурсы", к.э.н.
Э.М.Трахов
19.05 1987г.

А К Т

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

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

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

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

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

От ИСИ АН СССР:
Мл.научный сотрудник
М.М.Кириченко
19.05 1987г.

Мл.научный сотрудник
Г.А.Ляшко
19.05 1987г.

От СКФ ВНИЦ "АИУС-агроресурсы":
Зав.отделом аэрокосмических и тематических изысканий №4, к.э.н.
Г.А.Самсонов
19.05. 1987г.

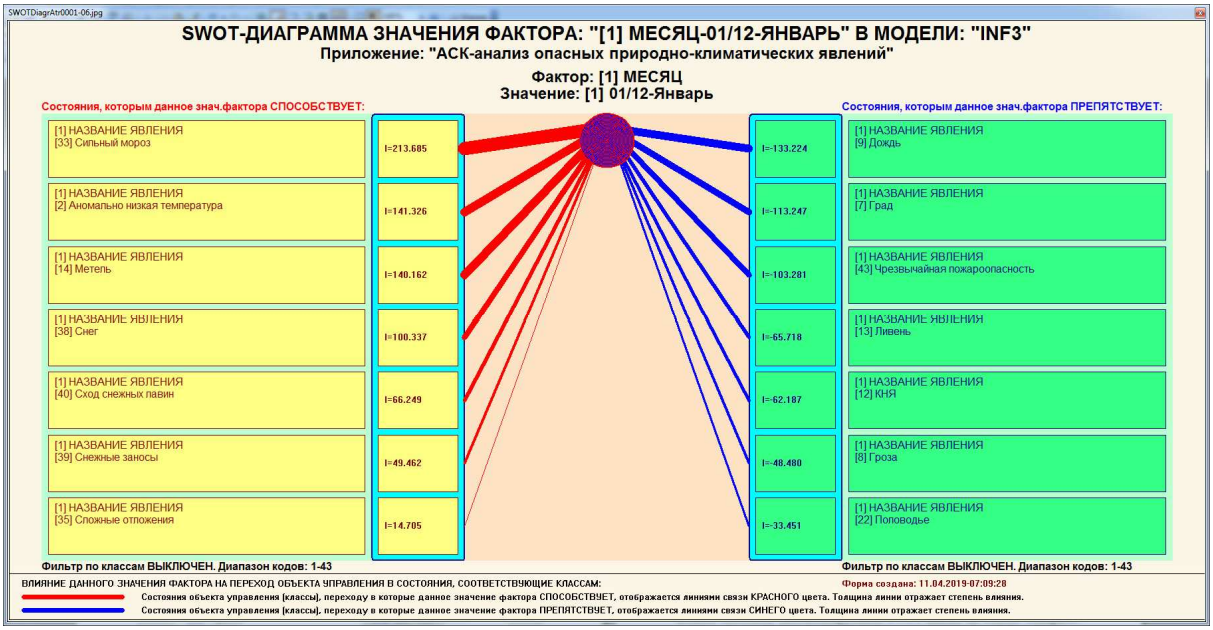
Главный конструктор проекта
В.И.Коренец
19.05.87г. 1987г.

Главный конструктор проекта
Е.В.Луценко
19.05.87 1987г.

[5] Отметим, что dbf-файлы нормально открываются в MS Excel, в который встроен соответствующий конвертер.

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

На рисунке 17 приведены примеры инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих влияние заданных значений различных факторов на возникновение опасных природно-климатических явлений:



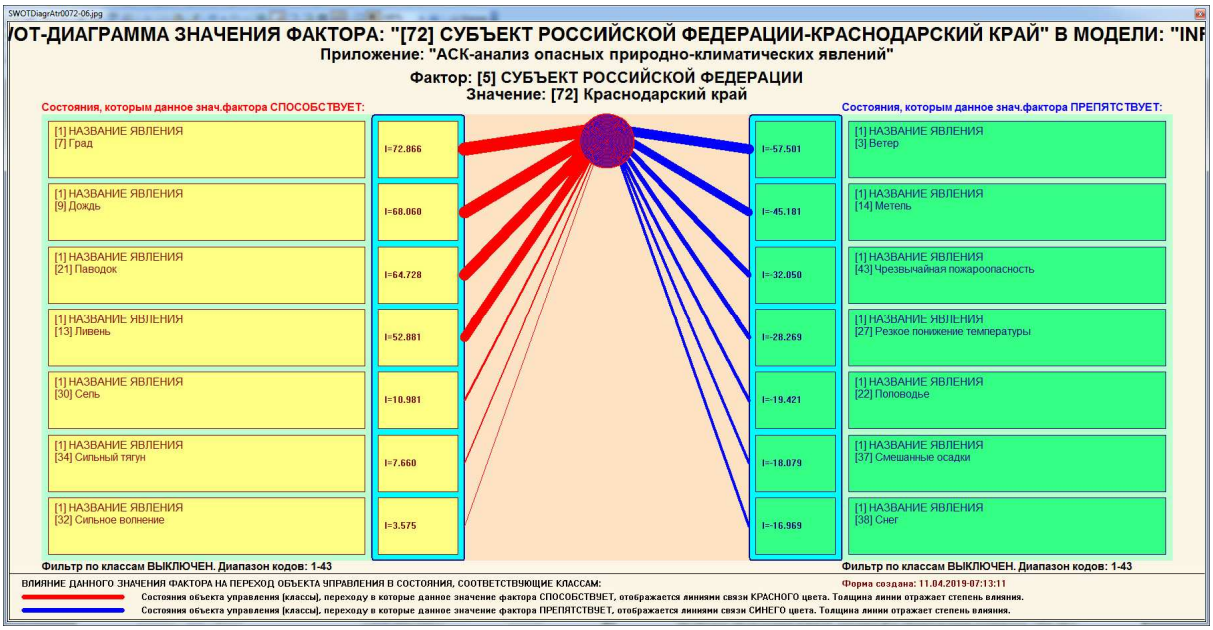


Рисунок 17. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм, отражающих влияние заданных значений различных факторов на возникновение опасных природно-климатических явлений

В заключение отметим, что SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным метод стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой,

обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых чаще всего является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего опыта и профессиональной компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже более 30 лет, но она малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос» [23, 35]. В данной статье на реальном численном примере описывается возможность проведения количественного автоматизированного SWOT-анализа средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» без использования экспертных оценок непосредственно на основе эмпирических данных. Предлагается решение прямой и обратной задач SWOT-анализа. PEST-анализ рассматривается как SWOT-анализ, с более детализированной классификацией внешних факторов. Поэтому выводы, полученные в данной статье на примере SWOT-анализа, можно распространить и на PEST-анализ [35]. Система «Эйдос» является единственной системой, автоматизирующей SWOT-анализ на основе эмпирических данных и реализующей инвертированный SWOT-анализ, предложенный автором [35].

Подзадача 4.3. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

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

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

4.3.1. Когнитивные диаграммы классов

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2 (рисунок 18):

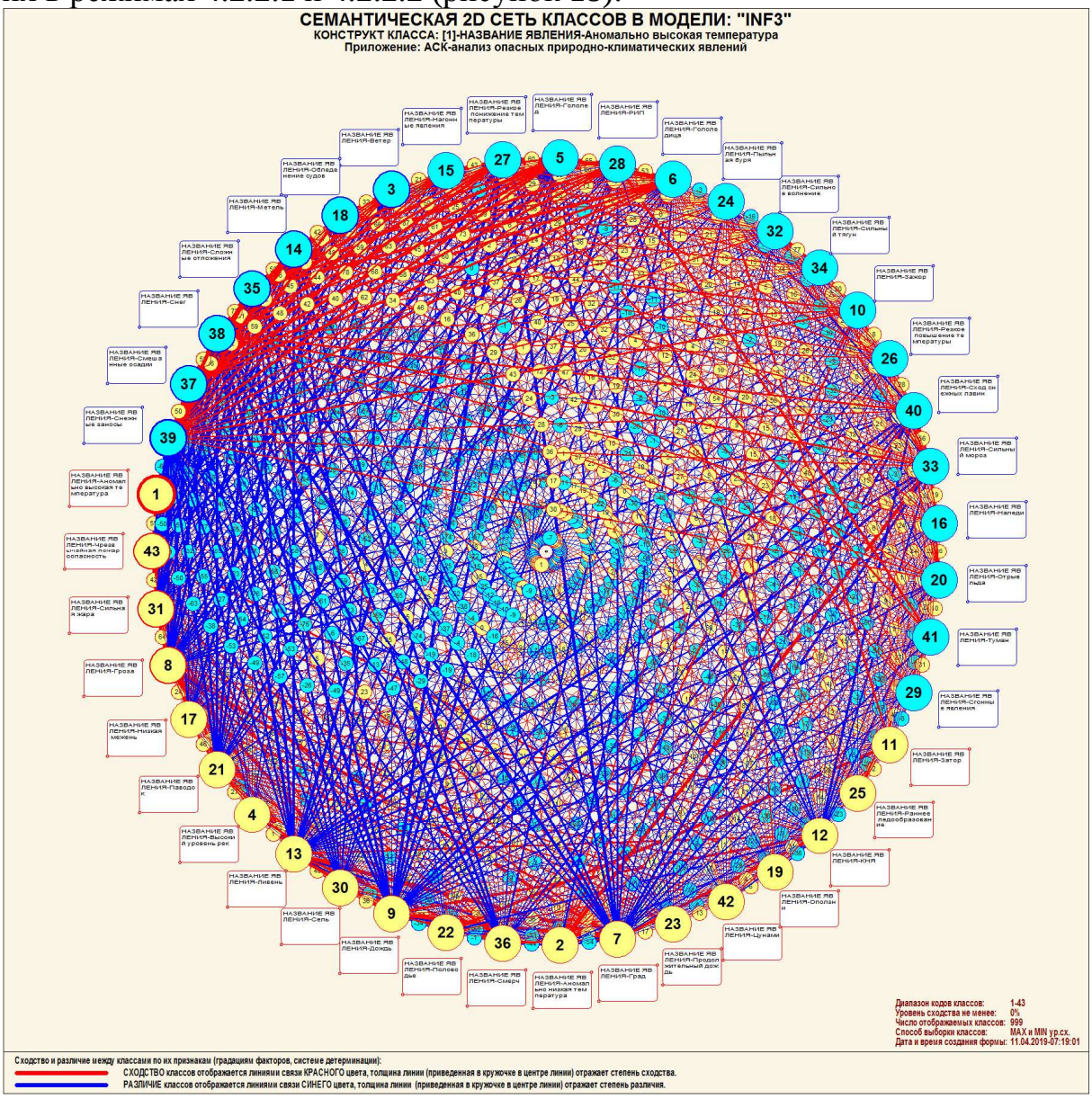


Рисунок 18. Когнитивная диаграмма классов

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 18, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия различных опасных природно-климатических явлений, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

В системе «Эйлос» есть возможность управлять параметрами формирования и вывода изображения, приведенного на рисунке 18. Для этого используется диалоговое окно, приведенное на рисунке 19. На рисунке 20 приведена когнитивная диаграмма классов с другими параметрами.

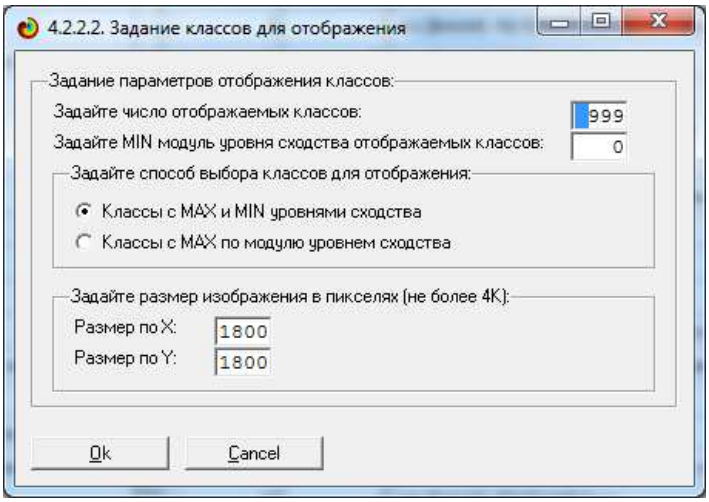


Рисунок 19. Диалоговое окно управления параметрами формирования и вывода изображения когнитивной диаграммы классов

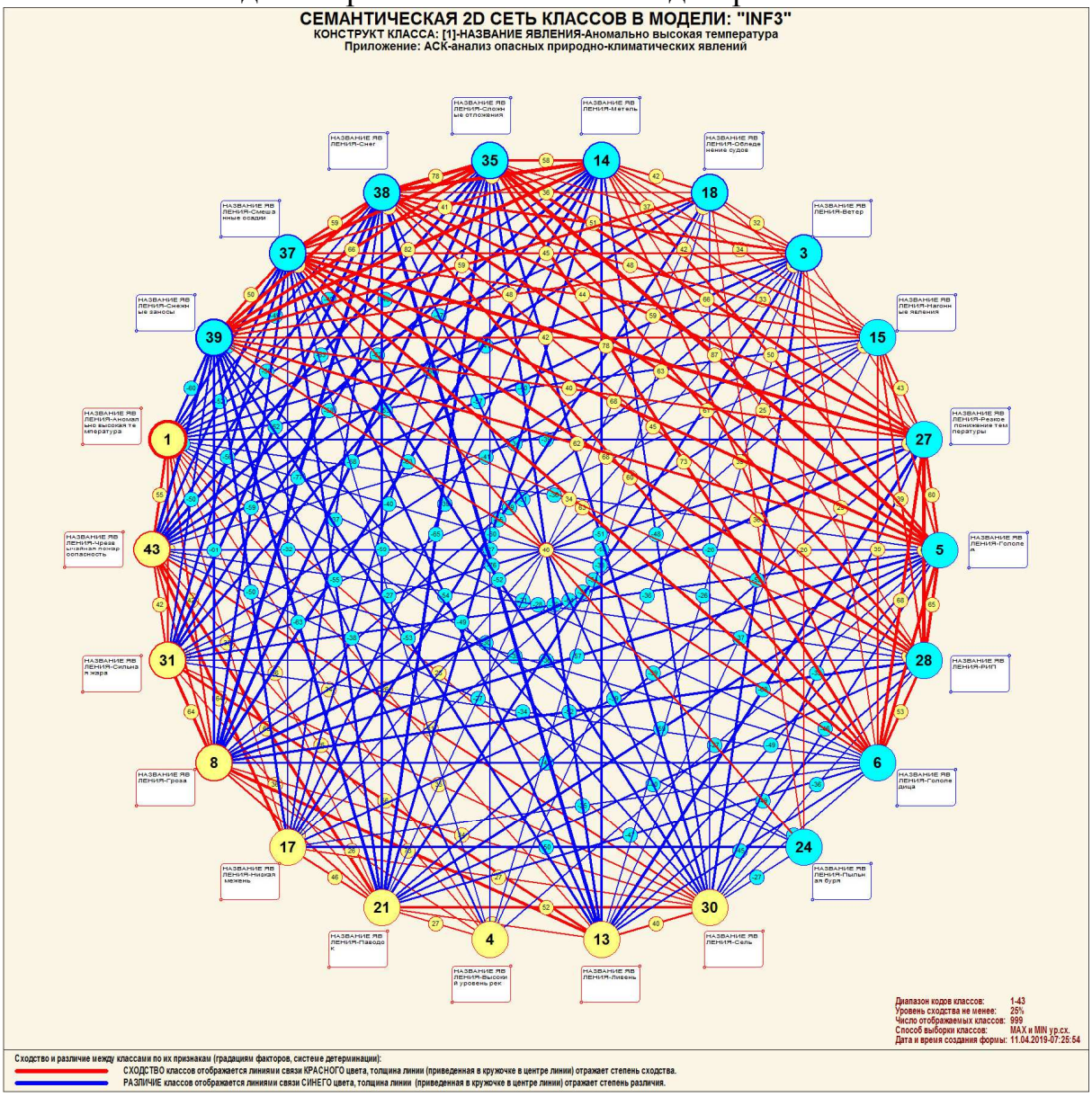


Рисунок 20. Когнитивная диаграмма классов с другими параметрами

4.3.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, примеры которых приведены на рисунках 18 и 20, но и в форме агломеративных дендрограмм, полученных в результате ***когнитивной кластеризации*** [36] (рисунок 21):

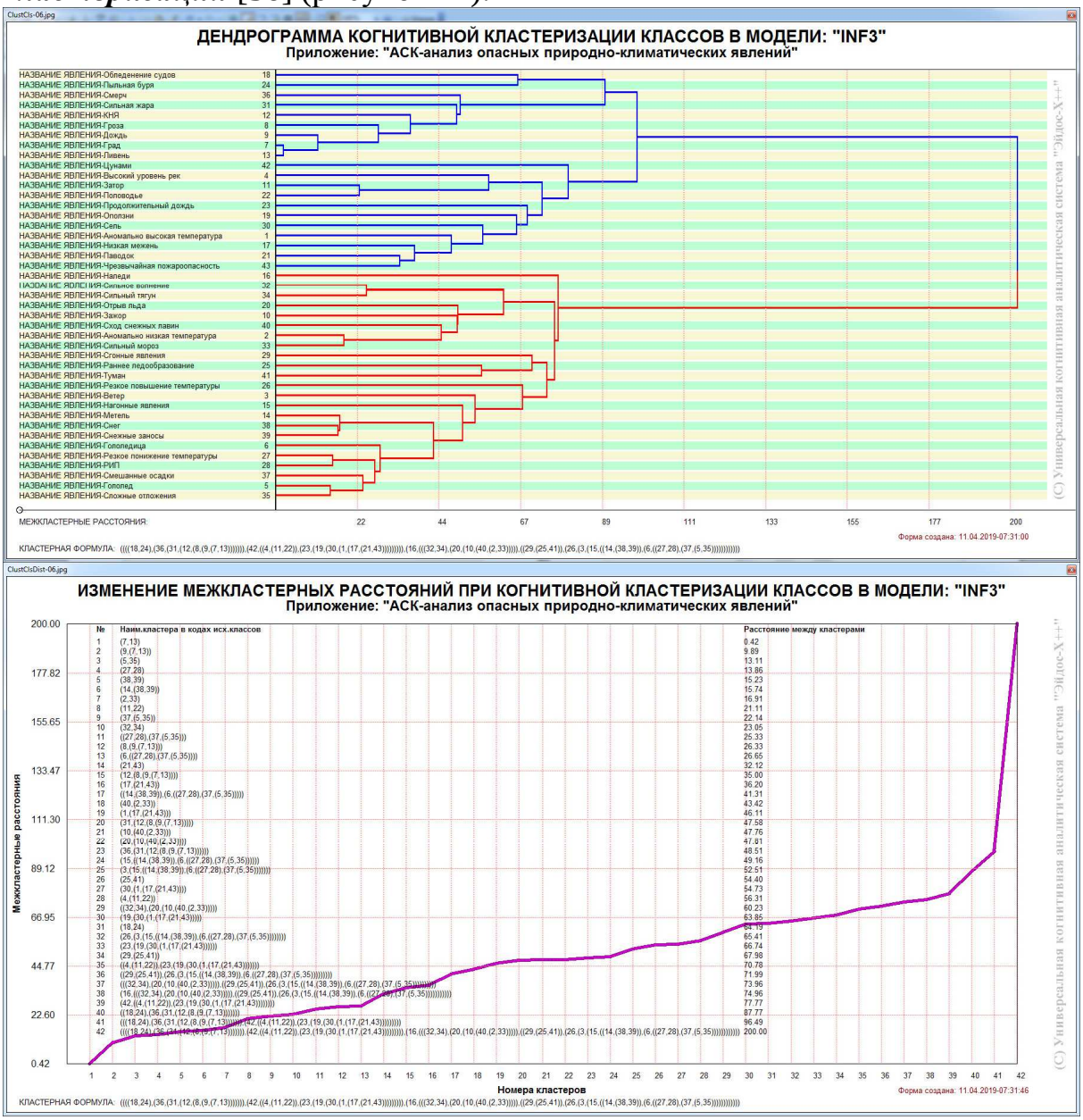


Рисунок 21. Дендрограмма когнитивной агломеративной кластеризации классов и график изменения межкластерных расстояний

Из рисунка 21 мы видим, что некоторые опасные природно-климатические явления сходны по системе детерминирующих их факторов, и, следовательно, могут наблюдаться одновременно, а другие по этой системе обуславливающих факторов сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. являются альтернативными. Из дендрограммы когнитивной агломеративной кластеризации классов, приведен-

ной на рисунке 21, мы видим, что все опасные природно-климатические явления образуют два противоположных по системе детерминации кластера, являющихся полюсами конструкта: в верхнем кластере собраны явления, связанные с высокой температурой, в а в нижнем – с низкой.

4.3.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений факторов по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о возникновении различных опасных природно-климатических явлений. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 22).

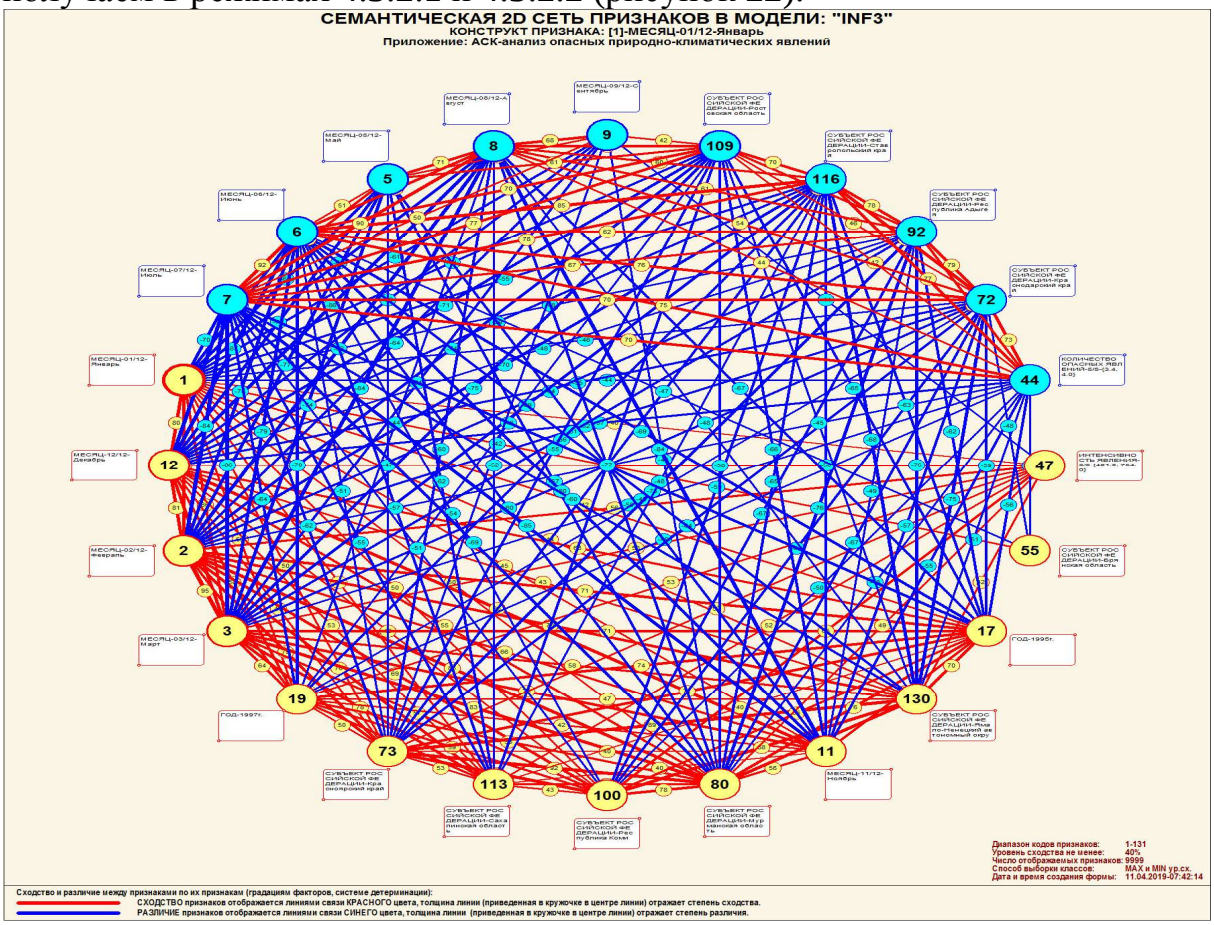


Рисунок 22. Когнитивная диаграмма и конструкт значений факторов, отражающая их сходство/различие по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о возникновении различных опасных природно-климатических явлений

Из рисунка 22 видно, что все значения факторов образуют два крупных кластера, противоположных по их смыслу. Эти кластеры образуют полюса конструкта.

Отметим, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 22, показаны ***количественные*** оценки сходства/различия значений факторов, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно

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

4.3.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 23 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах, пример которой приведен на рисунке 22.

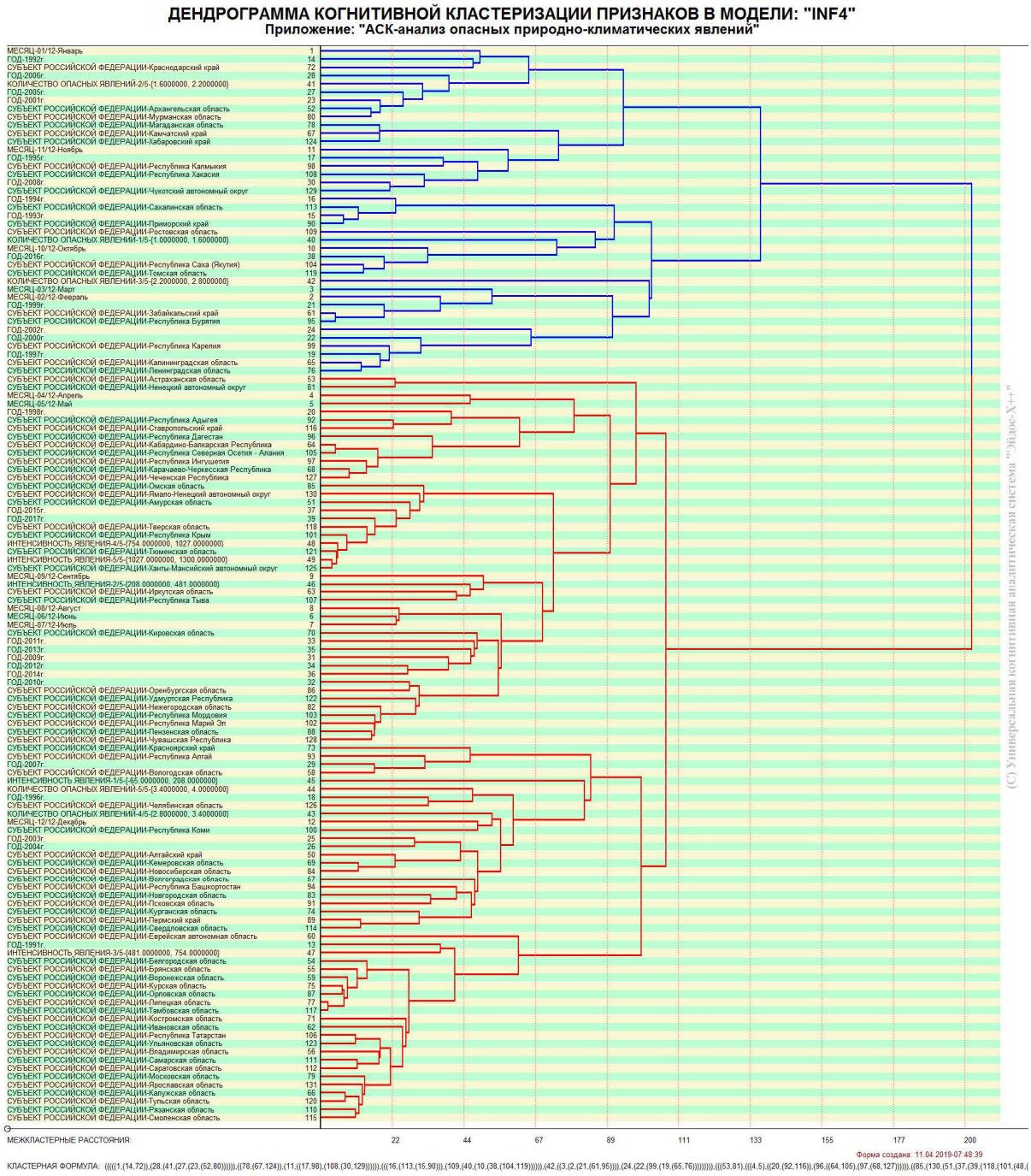


Рисунок 23. Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации значений факторов

Из дендрограммы на рисунке 23 мы видим, что все значения факторов образуют 2 четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами). Хорошо видна группировка субъектов Российской Федерации по наблюдающимся в них типам опасных природно-климатических явлений и временам года, когда они наблюдаются. ***Значения факторов на полюсах конструкта факторов (рисунок 23) обуславливают переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам, представленным на полюсах конструкта классов (рисунок 21).***

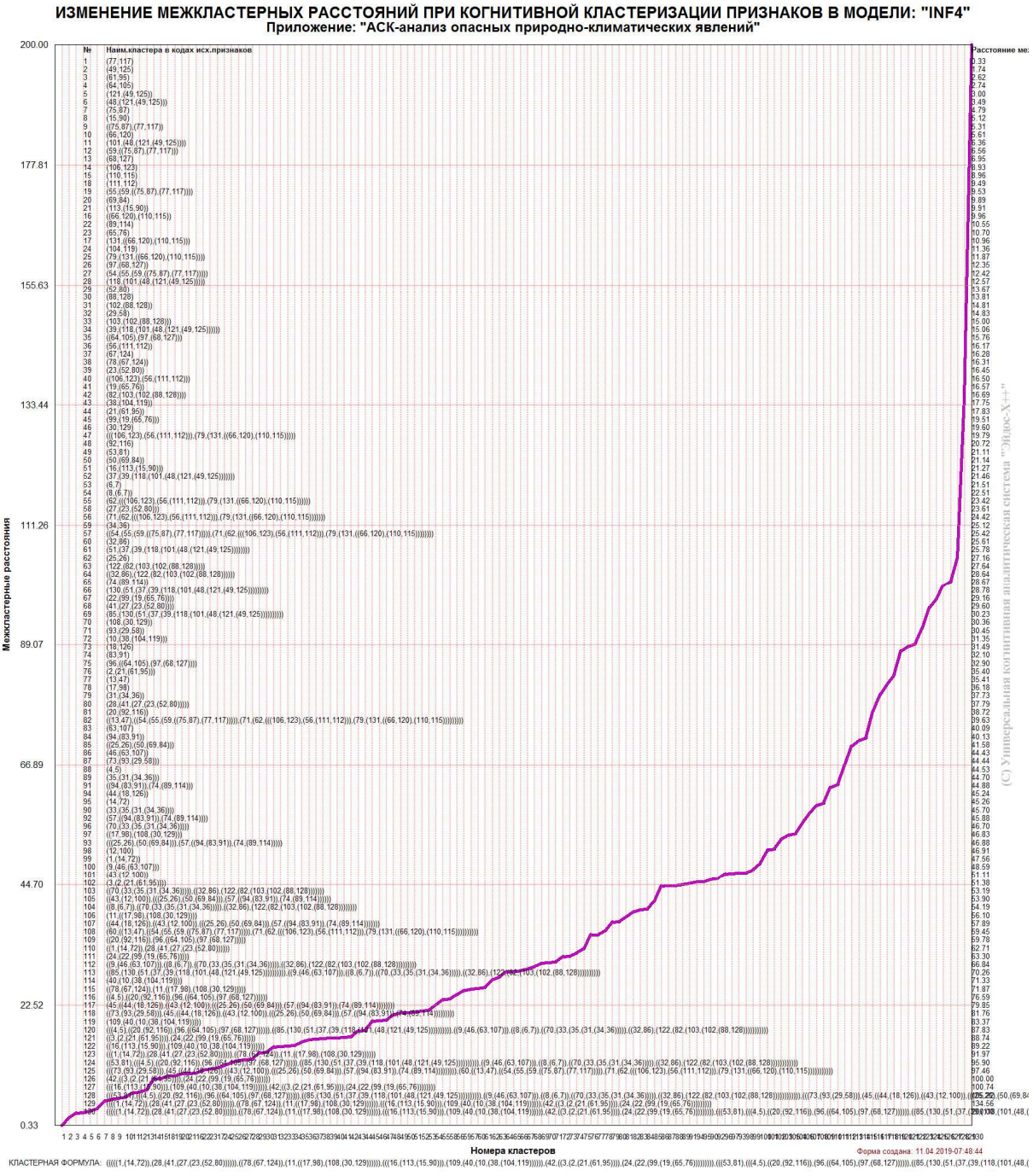


Рисунок 24. График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

4.3.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 25 приведены пример нелокального нейрона, а на рисунке 26 и фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

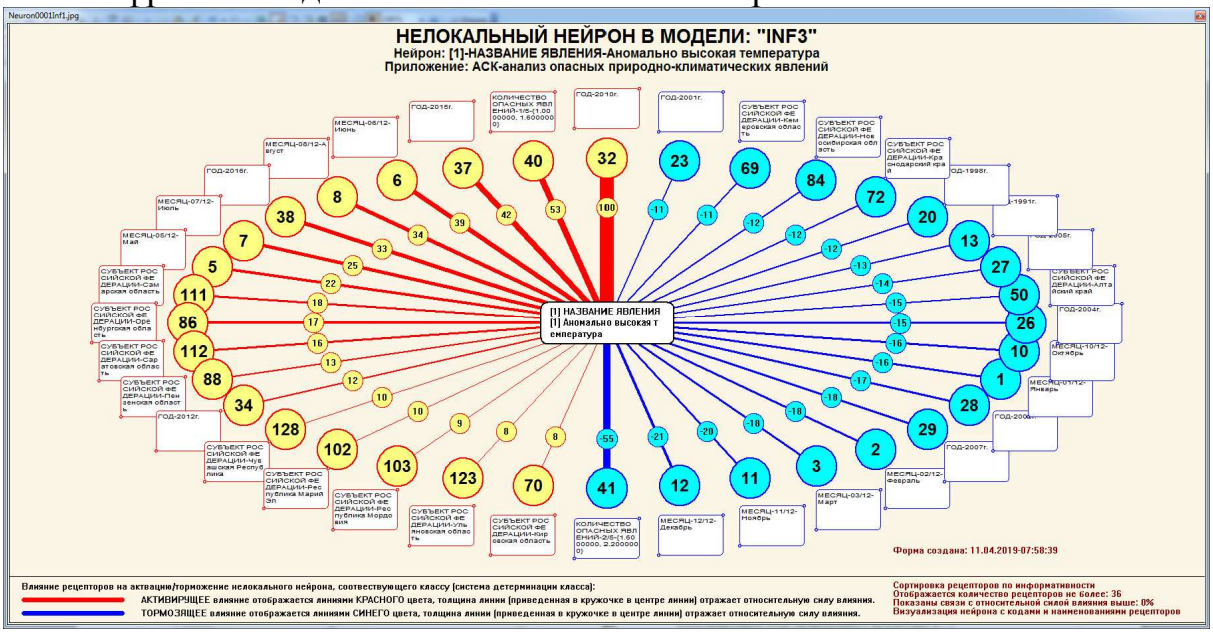


Рисунок 25. Пример нелокального нейрона

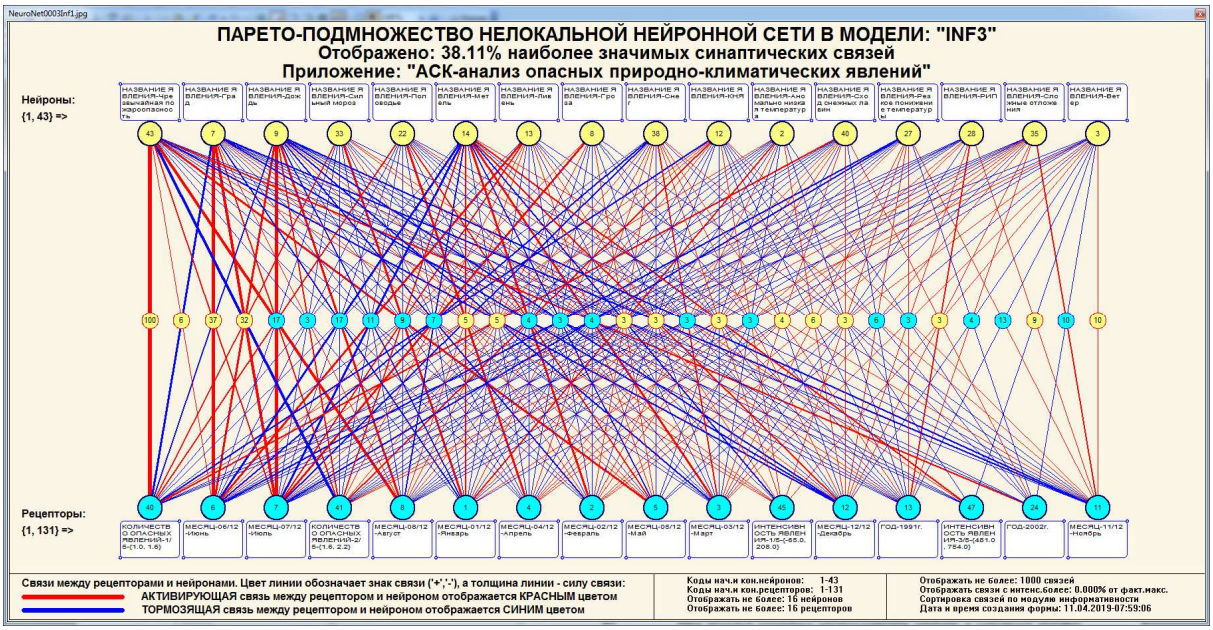


Рисунок 26. Один слой нелокальной нейронной сети (фрагмент)

В приведенном слое нейронной сети нейроны соответствуют опасным природно-климатическим явлениям, а рецепторы различным обуславливающим их значениям факторов. Нейроны расположены слева на право в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся наиболее жестко обусловленные явления, а с права – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к ***нечетким декларативным*** гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой [30] и фреймовой моделей представления знаний. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам). От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность. От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети);

2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;

3) нейросеть является нелокальной [37], как сейчас говорят «полносвязной».

4.3.6. 3d-интегральные когнитивные карты

На рисунке 27 приведен фрагмент 3d-интегральной когнитивной карты, отражающая СК-модель Inf3.

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивных диаграмм классов и значений факторов, отображенных соответственно на рисунках 20 и 22, и одного слоя нейронной сети, приведенного на рисунке 26.

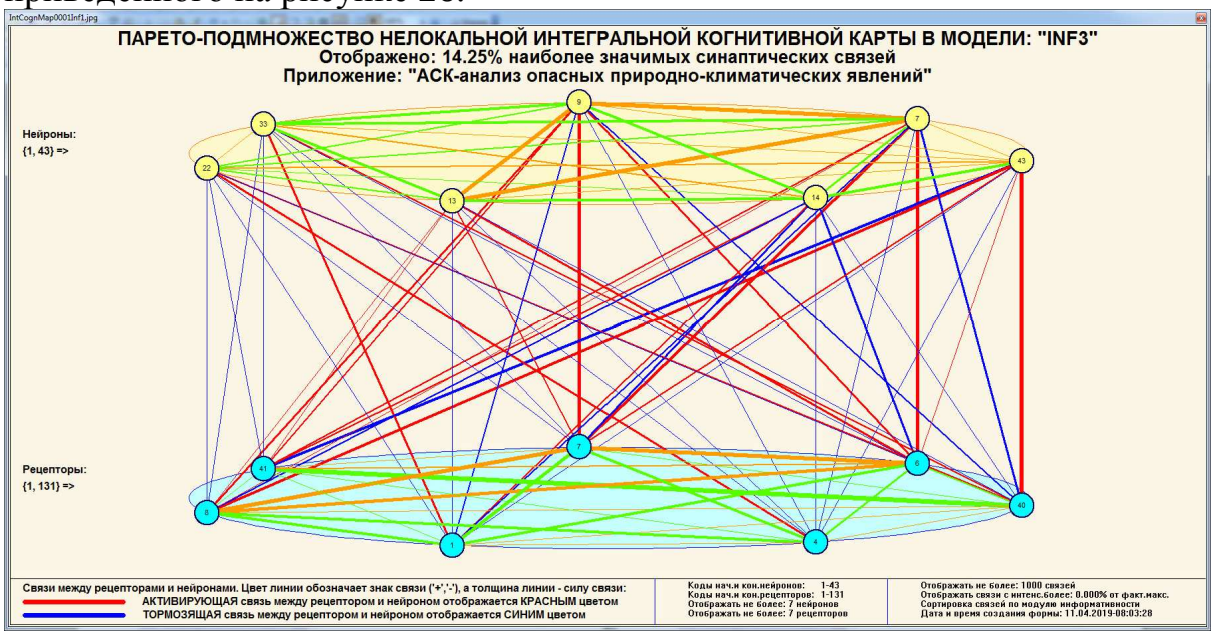


Рисунок 27. 3d-интегральная когнитивная карта в СК-модели Inf3

4.3.7. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 28) и сошлемся на работу, в которой это описано [22].

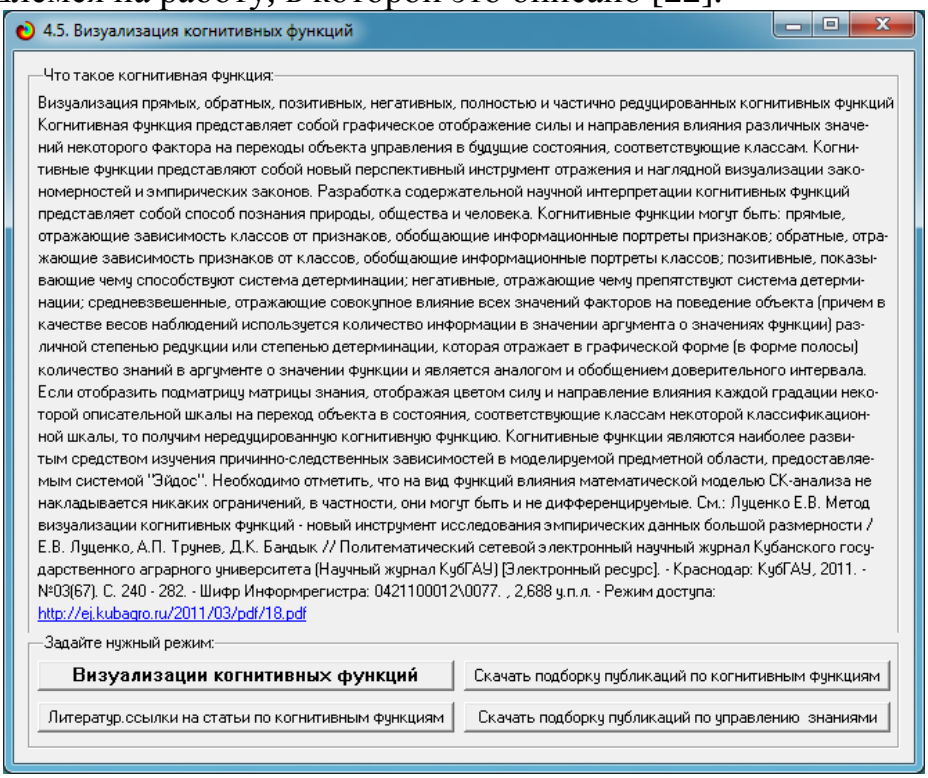
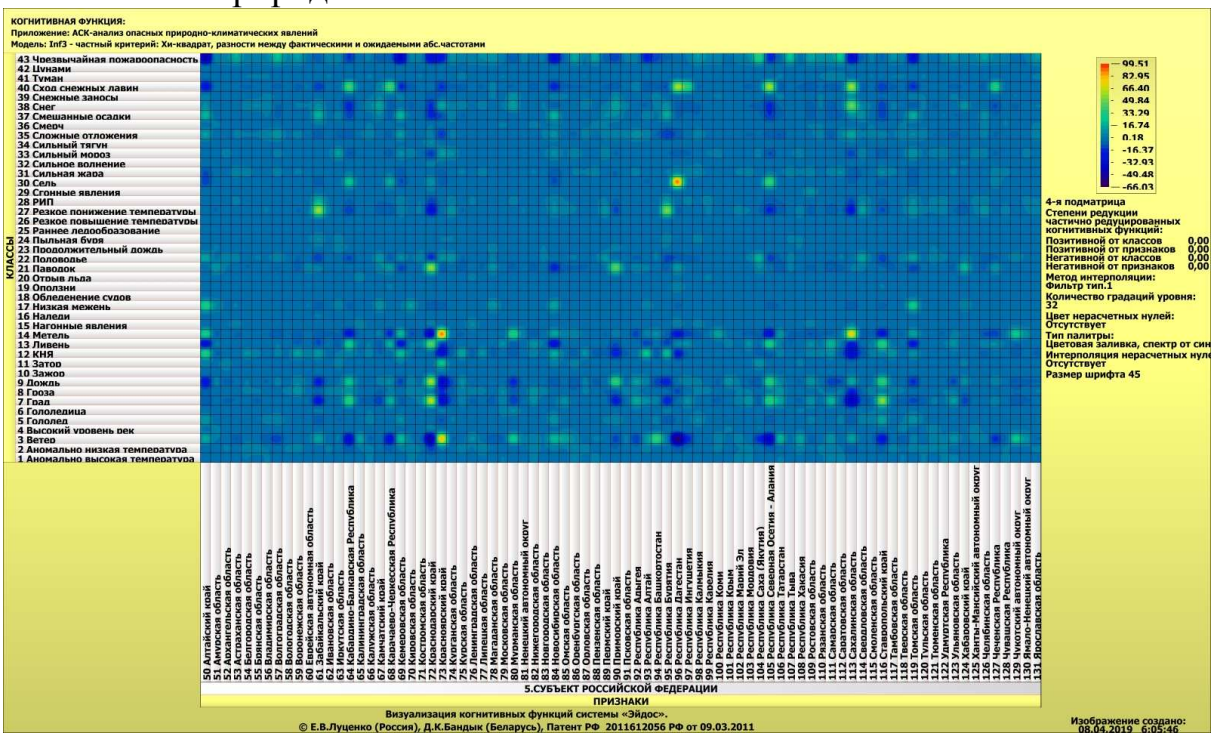


Рисунок 28. Help режима визуализации когнитивных функций

На рисунке 29 приведены примеры нескольких когнитивных функций, отражающих влияние значений различных факторов на возникновение опасных природно-климатических явлений.:



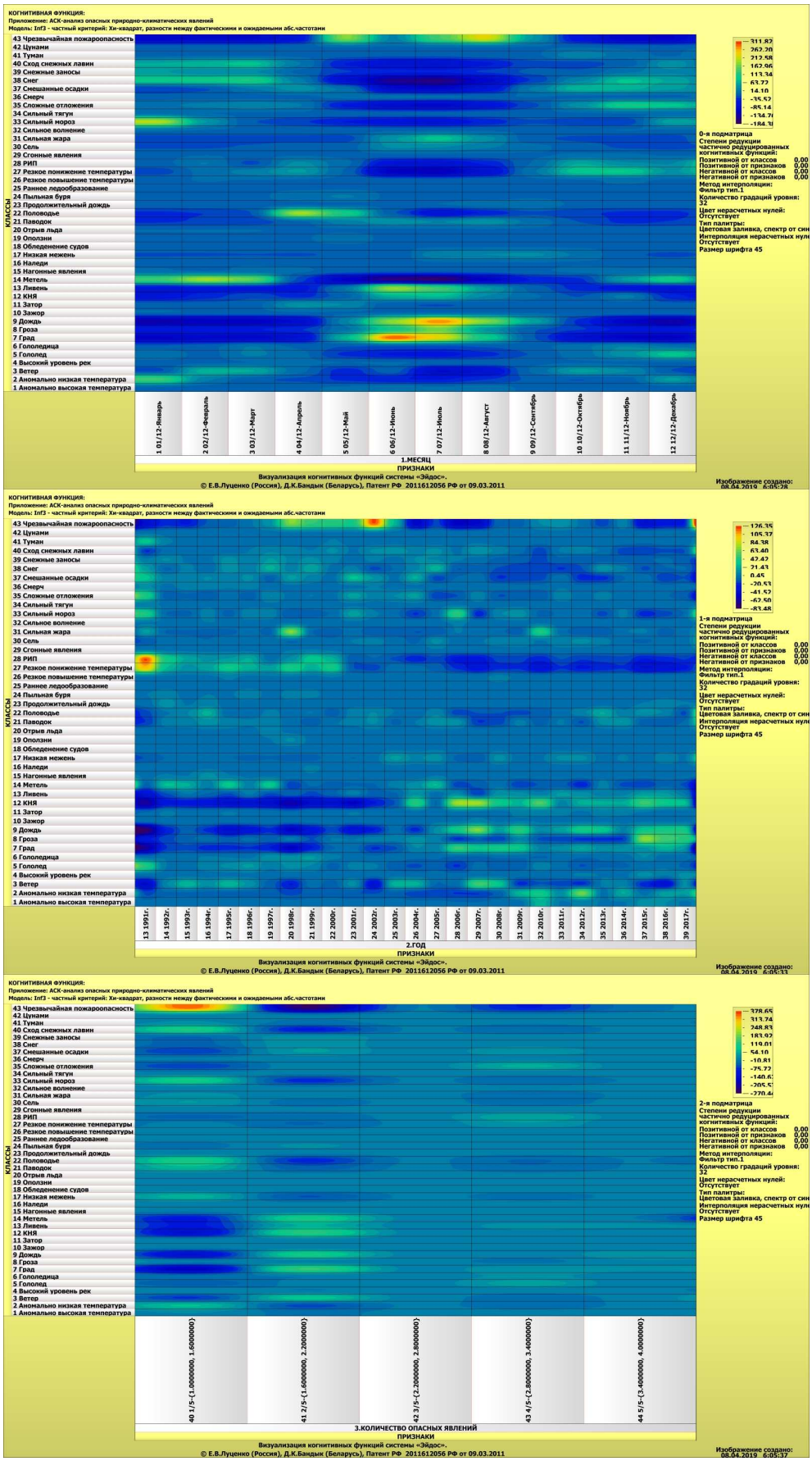


Рисунок 29. Примеры когнитивных функций

5. Выводы

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

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы 3 статистические и 7 системно-когнитивных моделей, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным опасным природно-климатическим явлениям, изучено влияние различных факторов на возникновение этих явлений, и, на основе этого, решены задачи прогнозирования, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться установив облачное Эйдос-приложение №147 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Автор благодарен доктору биологических наук профессору Андрею Георгиевичу Кощаеву https://kubsau.ru/university/rectorate/ за предоставленную возможность опубликования данной статьи.

Список литературы

1. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg, 2 у.п.л.
2. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). С. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf, 3,438 у.п.л. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf
3. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf, 1,562 у.п.л.
4. Луценко Е.В. Универсальная автоматизированная система распознавания образов "Эйдос" (версия 4.1).-Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1995.- 76с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282
5. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340

6. Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. Монография (научное издание). – Краснодар: ТУ КубГТУ, 1999. - 318с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433

7. Симанков В.С., Луценко Е.В., Лаптев В.Н. Системный анализ в адаптивном управлении: Монография (научное издание). /Под науч. ред. В.С.Симанкова. – Краснодар: ИСТЭК КубГТУ, 2001. – 258с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625

8. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909

9. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности 351400 "Прикладная информатика (по отраслям)". – Краснодар: КубГАУ. 2004. – 633 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737

10. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635

11. Луценко Е.В. Интеллектуальные информационные системы: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд., перераб. и доп.– Краснодар: КубГАУ, 2006. – 615 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602

12. Луценко Е.В. Лабораторный практикум по интеллектуальным информационным системам: Учебное пособие для студентов специальности "Прикладная информатика (по областям)" и другим экономическим специальностям. 2-е изд.,перераб. и доп. – Краснодар: КубГАУ, 2006. – 318с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721

13. Наприев И.Л., Луценко Е.В., Чистилин А.Н. Образ-Я и стилевые особенности деятельности сотрудников органов внутренних дел в экстремальных условиях. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2008. – 262 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724

14. Луценко Е. В., Лойко В.И., Великанова Л.О. Прогнозирование и принятие решений в растениеводстве с применением технологий искусственного интеллекта: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 257 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725

15. Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683727

16. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления (АСОИУ) (на примере АСУ вузом): Под науч. ред.д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2009. – 536 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313

17. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Ермоленко В.В. Интеллектуальные системы в контроллинге и менеджменте средних и малых фирм: Под науч. ред. д.э.н., проф. Е.В.Луценко. Монография (научное издание). – Майкоп: АГУ. 2011. – 392 с. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734

18. Наприев И.Л., Луценко Е.В. Образ-Я и стилевые особенности личности в экстремальных условиях: Монография (научное издание). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG,. 2012. – 262 с. Номер проекта: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.

19. Трунев А.П., Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния факторов космической среды на ноосферу, магнитосферу и литосферу

Земли: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И.Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2012. – 480 с. ISBN 978-5-94672-519-4. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737

20. Трубилин А.И., Барановская Т.П., Лойко В.И., Луценко Е.В. Модели и методы управления экономикой АПК региона. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2012. – 528 с. ISBN 978-5-94672-584-2. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702

21. Горпинченко К.Н., Луценко Е.В. Прогнозирование и принятие решений по выбору агротехнологий в зерновом производстве с применением методов искусственного интеллекта (на примере СК-анализа). Монография (научное издание). – Краснодар,КубГАУ. 2013. – 168 с. ISBN 978-5-94672-644-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254

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

23. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос". Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787

24. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Перспективные математические и инструментальные методы контроллинга. Под научной ред. проф.С.Г.Фалько. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2015. – 600 с. ISBN 978-5-94672-923-9. http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923

25. Орлов А.И., Луценко Е.В., Лойко В.И. Организационно-экономическое, математическое и программное обеспечение контроллинга, инноваций и менеджмента: монография / А. И. Орлов, Е. В. Луценко, В. И. Лойко ; под общ. ред. С. Г. Фалько. – Краснодар : КубГАУ, 2016. – 600 с. ISBN 978-5-00097-154-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=26667522

26. Лаптев В. Н., Меретуков Г. М., Луценко Е. В., Третьяк В. Г., Наприев И. Л.. : Автоматизированный системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» в правоохранительной сфере: монография / В. Н. Лаптев, Г. М. Меретуков, Е. В. Луценко, В. Г. Третьяк, И. Л. Наприев; под научной редакцией проф. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 634 с. ISBN 978-5-00097-226-7. http://elibrary.ru/item.asp?id=28135358

27. Луценко Е. В., Лойко В. И., Лаптев В. Н. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев; под общ. ред. Е. В. Луценко. – Краснодар: КубГАУ,. 2017. – 450с. ISBN 978-5-00097-265-6. http://elibrary.ru/item.asp?id=28996636

28. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современные подходы в наукометрии: монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. Под науч. ред. проф. С. Г. Фалько – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 532 с. ISBN 978-5-00097-334-9. Режим доступа: https://elibrary.ru/item.asp?id=29306423

29. Грушевский С.П., Луценко Е. В., Лойко В. И. Измерение результатов научной деятельности: проблемы и решения / С. П. Грушевский, Е. В. Луценко В. И. Лойко. Под науч. ред. проф. Е. В. Луценко – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 343 с. ISBN 978-5-00097-446-9. https://elibrary.ru/item.asp?id=30456903

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

31. Лойко В. И., Луценко Е. В., Орлов А. И. Современная цифровая экономика : монография / В. И. Лойко, Е. В. Луценко, А. И. Орлов. – Краснодар : КубГАУ, 2018. – 508 с. ISBN 978-5-00097-694-4. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649181

32. Луценко Е. В. , Лаптев В. Н., Сергеев А. Э. Системно-когнитивное моделирование в АПК : учеб. пособие / Е. В. Луценко, В. Н. Лаптев, А. Э. Сергеев, – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 518 с. ISBN 978-5-94215-416-5. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649123

33. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 у.п.л.

34. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf, 2 у.п.л.

35. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf, 2,688 у.п.л.

36. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf, 3,062 у.п.л.

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

38. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf, 3,75 у.п.л.

39. Луценко Е.В. Типовая методика и инструментарий когнитивной структуризации и формализации задач в СК-анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой

электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №01(003). С. 388 – 414. – IDA [article ID]: 0030401016. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf, 1,688 у.п.л.

40. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №07(041). С. 117 – 193. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf, 4,812 у.п.л.

41. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ функций и восстановление их значений по признакам аргумента на основе априорной информации (интеллектуальные технологии интерполяции, экстраполяции, прогнозирования и принятия решений по картографическим базам данных) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 130 – 154. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0066, IDA [article ID]: 0510907006. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf, 1,562 у.п.л.

42. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf, 1,812 у.п.л.

43. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Автоматизированная система мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003610433 РФ. Заяв. № 2002611927 РФ. Опубл. от 18.02.2003. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610433.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

44. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., База данных автоматизированной системы мониторинга, анализа и прогнозирования развития сельхозкультур "ПРОГНОЗ-АГРО". Пат. № 2003620035 РФ. Заяв. № 2002620178 РФ. Опубл. от 20.02.2003. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003620035.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

45. Луценко Е.В., Драгавцева И. А., Лопатина Л.М., Немоляев А.Н., Подсистема агрометеорологической типизации лет по успешности выращивания плодовых и оценки соответствия условий микрозон выращивания ("АГРО-МЕТЕО-ТИПИЗАЦИЯ"). Пат. № 2006613271 РФ. Заяв. № 2006612452 РФ. Опубл. от 15.09.2006. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2006613271.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

46. Луценко Е.В., Марченко Н.Н., Драгавцева И.А., Акопян В.С.,Костенко В.Г., Автоматизированная система поиска комфортных условий для выращивания плодовых культур (Система "Плодкомфорт"). Пат. № 2008613272 РФ. Заяв. № 2008612309 РФ. Опубл. от 09.07.2008. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2008613272.jpeg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

47. Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Марченко Н.Н., Святкина О.А., Овчаренко Л.И., Агроэкологическая система прогнозирования риска гибели урожая плодовых культур от неблагоприятных климатических условий зимне-весеннего периода (Система «ПРОГНОЗ-ЛИМИТ». Пат. № 2009616032 РФ. Заяв. № 2009614930 РФ. Опубл. от 30.10.2009. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616032.jpg, 3,125 / 2,500 у.п.л.

48. Савин И.Ю., Луценко Е.В., Драгавцева И.А., Мироненко Н.Я., Руссо Д.Э., Геоинформационная база данных «Почвы Краснодарского края» . Свид. РосПатента РФ

о гос.регистрации базы данных, Заявка № 2015620687 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015621193, зарегистр. 04.08.2015. – Режим доступа: http://lc.kubagro.ru/aidos/2015621193.jpg, 2 у.п.л.

49. Лопатина Л.М. Концептуальная постановка задачи: "Прогнозирование количественных и качественных результатов выращивания заданной культуры в заданной точке" / Л.М. Лопатина, И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №05(007). С. 86 – 100. – IDA [article ID]: 0070405008. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/08.pdf, 0,938 у.п.л.

50. Биометрическая оценка полиморфизма сортогрупп винограда Пино и Рислинг по морфологическим признакам листьев среднего яруса кроны / Л.П. Трошин, Е.В. Луценко, П.П. Подваленко, А.С. Звягин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 1 – 14. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0097, IDA [article ID]: 0520908001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/01.pdf, 0,875 у.п.л.

51. Луценко Е.В. Решение задач ампелографии с применением АСК-анализа изображений листьев по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf, 3,062 у.п.л.

52. Луценко Е.В. Количественное измерение сходства-различия клонов винограда по контурам листьев с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Л.П. Трошин, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1205 – 1228. – IDA [article ID]: 1161602077. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/77.pdf, 1,5 у.п.л.

53. Луценко Е.В. Применение теории информации и когнитивных технологий для решения задач генетики (на примере вычисления количества информации в генах о признаках и свойствах различных автохтонных сортов винограда) / Е.В. Луценко, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №07(121). С. 116 – 165. – IDA [article ID]: 1211607003. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/03.pdf, 3,125 у.п.л.

54. Карпун Н.Н. Исследование зависимости развития курчавости листьев персика от погодных условий во влажных субтропиках России (с применением АСК-анализа) / Н.Н. Карпун, Н.Н. Леонов, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №07(131). С. 572 – 594. – IDA [article ID]: 1311707050. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/50.pdf, 1,438 у.п.л.

55. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ре-

сурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 у.п.л.

56. Луценко Е.В. Автоматизация Функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и когнитивных технологий и теории управления) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №07(131). С. 1 – 18. – IDA [article ID]: 1311707001. – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/01.pdf, 1,125 у.п.л.

Spisok literatury`

1. Lucenko E.V., Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda «E`jdos» («E`jdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlya E`VM, Zayavka № 2017618053 ot 07.08.2017, Gos.reg.№ 2017661153, zaregistr. 04.10.2017. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg, 2 u.p.l.

2. Lucenko E.V. Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchny`x issledovanij na baze ASK-analiza i sistemy` «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №06(130). S. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf, 3,438 u.p.l. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

3. Lucenko E.V. Metrizaciya izmeritel`ny`x shkal razlichny`x tipov i sovmestnaya sopostavimaya kolichestvennaya obrabotka raznorodny`x faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf, 1,562 u.p.l.

4. Lucenko E.V. Universal`naya avtomatizirovannaya sistema raspoznavaniya obrazov "E`jdos" (versiya 4.1).-Krasnodar: KYuI MVD RF, 1995.- 76s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282

5. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy` i texnologiya adaptivnogo semanticheskogo analiza v podderzhke prinyatiya reshenij (na primere universal`noj avtomatizirovannoj sistemy` raspoznavaniya obrazov "E`JDOS-5.1"). - Krasnodar: KYuI MVD RF, 1996. - 280s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340

6. Simankov V.S., Lucenko E.V. Adaptivnoe upravlenie slozhny`mi sistemami na osnove teorii raspoznavaniya obrazov. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: TU KubGTU, 1999. - 318s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433

7. Simankov V.S., Lucenko E.V., Laptev V.N. Sistemny`j analiz v adaptivnom upravlenii: Monografiya (nauchnoe izdanie). /Pod nauch. red. V.S.Simankova. – Krasnodar: ISTE`K KubGTU, 2001. – 258s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625

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

9. Lucenko E.V. Intellektual`ny`e informacionny`e sistemy`: Uchebnoe posobie dlya studentov special`nosti 351400 "Prikladnaya informatika (po otraslyam)". – Krasnodar: KubGAU. 2004. – 633 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737

10. Lucenko E.V., Lojko V.I., Semanticheskie informacionny`e modeli upravleniya agropromy`shlenny`m kompleksom. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2005. – 480 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635

11. Lucenko E.V. Intellektual`ny`e informacionny`e sistemy`: Uchebnoe posobie dlya studentov special`nosti "Prikladnaya informatika (po oblastyam)" i drugim e`konomicheskim special`nostyam. 2-e izd., pererab. i dop.– Krasnodar: KubGAU, 2006. – 615 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602

12. Lucenko E.V. Laboratorny`j praktikum po intellektual`ny`m informacionny`m sistemam: Uchebnoe posobie dlya studentov special`nosti "Prikladnaya informatika (po oblastyam)" i drugim e`konomicheskim special`nostyam. 2-e izd.,pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – 318s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721

13. Napriev I.L., Lucenko E.V., Chistilin A.N. Obraz-Ya i stilevy`e osobennosti deyatel`nosti sotrudnikov organov vnutrennix del v e`kstremal`ny`x usloviyax. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2008. – 262 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724

14. Lucenko E. V., Lojko V.I., Velikanova L.O. Prognozirovanie i prinyatie reshenij v rastenievodstve s primeneniem texnologij iskusstvennogo intellekta: Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 257 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725

15. Trunev A.P., Lucenko E.V. Astrosociotipologiya: Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 264 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683727

16. Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Laptev V.N. Teoreticheskie osnovy` i texnologiya primeneniya sistemno-kognitivnogo analiza v avtomatizirovanny`x sistemax obrabotki informacii i upravleniya (ASOIU) (na primere ASU vuzom): Pod nauch. red.d.e`.n., prof. E.V.Lucenko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Majkop: AGU. 2009. – 536 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313

17. Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Ermolenko V.V. Intellektual`ny`e sistemy` v kontrollinge i menedzhmente srednix i maly`x firm: Pod nauch. red. d.e`.n., prof. E.V.Lucenko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Majkop: AGU. 2011. – 392 s. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734

18. Napriev I.L., Lucenko E.V. Obraz-Ya i stilevy`e osobennosti lichnosti v e`kstremal`ny`x usloviyax: Monografiya (nauchnoe izdanie). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG,. 2012. – 262 s. Nomer proekta: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.

19. Trunev A.P., Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz vliyaniya faktorov kosmicheskoj sredy` na noosferu, magnitosferu i litosferu Zemli: Pod nauch. red. d.t.n., prof. V.I.Lojko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2012. – 480 s. ISBN 978-5-94672-519-4. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737

20. Trubilin A.I., Baranovskaya T.P., Lojko V.I., Lucenko E.V. Modeli i metody` upravleniya e`konomikoj APK regiona. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2012. – 528 s. ISBN 978-5-94672-584-2. http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702

21. Gorpinchenko K.N., Lucenko E.V. Prognozirovanie i prinyatie reshenij po vy`boru agrotexnologij v zernovom proizvodstve s primeneniem metodov iskusstvennogo intellekta (na primere SK-analiza). Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar,KubGAU. 2013. – 168 s. ISBN 978-5-94672-644-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254

22. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval`naya matematika. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220

23. Lucenko E.V. Universal`naya kognitivnaya analiticheskaya sistema «E`jdos". Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-830-0. http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787

24. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Perspektivny`e matematicheskie i instrumental`ny`e metody` kontrollinga. Pod nauchnoj red. prof.S.G.Fal`ko. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2015. – 600 s. ISBN 978-5-94672-923-9. http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923

25. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Organizacionno-e`konomicheskoe, matematicheskoe i programmnoe obespechenie kontrollinga, innovacij i menedzhmenta: monografiya / A. I. Orlov, E. V. Lucenko, V. I. Lojko ; pod obshh. red. S. G. Fal`ko. – Krasnodar : KubGAU, 2016. – 600 s. ISBN 978-5-00097-154-3. http://elibrary.ru/item.asp?id=26667522

26. Laptev V. N., Meretukov G. M., Lucenko E. V., Tret`yak V. G., Napriev I. L.. : Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz i sistema «E`jdos» v pravooxranitel`noj sfere: monografiya / V. N. Laptev, G. M. Meretukov, E. V. Lucenko, V. G. Tret`yak, I. L. Napriev; pod nauchnoj redakciej prof. E. V. Lucenko. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 634 s. ISBN 978-5-00097-226-7. http://elibrary.ru/item.asp?id=28135358

27. Lucenko E. V., Lojko V. I., Laptev V. N. Sovremenny`e informacionno-kommunikacionny`e texnologii v nauchno-issledovatel`skoj deyatel`nosti i obrazovanii: ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. I. Lojko, V. N. Laptev; pod obshh. red. E. V. Lucenko. – Krasnodar: KubGAU,. 2017. – 450s. ISBN 978-5-00097-265-6. http://elibrary.ru/item.asp?id=28996636

28. Lojko V. I., Lucenko E. V., Orlov A. I. Sovremenny`e podxody` v naukometrii: monografiya / V. I. Lojko, E. V. Lucenko, A. I. Orlov. Pod nauch. red. prof. S. G. Fal`ko – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 532 s. ISBN 978-5-00097-334-9. Rezhim dostupa: https://elibrary.ru/item.asp?id=29306423

29. Grushevskij S.P., Lucenko E. V., Lojko V. I. Izmerenie rezul`tatov nauchnoj deyatel`nosti: problemy` i resheniya / S. P. Grushevskij, E. V. Lucenko V. I. Lojko. Pod nauch. red. prof. E. V. Lucenko – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 343 s. ISBN 978-5-00097-446-9. https://elibrary.ru/item.asp?id=30456903

30. Lucenko E. V., Lojko V. I., Laptev V. N. Sistemy` predstavleniya i priobreteniya znanij : ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. I. Lojko, V. N. Laptev. – Krasnodar : E`koinvest, 2018. – 513 s. ISBN 978-5-94215-415-8. https://elibrary.ru/item.asp?id=35641755

31. Lojko V. I., Lucenko E. V., Orlov A. I. Sovremennaya cifrovaya e`konomika : monografiya / V. I. Lojko, E. V. Lucenko, A. I. Orlov. – Krasnodar : KubGAU, 2018. – 508 s. ISBN 978-5-00097-694-4. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649181

32. Lucenko E. V. , Laptev V. N., Sergeev A. E`. Sistemno-kognitivnoe modelirovanie v APK : ucheb. posobie / E. V. Lucenko, V. N. Laptev, A. E`. Sergeev, – Krasnodar : E`koinvest, 2018. – 518 s. ISBN 978-5-94215-416-5. https://elibrary.ru/item.asp?id=35649123

33. Lucenko E.V. Intellektual`naya konsaltingovaya sistema vy`yavleniya texnologicheskix znanij i prinyatiya reshenij po ix e`ffektivnomu primeneniyu na osnove sistemno-kognitivnogo analiza biznes-processov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov, A.I. Lady`ga // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №05(059). S. 79 – 110. – Shifr Informregistra: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 u.p.l.

34. Lucenko E.V. Invariantnoe otnositel`no ob``emov danny`x nechetkoe mul`tiklassovoe obobshhenie F-mery` dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU)

[E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №02(126). S. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf, 2 u.p.l.

35. Lucenko E.V. Kolichestvenny`j avtomatizirovanny`j SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual`noj sistemy` «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf, 2,688 u.p.l.

36. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizaciya na osnove znanij (klasterizaciya v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf, 3,062 u.p.l.

37. Lucenko E.V. Sistemnaya teoriya informacii i nelokal`ny`e interpretiruemy`e nejronny`e seti pryamogo scheta / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2003. – №01(001). S. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf, 0,812 u.p.l.

38. Lucenko E.V. Problemy` i perspektivy` teorii i metodologii nauchnogo poznaniya i avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz kak avtomatizirovanny`j metod nauchnogo poznaniya, obespechivayushhij soderzhatel`noe fenomenologicheskoe modelirovanie / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №03(127). S. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf, 3,75 u.p.l.

39. Lucenko E.V. Tipovaya metodika i instrumentarij kognitivnoj strukturizacii i formalizacii zadach v SK-analize / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №01(003). S. 388 – 414. – IDA [article ID]: 0030401016. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2004/01/pdf/16.pdf, 1,688 u.p.l.

40. Lucenko E.V. Universal`ny`j informacionny`j variacionny`j princip razvitiya sistem / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №07(041). S. 117 – 193. – Shifr Informregistra: 0420800012\0091, IDA [article ID]: 0410807010. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2008/07/pdf/10.pdf, 4,812 u.p.l.

41. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivny`j analiz funkcij i vosstanovlenie ix znachenij po priznakam argumenta na osnove apriornoj informacii (intellektual`ny`e texnologii interpolyacii, e`kstrapolyacii, prognozirovaniya i prinyatiya reshenij po kartograficheskim bazam danny`x) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №07(051). S. 130 – 154. – Shifr Informregistra: 0420900012\0066, IDA [article ID]: 0510907006. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/06.pdf, 1,562 u.p.l.

42. Lucenko E.V. Universal`naya kognitivnaya analiticheskaya sistema «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosu-

darstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №09(083). S. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf, 1,812 u.p.l.

43. Lucenko E.V., Dragavceva I. A., Lopatina L.M., Avtomatizirovannaya sistema monitoringa, analiza i prognozirovaniya razvitiya sel`xozkul`tur "PROGNOZ-AGRO". Pat. № 2003610433 RF. Zayav. № 2002611927 RF. Opubl. ot 18.02.2003. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610433.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

44. Lucenko E.V., Dragavceva I. A., Lopatina L.M., Baza danny`x avtomatizirovannoj sistemy` monitoringa, analiza i prognozirovaniya razvitiya sel`xozkul`tur "PROGNOZ-AGRO". Pat. № 2003620035 RF. Zayav. № 2002620178 RF. Opubl. ot 20.02.2003. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2003620035.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

45. Lucenko E.V., Dragavceva I. A., Lopatina L.M., Nemolyaev A.N., Podsistema agrometeorologicheskoj tipizacii let po uspeshnosti vy`rashhivaniya plodovy`x i ocenki sootvetstviya uslovij mikrozon vy`rashhivaniya ("AGRO-METEO-TIPIZACIYa"). Pat. № 2006613271 RF. Zayav. № 2006612452 RF. Opubl. ot 15.09.2006. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2006613271.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

46. Lucenko E.V., Marchenko N.N., Dragavceva I.A., Akopyan V.S.,Kostenko V.G., Avtomatizirovannaya sistema poiska komfortny`x uslovij dlya vy`rashhivaniya plodovy`x kul`tur (Sistema "Plodkomfort"). Pat. № 2008613272 RF. Zayav. № 2008612309 RF. Opubl. ot 09.07.2008. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2008613272.jpeg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

47. Lucenko E.V., Dragavceva I.A., Marchenko N.N., Svyatkina O.A., Ovcharenko L.I., Agroe`kologicheskaya sistema prognozirovaniya riska gibeli urozhaya plodovy`x kul`tur ot neblagopriyatny`x klimaticheskix uslovij zimne-vesennego perioda (Sistema «PROGNOZ-LIMIT». Pat. № 2009616032 RF. Zayav. № 2009614930 RF. Opubl. ot 30.10.2009. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2009616032.jpg, 3,125 / 2,500 u.p.l.

48. Savin I.Yu., Lucenko E.V., Dragavceva I.A., Mironenko N.Ya., Russo D.E`., Geoinformacionnaya baza danny`x «Pochvy` Krasnodarskogo kraya» . Svid. RosPatenta RF o gos.registracii bazy` danny`x, Zayavka № 2015620687 ot 11.06.2015, Gos.reg.№ 2015621193, zaregistr. 04.08.2015. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/2015621193.jpg, 2 u.p.l.

49. Lopatina L.M. Konceptual`naya postanovka zadachi: "Prognozirovanie kolichestvenny`x i kachestvenny`x rezul`tatov vy`rashhivaniya zadannoj kul`tury` v zadannoj tochke" / L.M. Lopatina, I.A. Dragavceva, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №05(007). S. 86 – 100. – IDA [article ID]: 0070405008. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2004/05/pdf/08.pdf, 0,938 u.p.l.

50. Biometricheskaya ocenka polimorfizma sortogrupp vinograda Pino i Risling po morfologicheskim priznakam list`ev srednego yarusa krony` / L.P. Troshin, E.V. Lucenko, P.P. Podvalenko, A.S. Zvyagin // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №08(052). S. 1 – 14. – Shifr Informregistra: 0420900012\0097, IDA [article ID]: 0520908001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/01.pdf, 0,875 u.p.l.

51. Lucenko E.V. Reshenie zadach ampelografii s primeneniem ASK-analiza izobrazhenij list`ev po ix vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikaciya i identifikaciya) / E.V. Lucenko, D.K. Bandy`k, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. –

№08(112). S. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf, 3,062 u.p.l.

52. Lucenko E.V. Kolichestvennoe izmerenie sxodstva-razlichiya klonov vinograda po konturam list`ev s primeneniem ASK-analiza i sistemy` «E`jdos» / E.V. Lucenko, L.P. Troshin, D.K. Bandy`k // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №02(116). S. 1205 – 1228. – IDA [article ID]: 1161602077. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/77.pdf, 1,5 u.p.l.

53. Lucenko E.V. Primenenie teorii informacii i kognitivny`x texnologij dlya resheniya zadach genetiki (na primere vy`chisleniya kolichestva informacii v genax o priznakax i svojstvax razlichny`x avtoxtonny`x sortov vinograda) / E.V. Lucenko, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №07(121). S. 116 – 165. – IDA [article ID]: 1211607003. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/03.pdf, 3,125 u.p.l.

54. Karpun N.N. Issledovanie zavisimosti razvitiya kurchavosti list`ev persika ot pogodny`x uslovij vo vlazhny`x subtropikax Rossii (s primeneniem ASK-analiza) / N.N. Karpun, N.N. Leonov, E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №07(131). S. 572 – 594. – IDA [article ID]: 1311707050. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/50.pdf, 1,438 u.p.l.

55. Lucenko E.V. Intellektual`naya konsaltingovaya sistema vy`yavleniya texnologicheskix znanij i prinyatiya reshenij po ix e`ffektivnomu primeneniyu na osnove sistemno-kognitivnogo analiza biznes-processov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov, A.I. Lady`ga // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №05(059). S. 79 – 110. – Shifr Informregistra: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf, 2 u.p.l.

56. Lucenko E.V. Avtomatizaciya Funkcional`no-stoimostnogo analiza i metoda "Direkt-kosting" na osnove ASK-analiza i sistemy` "E`jdos" (avtomatizaciya upravleniya natural`noj i finansovoj e`ffektivnost`yu zatrat bez soderzhatel`ny`x texnologicheskix i finansovo-e`konomicheskix raschetov na osnove informacionny`x i kognitivny`x texnologij i teorii upravleniya) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №07(131). S. 1 – 18. – IDA [article ID]: 1311707001. – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/01.pdf, 1,125 u.p.l.