

АСК-АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА РЕПРОДУКЦИОННУЮ ФУНКЦИЮ КРС

Lutsenko Eugeny Veniaminovich¹, Semenenko Kseniya Andreevna¹

¹Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin, Russia

prof.lutsenko@gmail.com, <http://lc.kubagro.ru>, ksenia.semenenko@gmail.com

***Аннотация.** Проблемой, решаемой в работе, является исследование зависимости репродукционной функции крупного рогатого скота (КРС) от различных параметров, связанных с температурой окружающего воздуха. Традиционно подобные задачи решаются с применением многофакторного анализа. Однако в данном случае применение данного метода проблематично по ряду причин: исходные данные являются высокоразмерными и измеряются в разных единицах измерения, число наблюдений намного меньше числа факторов, факторы зависят друг от друга, число факторов слишком велико. Эти ограничения предлагается преодолеть путем применения Автоматизированного системно-когнитивного анализа и его программного инструментария интеллектуальной системы «Эйдос». Для этого решаются следующие задачи: сформулировать идею и концепцию решения проблемы; обосновать выбор метода и инструмента решения проблемы; применить выбранный метод и инструмент для решения проблемы; оценить эффективность предложенного решения проблемы; рассмотреть ограничения и недостатки предложенного решения проблемы и перспективы его развития путем преодоления этих ограничений и недостатков. Кратко приводятся некоторые результаты решения этих задач, в т.ч. на реальном численном примере.*

Keywords: Automated system-cognitive analysis (ASC-analysis), "Eidos" intellectual system, репродукционная функция КРС, температура окружающего воздуха

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ (INTRODUCTION)	2
МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ (MATERIALS AND METHODS)	3
ИДЕЯ И КОНЦЕПЦИЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (ЗАДАЧА 1)	3
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА И ИНСТРУМЕНТА РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (ЗАДАЧА 2)	3
ПРИМЕНЕНИЕ ВЫБРАННОГО МЕТОДА И ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (ЗАДАЧА 3)	4
Подзадача-3.1. Когнитивная структуризация предметной области	5
Подзадача-3.2. Формализация предметной области	6
Подзадача-3.3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей	9
Подзадача-3.4. Верификация моделей и выбор наиболее достоверной модели	10
РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ (RESULTS AND DISCUSSION). ПОДЗАДАЧА-3.5. РЕШЕНИЕ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ (КЛАССИФИКАЦИИ, РАСПОЗНАВАНИЯ, ИДЕНТИФИКАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ), ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ И ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ	12
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	12
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	12
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ	13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДЛОЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (ЗАДАЧА 4)	31
ОГРАНИЧЕНИЯ И НЕДОСТАТКИ ПРЕДЛОЖЕННОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ (ЗАДАЧА 5)	31
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
БЛАГОДАРНОСТИ (ACKNOWLEDGEMENTS)	31
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)	31

Введение (Introduction)

Проблемой, решаемой в работе, является исследование зависимости репродукционной функции крупного рогатого скота (КРС) от температуры окружающего воздуха.

Репродукционная функция КРС измеряется следующими показателями:

1. Абортировало коров (гол)
2. Абортировало нетелей (гол)
3. Абортировало итогов коров и нетелей (гол)
4. Родилось мертвых телят коров (гол)
5. Родилось мертвых телят нетелей (гол)
6. Родилось мертвых телят итогов коров и нетелей (гол)
7. Надой на фуражную корову (кг)

Различные параметры, характеризующие температуру окружающего воздуха:

1. Температура воздуха (С°) за первый месяц квартала.
2. Температура воздуха (С°) за второй месяц квартала.
3. Температура воздуха (С°) за третий месяц квартала.
4. Суммарная за квартал температура воздуха (С°).
5. Средняя за квартал температура воздуха (С°).

Таким образом, всего в задаче объект моделирования описывается 5 факторами, обуславливающими 7 результирующих показателей.

Традиционно подобные задачи решаются методами статистики, в частности многофакторного анализа. Однако факторный анализ предъявляет жесткие требования к исходным данным, которые на практике очень сложно обеспечить: все эти факторы и результаты их влияния на объект моделирования зависят друг от друга, число факторов слишком велико, в исходных данных должны быть представлены все сочетания значений факторов, данные должны быть абсолютно точными и др. Кроме того исходные данные являются размерными, причем измеряются в разных единицах измерения: градусах, головах КРС, килограммах.

Все эти ограничения предлагается преодолеть путем применения Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария интеллектуальной системы «Эйдос», которые не предъявляют особых требований к исходным данным и работают с теми данными, которые фактически есть в распоряжении исследователя [6].

Для этого необходимо решить следующие задачи:

Задача 1: сформулировать идею и концепцию решения проблемы;

Задача 2: обосновать выбор метода и инструмента решения проблемы;

Задача 3: применить выбранный метод и инструмент для решения проблемы;

Задача 4: оценить эффективность предложенного решения проблемы;

Задача 5: рассмотреть ограничения и недостатки предложенного решения проблемы и перспективы его развития путем преодоления этих ограничений и недостатков.

Ниже кратко рассмотрим решение этих задач.

Материалы и методы (Materials and methods)

Идея и концепция решения проблемы (задача 1)

Идея решения проблемы состоит в применении для этой цели современного инновационного метода искусственного интеллекта, которого просто не существовало в период разработки традиционного подхода.

Концепция решения проблемы: для решения поставленной проблемы необходим метод количественного выявления в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал и единицах измерения.

Обоснование выбора метода и инструмента решения проблемы (задача 2)

The Eidos-X++ system differs from other artificial intelligence systems in the following parameters [1]:

- it was developed in a universal setting, independent of the subject area. Therefore, it is universal and can be applied in many subject areas (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);

- it is in full open free access (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm) and has all the relevant source texts (<http://lc.kubagro.ru/AIDOS-X.txt>);

- it is one of the first domestic systems of artificial intelligence of the personal level, i.e. it does not take special training in the field of technologies of artificial intelligence from the user (there is an act of introduction of system "Eidos" in 1987) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- it provides stable identification in a comparable form of strength and direction of cause-effect relationships in incomplete noisy interdependent (nonlinear) data of very large dimension of numerical and non-numerical nature, measured in different types of scales (nominal, ordinal and numerical) and in different units of measurement (i.e. does not impose strict requirements to the data that cannot be performed, and processes the data that can);

- it contains a large number of local (supplied with the installation) and cloud educational and scientific applications (currently 31 and 247 (http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/WebAppls.htm), respectively) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- it supports on-line environment of knowledge accumulation and is widely used all over the world (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);

- it provides multilingual interface support in 51 languages. The language databases are included in the installation and can be replenished automatically;

- the most time-consuming, computationally, are the operations of the synthesis models and implements recognition using graphic processing unit (GPU) where some tasks can only support up to several thousand times; the solution of these tasks is intelligent processing of big data, big information and big knowledge;

- it provides transformation of the initial empirical data into information, and its knowledge and solution using this knowledge of classification problems, decision support and research of the subject area by studying its system-cognitive model, generating a very large number of tabular and graphical output forms (development of cognitive graphics), many of which have no analogues in other systems (examples of forms can be found in: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf);

- it well imitates the human style of thinking: gives the results of the analysis, understandable to experts according to their experience, intuition and professional competence.

- instead of making almost impossible demands on the source data (such as the normality of distribution, absolute accuracy and complete repetitions of all combinations of factor values and their complete independence and additivity), the automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) offers to process this data without any preliminary processing and thereby transform it into information, and then transform this information into knowledge by applying it to achieve goals (i.e. for the management) and solving problems of classification, decision support, and meaningful empirical research of the domain being modeled.

What is the strength of the approach implemented in Eidos system? The strength is implementing an approach whose effectiveness does not depend on what we think about the subject area or whether we think at all. It generates models directly based on empirical data, rather than based on our understanding of the mechanisms for implementing patterns in this data. This is why Eidos models are effective, even if our understanding of the subject area is incorrect or totally absent.

And this as well is the weakness of this approach implemented in Eidos system. Models of the Eidos system are phenomenological models, i.e. they do not reflect the mechanisms of determination, but only the fact and nature of determination.

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и системы «Эйдос» в качестве инструментария решения поставленной проблемы. Данный метод был успешно применен для решения большого количества задач в различных предметных областях [1-11].

Применение выбранного метода и инструмента для решения проблемы (задача 3)

Решение задачи 3 предполагает выполнение следующих подзадач, стандартных для АСК-анализа (рисунок 1):

Подзадача-3.1. Когнитивная структуризация предметной области;

Подзадача-3.2. Формализация предметной области;

Подзадача-3.3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей;

Подзадача-3.4. Верификация моделей и выбор наиболее достоверной модели;

Подзадача-3.5. Решение в наиболее достоверной модели задач диагностики (классификации, распознавания, идентификации и прогнозирования), поддержки принятия

решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

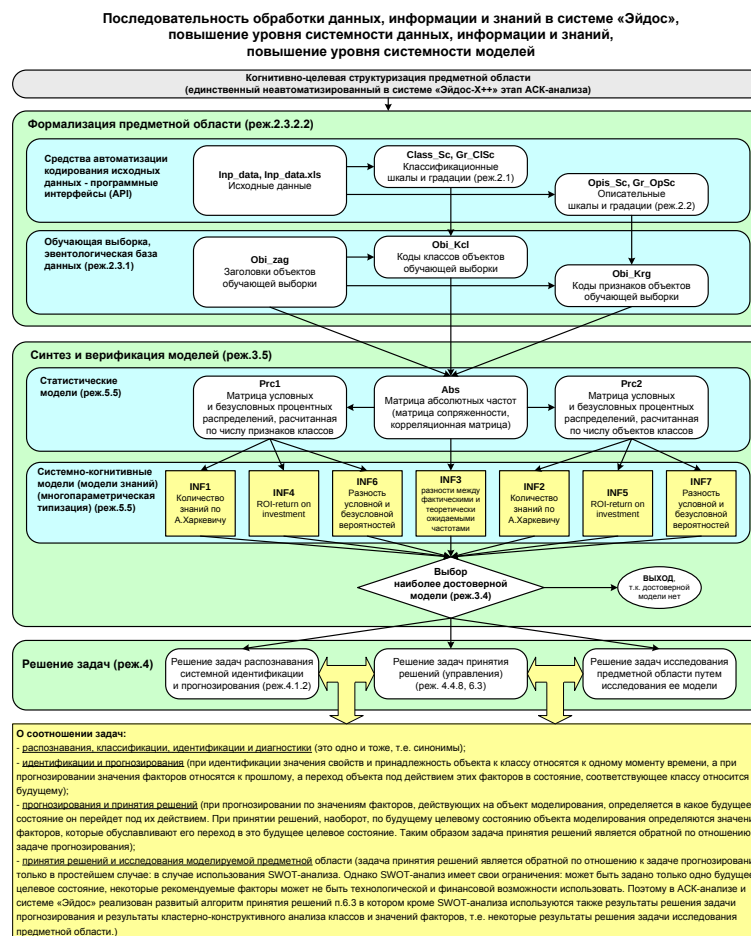


Рисунок 1. Этапы обработки данных, информации и знаний в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Все эти этапы АСК-анализа, за исключением 1-го, автоматизированы в системе «Эйдос». Рассмотрим их в порядке исполнения.

Подзадача-3.1. Когнитивная структуризация предметной области

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

В данной работе мы собираемся на основе знания температуры окружающего воздуха оценивать репродукционные функции КРС. Соответственно, для формализации задачи, выполняемой на следующем этапе АСК-анализа, мы будем использовать следующие измерительные шкалы:

– классификационные шкалы (результаты влияния факторов): абортывало коров (гол), абортывало нетелей (гол), абортывало итогов коров и нетелей (гол), родилось мертвых телят коров (гол), родилось мертвых телят нетелей (гол), родилось мертвых телят итогов коров и нетелей (гол), надой на фуражную корову (кг).

– описательные шкалы (факторы): температура воздуха (С°) за первый месяц квартала, температура воздуха (С°) за второй месяц квартала, температура воздуха (С°) за третий месяц квартала, суммарная за квартал температура воздуха (С°), средняя за квартал температура воздуха (С°).

Подзадача-3.2. Формализация предметной области

Формализация предметной области – это этап АСК-анализа, на котором сначала разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации, а затем с помощью них исходные данные кодируются, в результате чего формируются обучающая выборка, по сути представляющая собой базу исходных данных, нормализованную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные (полностью)

Период времени	Абортирова- ло коров (гол)	Абортирова- ло нетелей (гол)	Абортирова- ло итого коров и нетелей (гол)	Роди- лось мерт- вых телят коров (гол)	Роди- лось мерт- вых телят нетелей (гол)	Роди- лось мерт- вых телят итого коров и нетелей (гол)	Надой на фураж- ную корову (кг)	Темпе- ратура воздуха (С°) за первый месяц кварта- ла	Темпе- ратура воздуха (С°) за второй месяц кварта- ла	Темпе- ратура воздуха (С°) за третий месяц кварта- ла	Сум- марная за квартал темпе- ратура воздуха (С°)	Сред- няя за квартал темпе- ратура воздуха (С°)
2010 год 1-й квартал	1 389	351	1 740	690	1 486	2 176	1 410	0,1	3,4	5,8	9,3	3,1
2010 год 2-й квартал	1 302	372	1 674	731	1 461	2 192	1 382	12,2	19,2	24,6	56	18,67
2010 год 3-й квартал	1 405	401	1 806	837	1 530	2 367	1 301	26,8	27,7	21,7	76,2	25,4
2010 год 4-й квартал	1 513	313	1 826	790	1 231	2 021	1 358	11,5	12	7,2	30,7	10,23
Итого за 2020 год	5 609	1 437	7 046	3 048	5 708	8 756	5 451	0	0	0	0	14,35
2011 год 1-й квартал	1 304	398	1 702	702	1 284	1 986	1 410	-0,1	-1,3	4,6	3,2	1,07
2011 год 2-й квартал	1 198	415	1 613	763	1 407	2 170	1 399	10	17,1	22,6	49,7	16,57
2011 год 3-й квартал	1 543	441	1 984	749	1 486	2 235	1 307	27,1	23,7	19,4	70,2	23,4
2011 год 4-й квартал	1 394	314	1 708	706	1 114	1 820	1 403	11,7	1,4	5,7	18,8	6,27
Итого за 2020 год	5 439	1 568	7 007	2 920	5 291	8 211	5 519	0	0	0	0	11,83
2012 год 1-й квартал	1 183	288	1 471	682	1 302	1 984	1 490	-0,2	-5,1	3,1	-2,2	-0,73
2012 год 2-й квартал	1 346	306	1 652	664	1 399	2 063	1 464	16,5	21,4	24,7	62,6	20,87
2012 год 3-й квартал	1 412	357	1 769	736	1 487	2 223	1 426	25,8	25,2	21,3	72,3	24,1
2012 год 4-й квартал	1 351	297	1 648	723	1 267	1 990	1 509	16,8	8,3	2,3	27,4	9,13
Итого за 2020 год	5 292	1 248	6 540	2 805	5 455	8 260	5 889	0	0	0	0	13,34
2013 год 1-й квартал	1 181	268	1 449	639	1 087	1 726	1 551	4,5	5,7	7,6	17,8	5,93
2013 год 2-й квартал	1 273	317	1 590	703	1 192	1 895	1 500	14	21,7	23,5	59,2	19,73
2013 год 3-й квартал	1 358	321	1 679	697	1 277	1 974	1 474	24,9	25,3	16,9	67,1	22,37
2013 год 4-й квартал	1 084	285	1 369	551	1 142	1 693	1 492	11,3	9	0,8	21,1	7,03
Итого за 2020 год	4 896	1 191	6 087	2 590	4 698	7 288	6 017	0	0	0	0	13,77
2014 год 1-й квартал	1 017	242	1 259	490	1 006	1 496	1 651	0,9	2,6	8,5	12	4
2014 год 2-й квартал	1 294	279	1 573	554	1 176	1 730	1 623	13,1	20,1	22	55,2	18,4
2014 год 3-й квартал	1 347	307	1 654	593	1 207	1 800	1 505	25,4	27,1	19,8	72,3	24,1
2014 год 4-й квартал	933	259	1 192	481	1 022	1 503	1 610	10,9	4,8	4,5	20,2	6,73
Итого за 2020 год	4 591	1 087	5 678	2 118	4 411	6 529	6 389	0	0	0	0	13,31
2015 год 1-й квартал	987	230	1 217	494	907	1 401	1 690	2,1	3,5	7,5	13,1	4,37
2015 год 2-й квартал	1 129	271	1 400	515	927	1 442	1 658	11,1	18,5	23	52,6	17,53
2015 год 3-й квартал	1 201	280	1 481	559	981	1 540	1 587	25,2	26,3	23,2	74,7	24,9
2015 год 4-й квартал	928	256	1 184	488	910	1 398	1 689	11,1	9,8	4,4	25,3	8,43
Итого за 2020 год	4 245	1 037	5 282	2 056	3 725	5 781	6 624	0	0	0	0	13,81
2016 год 1-й квартал	1 120	278	1 398	580	920	1 500	1 706	0,2	7,1	8,5	15,8	5,27
2016 год 2-й квартал	1 361	316	1 677	620	891	1 511	1 697	14,7	17,7	23,4	55,8	18,6
2016 год 3-й квартал	1 402	329	1 731	649	904	1 553	1 650	25,8	27,2	18,8	71,8	23,93
2016 год 4-й квартал	1 300	286	1 586	562	951	1 513	1 708	10,9	7	-1,2	16,7	5,57
Итого за 2020 год	5 183	1 209	6 392	2 411	3 666	6 077	6 761	0	0	0	0	13,34
2017 год 1-й квартал	1 229	410	1 639	772	1 263	2 035	1 804	0,6	1,4	9	11	3,67
2017 год 2-й квартал	1 235	400	1 635	423	745	1 168	1 769	12,1	17,5	22	51,6	17,2
2017 год 3-й квартал	1 354	322	1 676	720	915	1 635	1 740	25,5	27	22	74,5	24,83
2017 год 4-й квартал	996	228	1 224	629	726	1 355	1 770	12,3	6,4	5,2	23,9	7,97
Итого за 2020 год	4 814	1 360	6 174	2 544	3 649	6 193	7 083	0	0	0	0	13,42
2018 год 1-й квартал	968	343	1 311	618	1 052	1 670	1 968	1,4	3	6,3	10,7	3,57
2018 год 2-й квартал	1 256	312	1 568	453	807	1 260	2 003	13,8	19,4	23,9	57,1	19,03
2018 год 3-й квартал	1 231	443	1 674	733	867	1 600	1 876	26,2	25,8	19,9	71,9	23,97
2018 год 4-й квартал	927	122	1 049	583	839	1 422	1 893	14,4	4,1	2,7	21,2	7,07
Итого за 2020 год	4 382	1 220	5 602	2 387	3 565	5 952	7 740	0	0	0	0	13,41
2019 год 1-й квартал	1 078	255	1 333	620	882	1 502	2 026	2,9	3,2	6,4	12,5	4,17
2019 год 2-й квартал	1 139	270	1 409	512	569	1 081	1 987	11,9	19,1	25,3	56,3	18,77
2019 год 3-й квартал	1 205	269	1 474	644	712	1 356	1 993	23	23,7	18,6	65,3	21,77
2019 год 4-й квартал	949	271	1 220	568	687	1 255	2 092	13,4	6,5	4	23,9	7,97
Итого за 2020 год	4 371	1 065	5 436	2 344	2 850	5 194	8 098	0	0	0	0	13,17
2020 год 1-й квартал	1 064	332	1 396	640	863	1 503	0	2,3	3,8	9,3	15,4	5,13
2020 год 2-й квартал	1 318	337	1 655	447	709	1 156	0	10,4	16,5	22,9	49,8	16,6
2020 год 3-й квартал	1 316	301	1 617	647	776	1 423	0	25,4	23,8	21,3	70,5	23,5
2020 год 4-й квартал	0	0	0	0	0	0	0	16,3	5,7	0	0	0
Итого за 2020 год	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

В системе «Эйдос» есть много программных интерфейсов с внешними источниками данных (API), которые автоматизируют этап формализации предметной области. Эти интерфейсы можно объединить в три группы: интерфейсы с текстовыми данными; интерфейсы с табличными данными; интерфейсы с графическими данными. В данном случае использован универсальный программный интерфейс ввода данных из внешних источников данных API-2.3.2.2 (рисунок 2).

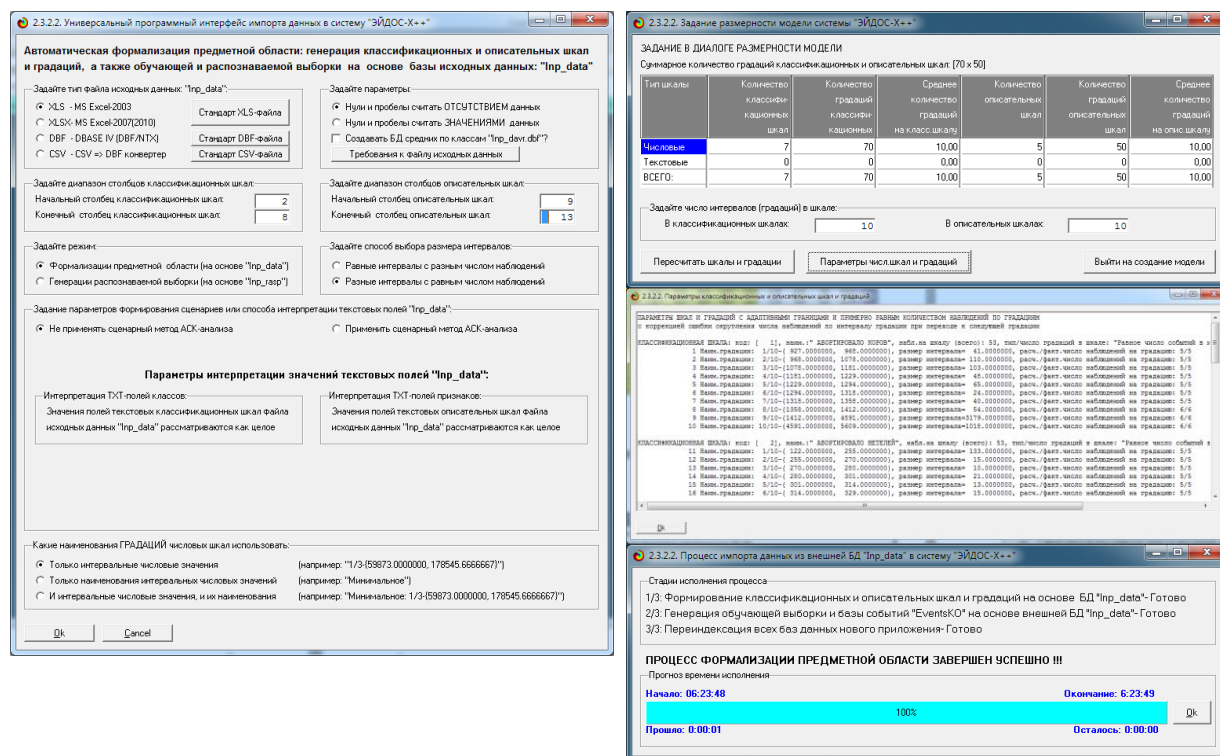


Рисунок 2. Экранная форма универсального программного интерфейса (API) системы «Эйдос» с внешними данными табличного типа

В результате работы данного программного интерфейса созданы классификационные и описательные шкалы и градации и обучающая выборка (таблицы 2, 3, 4).

Таблица 2 – Классификационные шкалы и градации (полностью)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-1/10-{927.0, 968.0}
2	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-2/10-{968.0, 1078.0}
3	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-3/10-{1078.0, 1181.0}
4	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-4/10-{1181.0, 1229.0}
5	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-5/10-{1229.0, 1294.0}
6	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-6/10-{1294.0, 1318.0}
7	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-7/10-{1318.0, 1358.0}
8	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-8/10-{1358.0, 1412.0}
9	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-9/10-{1412.0, 4591.0}
10	АБОРТИРОВАЛО КОРОВ (ГОЛ)-10/10-{4591.0, 5609.0}
11	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-1/10-{122.0, 255.0}
12	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-2/10-{255.0, 270.0}
13	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-3/10-{270.0, 280.0}
14	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-4/10-{280.0, 301.0}
15	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-5/10-{301.0, 314.0}
16	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-6/10-{314.0, 329.0}
17	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-7/10-{329.0, 357.0}
18	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-8/10-{357.0, 415.0}
19	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-9/10-{415.0, 1191.0}
20	АБОРТИРОВАЛО НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-10/10-{1191.0, 1568.0}
21	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-1/10-{1049.0, 1220.0}
22	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-2/10-{1220.0, 1369.0}
23	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-3/10-{1369.0, 1449.0}
24	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-4/10-{1449.0, 1573.0}
25	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-5/10-{1573.0, 1635.0}

26	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-6/10-{1635.0, 1655.0}
27	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-7/10-{1655.0, 1679.0}
28	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-8/10-{1679.0, 1806.0}
29	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-9/10-{1806.0, 5678.0}
30	АБОРТИРОВАЛО ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-10/10-{5678.0, 7046.0}
31	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-1/10-{423.0, 488.0}
32	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-2/10-{488.0, 551.0}
33	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-3/10-{551.0, 580.0}
34	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-4/10-{580.0, 620.0}
35	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-5/10-{620.0, 647.0}
36	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-6/10-{647.0, 697.0}
37	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-7/10-{697.0, 723.0}
38	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-8/10-{723.0, 772.0}
39	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-9/10-{772.0, 2387.0}
40	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ КОРОВ (ГОЛ)-10/10-{2387.0, 3048.0}
41	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-1/10-{569.0, 726.0}
42	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-2/10-{726.0, 863.0}
43	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-3/10-{863.0, 907.0}
44	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-4/10-{907.0, 951.0}
45	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-5/10-{951.0, 1087.0}
46	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-6/10-{1087.0, 1207.0}
47	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-7/10-{1207.0, 1284.0}
48	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-8/10-{1284.0, 1486.0}
49	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-9/10-{1486.0, 3666.0}
50	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-10/10-{3666.0, 5708.0}
51	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-1/10-{1081.0, 1260.0}
52	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-2/10-{1260.0, 1422.0}
53	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-3/10-{1422.0, 1502.0}
54	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-4/10-{1502.0, 1540.0}
55	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-5/10-{1540.0, 1693.0}
56	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-6/10-{1693.0, 1895.0}
57	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-7/10-{1895.0, 2021.0}
58	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-8/10-{2021.0, 2223.0}
59	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-9/10-{2223.0, 6077.0}
60	РОДИЛОСЬ МЕРТВЫХ ТЕЛЯТ ИТОГО КОРОВ И НЕТЕЛЕЙ (ГОЛ)-10/10-{6077.0, 8756.0}
61	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-1/10-{1301.0, 1399.0}
62	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-2/10-{1399.0, 1464.0}
63	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-3/10-{1464.0, 1505.0}
64	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-4/10-{1505.0, 1623.0}
65	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-5/10-{1623.0, 1690.0}
66	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-6/10-{1690.0, 1769.0}
67	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-7/10-{1769.0, 1968.0}
68	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-8/10-{1968.0, 2092.0}
69	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-9/10-{2092.0, 6389.0}
70	НАДОЙ НА ФУРАЖНУЮ КОРОВУ (КГ)-10/10-{6389.0, 8098.0}

Таблица 3 – Описательные шкалы и градации (полностью)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-1/10-{-0.2000000, 0.2000000}
2	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-2/10-{-0.2000000, 2.1000000}
3	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-3/10-{-2.1000000, 10.0000000}
4	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-4/10-{-10.0000000, 11.1000000}
5	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-5/10-{-11.1000000, 11.7000000}
6	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-6/10-{-11.7000000, 12.3000000}
7	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-7/10-{-12.3000000, 14.4000000}
8	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-8/10-{-14.4000000, 23.0000000}
9	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-9/10-{-23.0000000, 25.5000000}
10	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ПЕРВЫЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-10/10-{-25.5000000, 27.1000000}
11	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-1/10-{-5.1000000, 1.4000000}
12	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-2/10-{-1.4000000, 3.4000000}
13	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-3/10-{-3.4000000, 4.8000000}
14	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-4/10-{-4.8000000, 6.5000000}
15	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-5/10-{-6.5000000, 9.0000000}
16	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-6/10-{-9.0000000, 17.1000000}
17	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-7/10-{-17.1000000, 19.2000000}
18	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-8/10-{-19.2000000, 23.7000000}
19	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-9/10-{-23.7000000, 25.8000000}
20	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ВТОРОЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-10/10-{-25.8000000, 27.7000000}
21	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-1/10-{-1.2000000, 2.7000000}
22	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-2/10-{-2.7000000, 4.5000000}
23	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-3/10-{-4.5000000, 5.8000000}
24	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-4/10-{-5.8000000, 7.5000000}
25	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-5/10-{-7.5000000, 9.0000000}
26	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-6/10-{-9.0000000, 18.8000000}
27	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-7/10-{-18.8000000, 21.3000000}
28	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-8/10-{-21.3000000, 22.0000000}
29	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-9/10-{-22.0000000, 23.4000000}
30	ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°) ЗА ТРЕТИЙ МЕСЯЦ КВАРТАЛА-10/10-{-23.4000000, 25.3000000}
31	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-1/10-{-2.2000000, 10.7000000}
32	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-2/10-{-10.7000000, 13.1000000}
33	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-3/10-{-13.1000000, 17.8000000}
34	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-4/10-{-17.8000000, 21.2000000}
35	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-5/10-{-21.2000000, 27.4000000}
36	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-6/10-{-27.4000000, 51.6000000}
37	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-7/10-{-51.6000000, 56.0000000}
38	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-8/10-{-56.0000000, 65.3000000}
39	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-9/10-{-65.3000000, 71.9000000}
40	СУММАРНАЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-10/10-{-71.9000000, 76.2000000}
41	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-1/10-{-0.7300000, 3.6700000}
42	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-2/10-{-3.6700000, 5.2700000}

43	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-3/10-{5.2700000, 7.0300000}
44	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-4/10-{7.0300000, 9.1300000}
45	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-5/10-{9.1300000, 13.3400000}
46	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-6/10-{13.3400000, 13.8100000}
47	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-7/10-{13.8100000, 17.5300000}
48	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-8/10-{17.5300000, 19.7300000}
49	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-9/10-{19.7300000, 23.9300000}
50	СРЕДНЯЯ ЗА КВАРТАЛ ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА (С°)-10/10-{23.9300000, 25.4000000}

Таблица 4 – Обучающая выборка (полностью)

NAME OBJ	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13
2010 год 1-й квартал	8	17	28	36	48	58	62	1	12	23	31	41
2010 год 2-й квартал	6	18	27	38	48	58	61	6	17	30	37	48
2010 год 3-й квартал	8	18	28	39	49	59	61	10	20	28	40	50
2010 год 4-й квартал	9	15	29	39	47	57	61	5	16	24	36	45
Итого за 2020 год	10	20	30	40	50	60	69	1	11	21	31	47
2011 год 1-й квартал	6	18	28	37	47	57	62	1	11	23	31	41
2011 год 2-й квартал	4	18	25	38	48	58	61	3	16	29	36	47
2011 год 3-й квартал	9	19	29	38	48	59	61	10	18	27	39	49
2011 год 4-й квартал	8	15	28	37	46	56	62	5	11	23	34	43
Итого за 2020 год	10	20	30	40	50	60	69	1	11	21	31	45
2012 год 1-й квартал	4	14	24	36	48	57	63	1	11	22	31	41
2012 год 2-й квартал	7	15	26	36	48	58	62	8	18	30	38	49
2012 год 3-й квартал	8	17	28	38	49	58	62	10	19	27	40	50
2012 год 4-й квартал	7	14	26	37	47	57	64	8	15	21	35	44
Итого за 2020 год	10	20	30	40	50	60	69	1	11	21	31	45
2013 год 1-й квартал	3	12	23	35	45	56	64	3	14	25	33	43
2013 год 2-й квартал	5	16	25	37	46	56	63	7	18	30	38	48
2013 год 3-й квартал	7	16	27	36	47	57	63	9	19	26	39	49
2013 год 4-й квартал	3	14	22	32	46	55	63	5	15	21	34	43
Итого за 2020 год	10	19	30	40	50	60	69	1	11	21	31	46
2014 год 1-й квартал	2	11	22	32	45	53	65	2	12	25	32	42
2014 год 2-й квартал	5	13	24	33	46	56	64	7	18	28	37	48
2014 год 3-й квартал	7	15	26	34	46	56	63	9	20	27	40	50
2014 год 4-й квартал	1	12	21	31	45	54	64	4	13	22	34	43
Итого за 2020 год	9	19	29	39	50	60	69	1	11	21	31	45
2015 год 1-й квартал	2	11	21	32	43	52	65	2	13	24	32	42
2015 год 2-й квартал	3	13	23	32	44	53	65	4	17	29	37	47
2015 год 3-й квартал	4	13	24	33	45	54	64	9	20	29	40	50
2015 год 4-й квартал	1	12	21	31	44	52	65	4	16	22	35	44
Итого за 2020 год	9	19	29	39	50	59	70	1	11	21	31	46
2016 год 1-й квартал	3	13	23	33	44	53	66	1	15	25	33	42
2016 год 2-й квартал	8	16	27	34	43	54	66	8	17	29	37	48
2016 год 3-й квартал	8	16	28	36	43	55	65	10	20	26	39	49
2016 год 4-й квартал	6	14	25	33	44	54	66	4	15	21	33	43
Итого за 2020 год	10	20	30	40	49	59	70	1	11	21	31	45
2017 год 1-й квартал	4	18	26	38	47	58	67	2	11	25	32	41
2017 год 2-й квартал	5	18	25	31	42	51	66	6	17	28	36	47
2017 год 3-й квартал	7	16	27	37	44	55	66	9	20	28	40	50
2017 год 4-й квартал	2	11	22	35	41	52	67	6	14	23	35	44
Итого за 2020 год	10	20	30	40	49	60	70	1	11	21	31	46
2018 год 1-й квартал	1	17	22	34	45	55	67	2	12	24	31	41
2018 год 2-й квартал	5	15	24	31	42	51	68	7	18	30	38	48
2018 год 3-й квартал	5	19	27	38	43	55	67	10	19	27	39	50
2018 год 4-й квартал	1	11	21	34	42	52	67	7	13	21	34	44
Итого за 2020 год	9	20	29	39	49	59	70	1	11	21	31	46
2019 год 1-й квартал	2	11	22	34	43	53	68	3	12	24	32	42
2019 год 2-й квартал	3	12	23	32	41	51	68	6	17	30	38	48
2019 год 3-й квартал	4	12	24	35	41	52	68	8	18	26	38	49
2019 год 4-й квартал	1	13	21	33	41	51	68	7	14	22	35	44
Итого за 2020 год	9	19	29	39	49	59	70	1	11	21	31	45
2020 год 1-й квартал	2	17	23	35	42	54		3	13	26	33	42
2020 год 2-й квартал	6	17	26	31	41	51		4	16	29	36	47
2020 год 3-й квартал	6	14	25	35	42	53		9	19	27	39	49
2020 год 4-й квартал								8	14	21	31	41
Итого за 2020 год								1	11	21	31	41

Таким образом, осуществлена формализация предметной области и созданы все условия для выполнения следующих этапов АСК-анализа: синтеза и верификации (оценки достоверности) моделей и решения на основе наиболее достоверной из них различных задач.

Подзадача-3.3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей.

Синтез моделей осуществляется в режиме 3.5 системы «Эйдос» (рисунок 3):

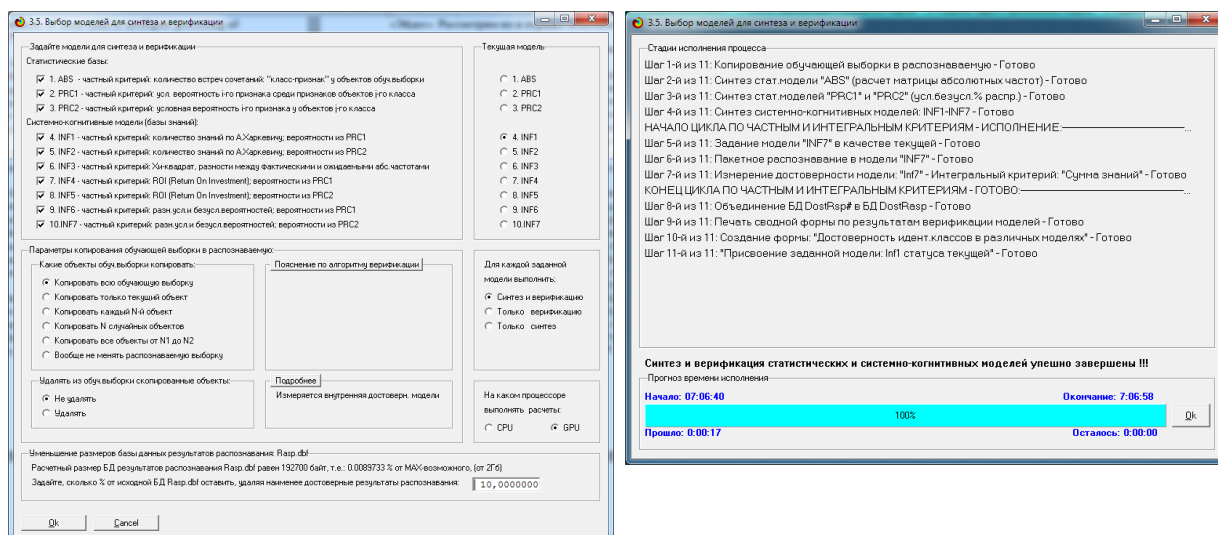


Рисунок 3. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей системы «Эйдос»

В результате работы данного режима созданы три статистические модели (Abs, Prc1, Prc2) и семь системно-когнитивных моделей (СК-модели: Inf1-Inf7). Но применять эти модели для решения задач корректно только в том случае, если они для этого достаточно достоверны. Поэтому верификация созданных моделей является необходимым этапом АСК-анализа.

Подзадача-3.4. Верификация моделей и выбор наиболее достоверной модели.

Оценка достоверности моделей осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений по классической F-мере Ван Ризбергера, а также L1- L2-мерам проф.Е.В.Луценко [2], которые являются нечеткими мультиклассовыми обобщениями меры Ван Ризбергера, инвариантными относительно объема обучающей выборки. В режиме 3.4 системы «Эйдос» мы видим (рисунок 4), что по L1-мере достаточно высокую достоверность (0,949 при максимуме 1,000) имеет модель INF1 с интегральным критерием: «Резонанс знаний»:

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Число ложно-положительных (FP)	Число ложно-отрицательных (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергера	Средняя мод. уровень со. истинно-полож. решений (ST)	Средняя мод. уровень со. истинно-отриц. решений (ST)	Средняя мод. уровень со. ложно-полож. решений (STP)	Средняя мод. уровень со. ложно-отриц. решений (STF)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	127		0,743	1,000	0,853	197,907	33,761	31,395		0,863	1,000	0,927
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред...	Средняя абс. частот по признак...	257		0,589	1,000	0,741	138,148		35,963		0,793	1,000	0,885
3. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	128		0,742	1,000	0,852	197,907	33,761	31,395		0,863	1,000	0,927
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Средняя усл.отн. частот по приз...	257		0,589	1,000	0,741	149,609		39,333		0,792	1,000	0,884
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Корреляция усл.отн. частот с о...	126		0,745	1,000	0,854	197,907	33,761	31,395		0,863	1,000	0,927
6. INF3 - частный критерий: Хинквард: разности между факти...	Средняя усл.отн. частот по приз...	257		0,589	1,000	0,741	149,609		39,333		0,792	1,000	0,884
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment): веро...	Семантический резонанс: зна...	109	\$	0,769	0,986	0,864	189,388	44,897	19,842	0,482	0,905	0,997	0,949
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment): веро...	Средняя знаний	221		0,625	1,000	0,769	207,629	1,679	45,083		0,822	1,000	0,902
9. INF6 - частный критерий: ROI (Return On Investment): веро...	Семантический резонанс: зна...	109	\$	0,769	0,986	0,864	189,388	44,897	19,842	0,482	0,905	0,997	0,949
10. INF7 - частный критерий: ROI (Return On Investment): веро...	Средняя знаний	221		0,625	1,000	0,769	207,629	1,679	45,083		0,822	1,000	0,902
11. INF8 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс: зна...	121		0,753	1,000	0,859	188,464	52,065	23,815		0,888	1,000	0,941
12. INF9 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Средняя знаний	121		0,753	1,000	0,859	124,303	29,295	16,152		0,885	1,000	0,939
13. INF10 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс: зна...	100	\$	0,784	0,989	0,875	182,076	39,034	17,246	0,256	0,913	0,999	0,954
14. INF11 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Средняя знаний	225		0,621	1,000	0,766	143,956	0,441	28,239		0,836	1,000	0,911
15. INF12 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс: зна...	100	\$	0,784	0,989	0,875	182,076	39,034	17,246	0,256	0,913	0,999	0,954
16. INF13 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Средняя знаний	225		0,621	1,000	0,766	143,956	0,441	28,239		0,836	1,000	0,911
17. INF14 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс: зна...	101	7	0,781	0,981	0,870	185,067	39,540	22,874	0,722	0,890	0,996	0,940
18. INF15 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Средняя знаний	214		0,632	1,000	0,775	132,006	1,135	26,890		0,831	1,000	0,908
19. INF16 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс: зна...	101	7	0,781	0,981	0,870	185,067	39,540	22,874	0,722	0,890	0,996	0,940
20. INF17 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Средняя знаний	214		0,632	1,000	0,775	132,006	1,135	26,890		0,831	1,000	0,908

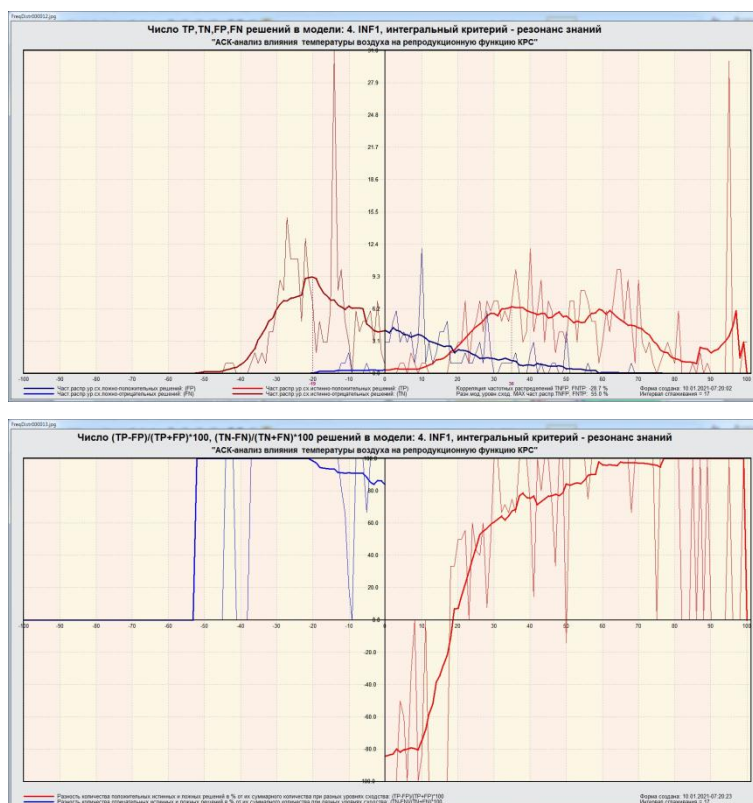


Рисунок 4. Экранные формы режима верификации моделей системы «Эйдос»

Кроме того из рисунка 4 мы видим, что:

1. Отрицательные решения (решения о непринадлежности объектов классам) в подавляющем большинстве истинные и их всегда на много больше, чем ложных.
2. Для положительных решений есть три интервала уровней сходства:
 - при малых уровнях сходства от 0 до 18% ложных решений больше чем истинных;
 - при уровнях сходства от 18% до 60% есть и истинные, и ложные решения, но истинных на много больше;
 - при уровнях сходства выше 60% наблюдаются только истинные решения.

Мы видим также, что:

- частотные распределения истинных и ложных, положительных и отрицательных решений образуют два распределения, сходных с нормальными, максимумы которых сдвинуты относительно друг друга на 55%;
- зависимость доли истинных решений среди всех решений практически прямо пропорциональна уровню сходства, т.е. чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Это позволяет сделать обоснованный вывод о том, что уровень сходства идентифицируемого объекта с классом является адекватным критерием степени достоверности решения и может быть с успехом использован для разделения истинных решений от ложных.

Все это и предоставляет в наше распоряжение инструменты и критерии, позволяющие надежно решать в наиболее достоверной СК-модели поставленные в работе задачи, результаты решения некоторых из которых мы кратко рассмотрим ниже

Результаты и обсуждение (Results and discussion). Подзадача-3.5. Решение в наиболее достоверной модели задач диагностики (классификации, распознавания, идентификации и прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели

В результате проведенных исследований и разработок созданы модели, верно отражают причинно-следственные связи между факторами и результатами их влияния в моделируемой предметной области, и, следовательно, эти модели можно корректно использовать для решения поставленных в работе задач.

Ниже кратко рассмотрим решение в наиболее достоверной модели задач диагностики (классификации, распознавания, идентификации), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Решение задачи классификации и прогнозирования

В соответствии со схемой обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос», приведенной на рисунке 1, нам необходимо выбрать в качестве текущей модели, в которой мы будем решать задачи. На предыдущем этапе в качестве такой модели мы выбрали модель INF1. Сделаем ее текущей в режиме 5.6 и решим в ней задачу идентификации в режиме 4.1.2. В результате получим результаты, приведенные на рисунке 5.

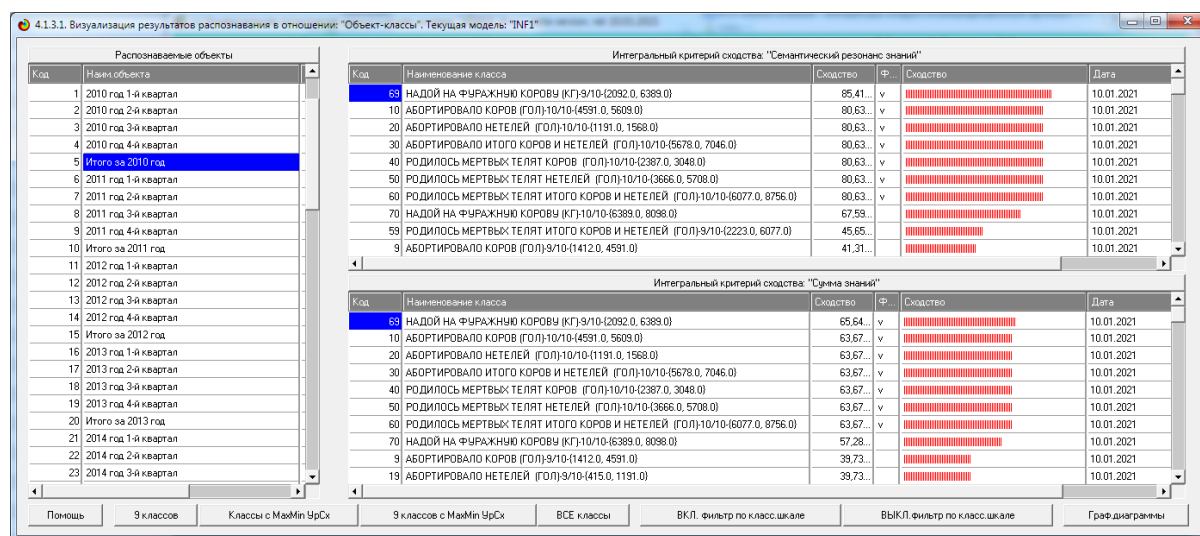


Рисунок 5. Результаты прогнозирования репродуктивной функции КРС на основе информации о температуре окружающего воздуха

Из рисунка 5 мы видим, что результаты прогнозирования репродуктивной функции КРС на основе информации о температуре окружающего воздуха очень хорошо совпадают с фактом (отмечены «птичкой»).

Решение задачи поддержки принятия решений

На рисунке 6 приведена SWOT-диаграмма [3], отображающая влияние температуры окружающего воздуха на показатели репродуктивной функции КРС.

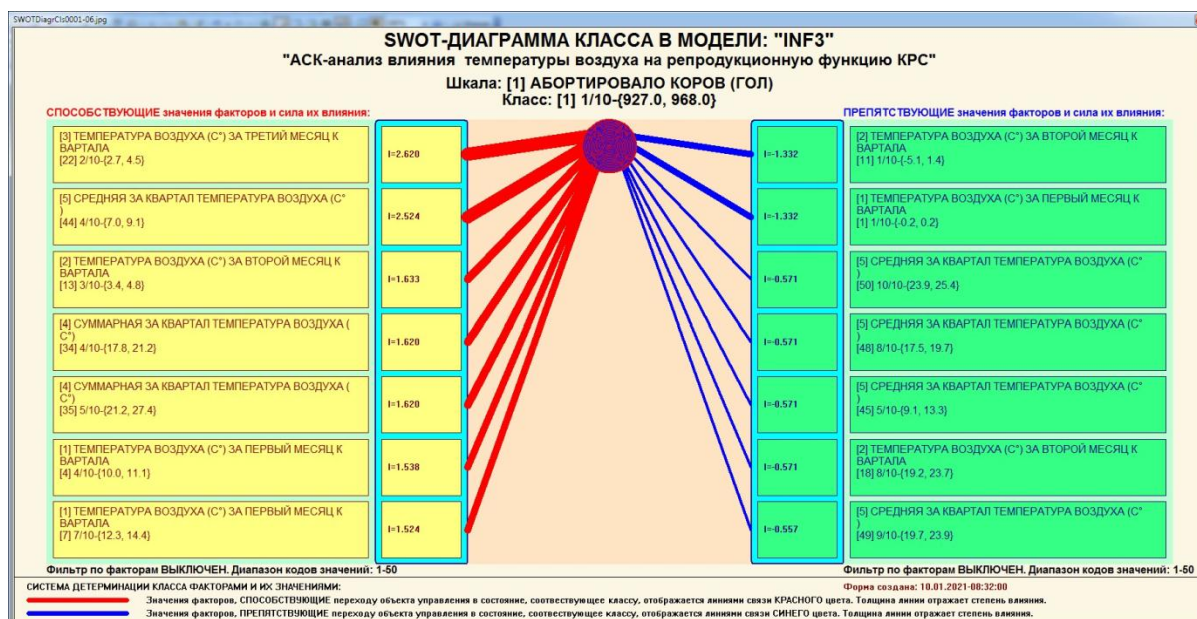


Рисунок 6. SWOT-диаграмма, отображающая влияние температуры окружающего воздуха на показатели репродуктивной функции КРС

На рисунке 7 мы видим SWOT-диаграмму влияния очень низкой температуры на показатели репродуктивной функции КРС.

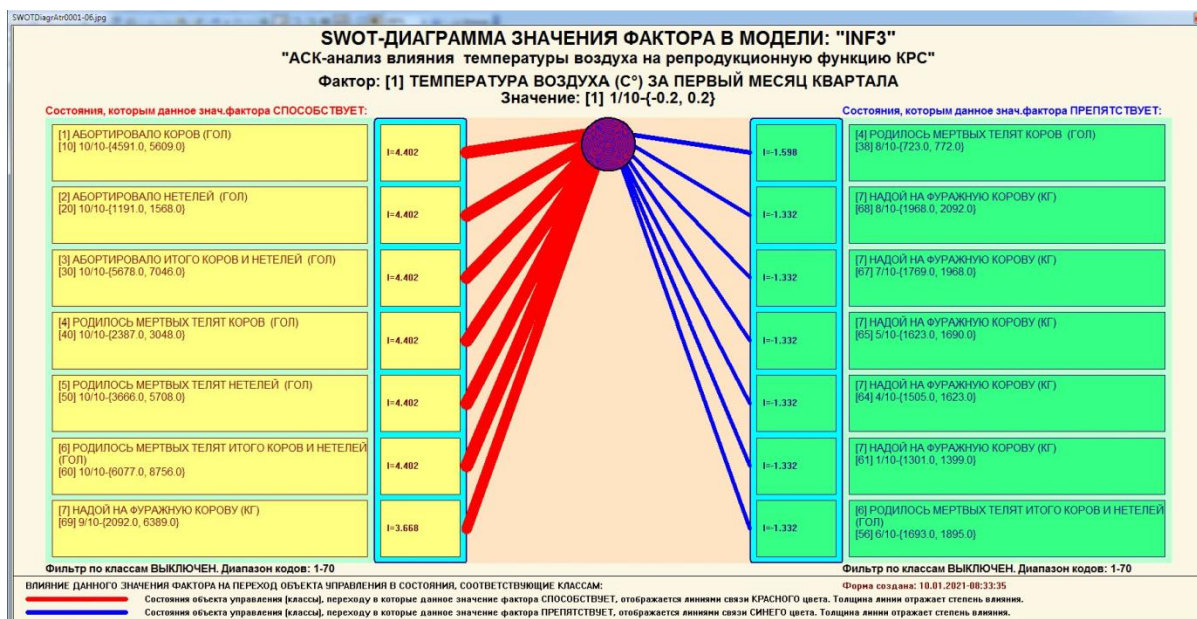


Рисунок 7. Инвертированная SWOT-диаграмма влияния очень низкой температуры на различные показатели репродуктивной функции КРС

Решение задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели

Система «Эйдос» включает много различных возможностей исследования моделируемого объекта путем исследования его модели. Естественно, результаты этих исследований можно считать результатами исследования самого объекта моделирования

лишь в той степени, в какой модель верно отражает его свойства, т.к. той степени, в какой она адекватна.

В частности это следующие возможности исследования: нелокальные нейроны и нейронная сеть; когнитивные диаграммы классов и значений факторов; автоматизированный когнитивный SWOT-анализ; когнитивные функции, когнитивная агломеративная кластеризация классов и значений факторов и ряд других.

Однако, в данной работе нет возможности даже кратко рассмотреть эти инструменты научного исследования в связи с жестким ограничением на ее объем. Поэтому рассмотрим лишь некоторые из них. На рисунке 8 мы видим результаты когнитивной кластеризации значений классов [4], а на рисунке 9 – значений факторов. На рисунке 10 приведено Парето-подмножество нелокальной нейронной сети в модели Inf3 [5].

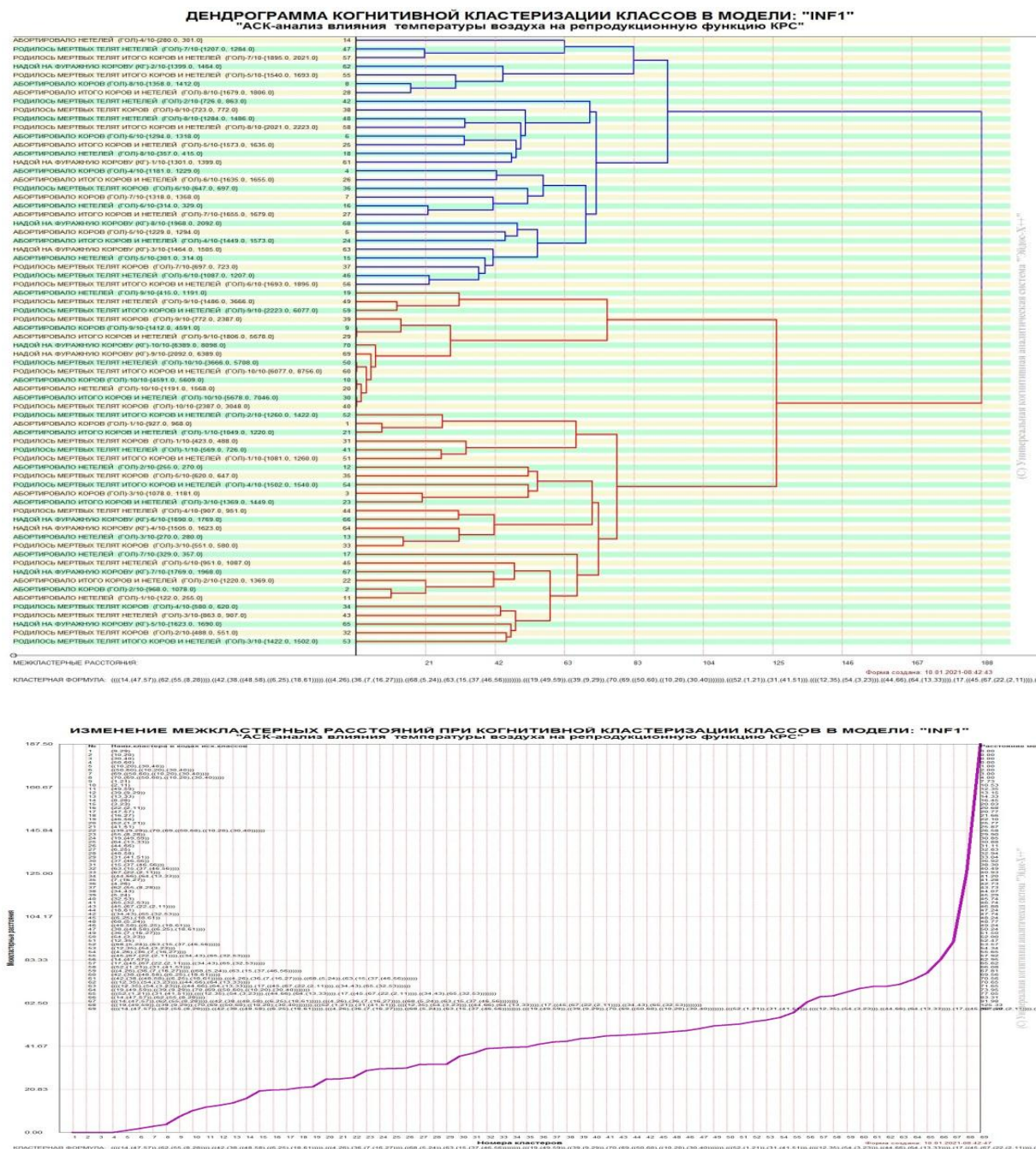
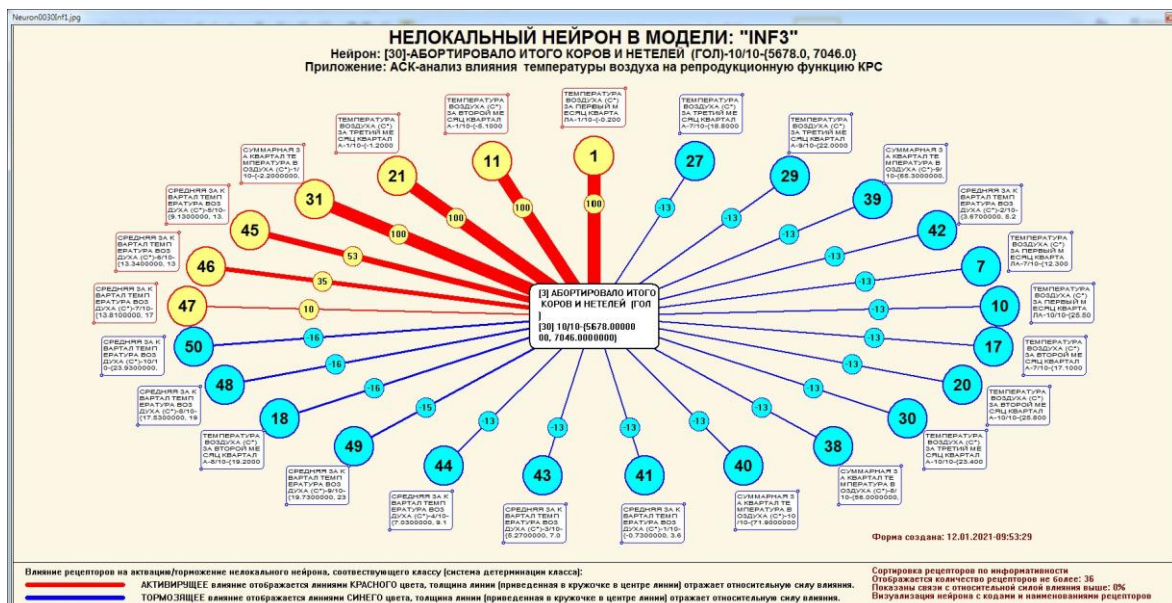
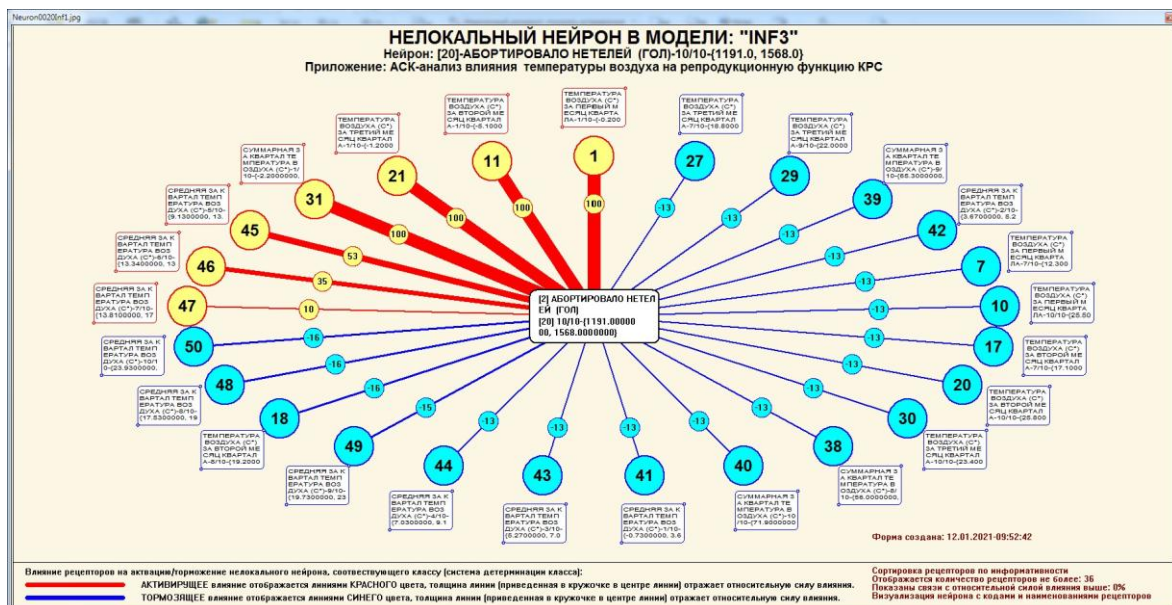
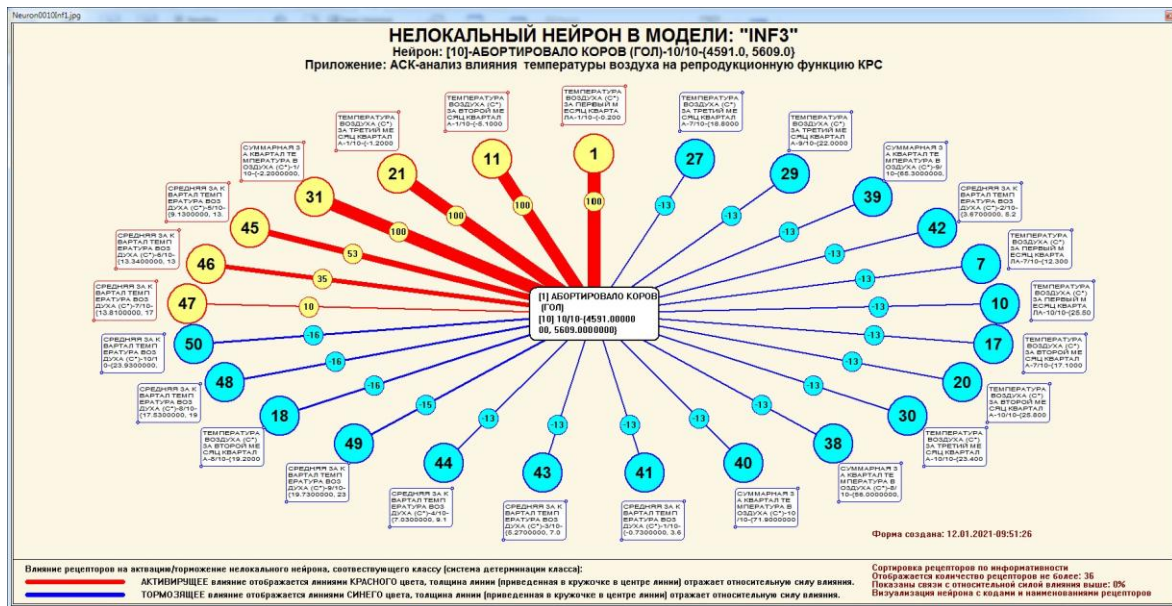


Рисунок 8. Результаты когнитивной кластеризации классов [4]



Рисунок 9. Результаты когнитивной кластеризации значений факторов [4]



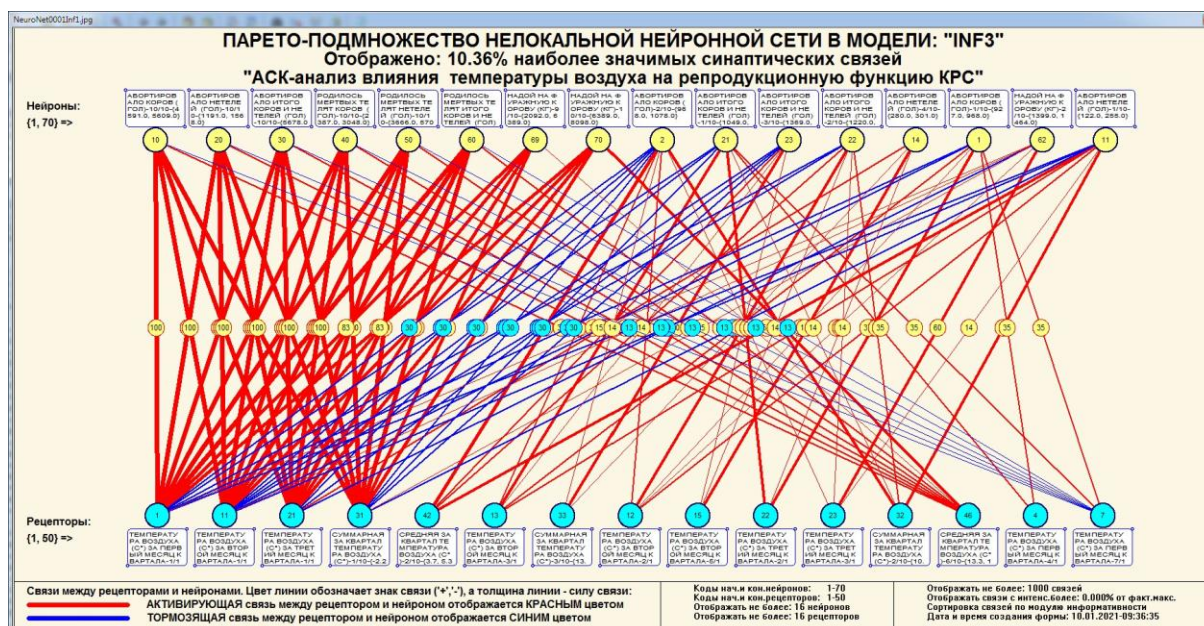


Рисунок 10. Примеры нелокальных нейронов и небольшой Парето-фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети в СК-модели Inf3 [5]

Из рисунка 8 мы видим, что все показатели репродуктивной функции КРС, можно обоснованно разделить на два суперкластера (т.е. наиболее больших кластера) по влиянию на них температуры окружающего воздуха. Эти суперкластеры образуют полюса конструкта классов, противоположные по системе их детерминации температурой окружающего воздуха.

Синим цветом выделены *низкие и средние* показатели репродуктивной функции (т.е. много абортотв и рождений мертвых телят) и низкие надои.

Красным цветом выделены *средние и высокие* показатели репродуктивной функции (т.е. мало абортотв и рождений мертвых телят) и высокие надои.

Видно, что наиболее многочисленны суперкластеры показателей, детерминируемые очень высокими и очень низкими температурами. Однако *между* ними, примыкая в больше степени к красному суперкластеру, чем к синему, находится третий суперкластер, включающий значительно меньшее количество показателей, характерных для средних температур окружающего воздуха. Поэтому он тоже выделен красным цветом. Можно сказать, что красный суперкластер явно делится на два подкластера, а синий является более монолитным. Этот средний суперкластер характеризуется парадоксальным сочетанием показателей, характерных как для первого, так и второго суперкластеров – полюсов конструкта: с одной стороны очень низкими показателями репродуктивной функции как в синем суперкластере, а с другой стороны при этом одновременно очень высокими надоями, как в красном суперкластере.

Из рисунка 9 видно, что все показатели температуры окружающего воздуха делятся на два суперкластера по их влиянию на репродуктивную функцию КРС и надои:

– в синий суперкластер в основном входят очень низкие температуры за 1-й, 2-й и 3-й месяцы квартала и очень низкая суммарная температура за квартал, а также средние значения средней температуры за квартал;

– в красный суперкластер входят средние и высокие температурные показатели по месяцам квартал и в сумме и в среднем за квартал. Причем этот суперкластер четко разделяется на два подкластера со средними и с очень высокими температурами окружающего воздуха. Это дает основания говорить о явном наличии особой специфики во влиянии очень высоких температур окружающего воздуха на репродуктивную функцию КРС и надоев. Эту специфику влияния очень высоких температур мы и называем «*температурным стрессом*».

Из трех нелокальных нейронов, приведенных на **рисунке 10**, видно, что очень низкие температуры окружающего воздуха в высокой степени, т.е. жестко обуславливают максимальное количество абортос у коров и нетелей.

Из небольшого Парето-фрагмента одного слоя нелокальной нейронной сети, приведенного на **рисунке 10**, видно, что наиболее жестко детерминированы максимальное количество абортос и мертворожденных телят у коров и нетелей и эти результаты обусловлены очень низкими температурами окружающего воздуха за 1-й, 2-й, 3-й месяцы квартала и за квартал в целом суммарно и в среднем..

Зависимость значений выходных показателей от значений действующих факторов мы видим на когнитивных функциях [7], приведенных на рисунке 12. На рисунке 11 приведено пояснение о том, что представляют собой когнитивные функции.

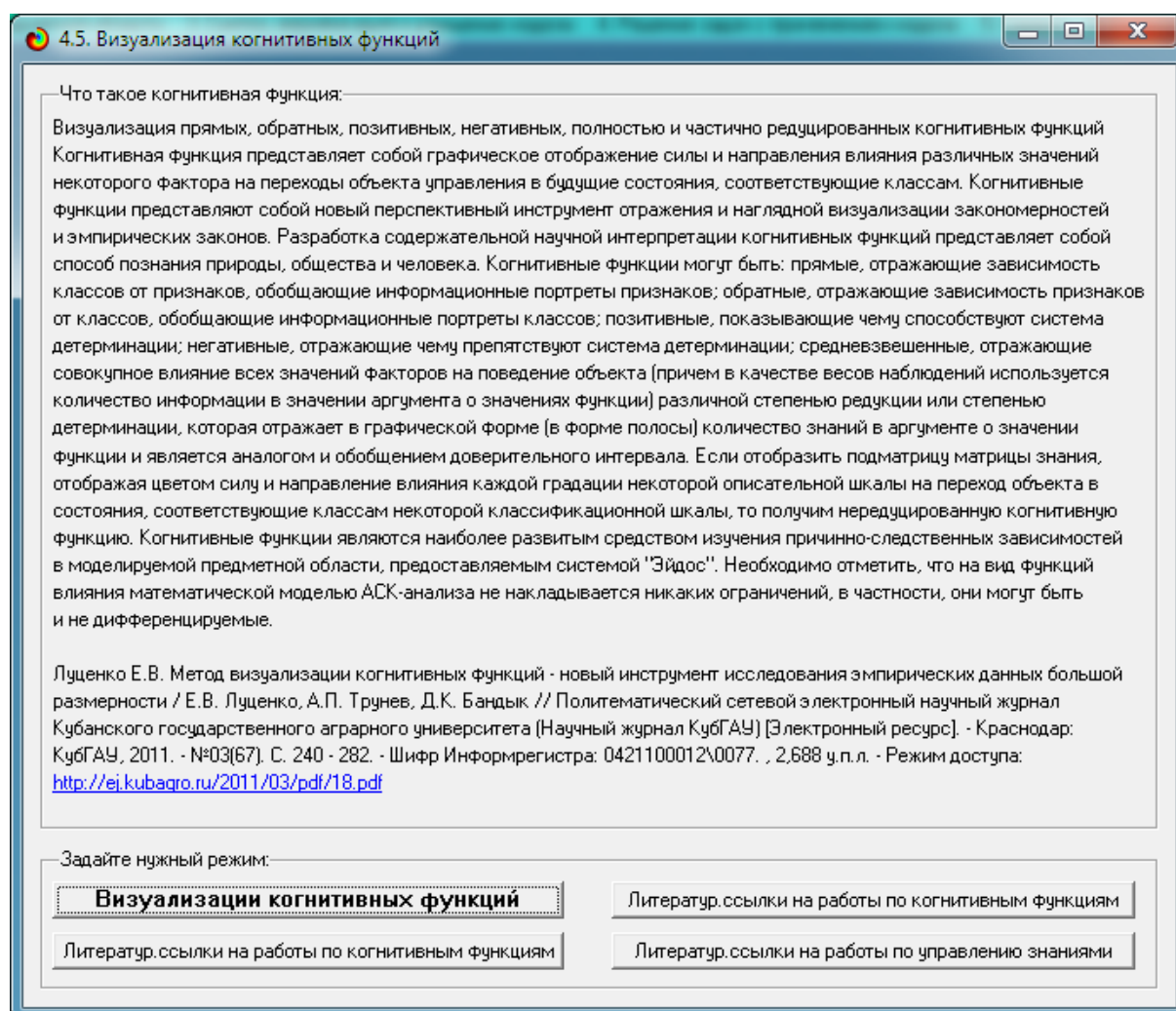
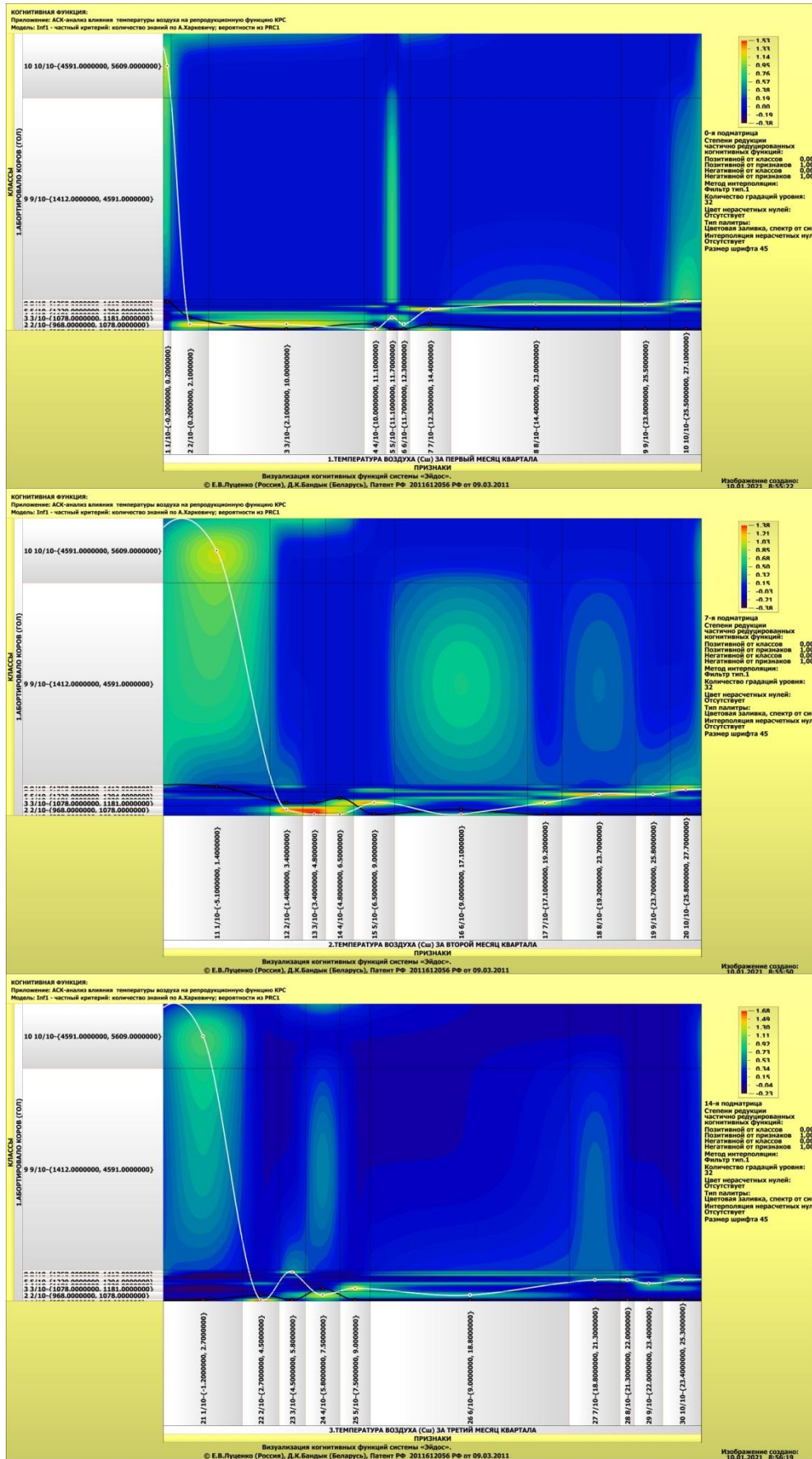
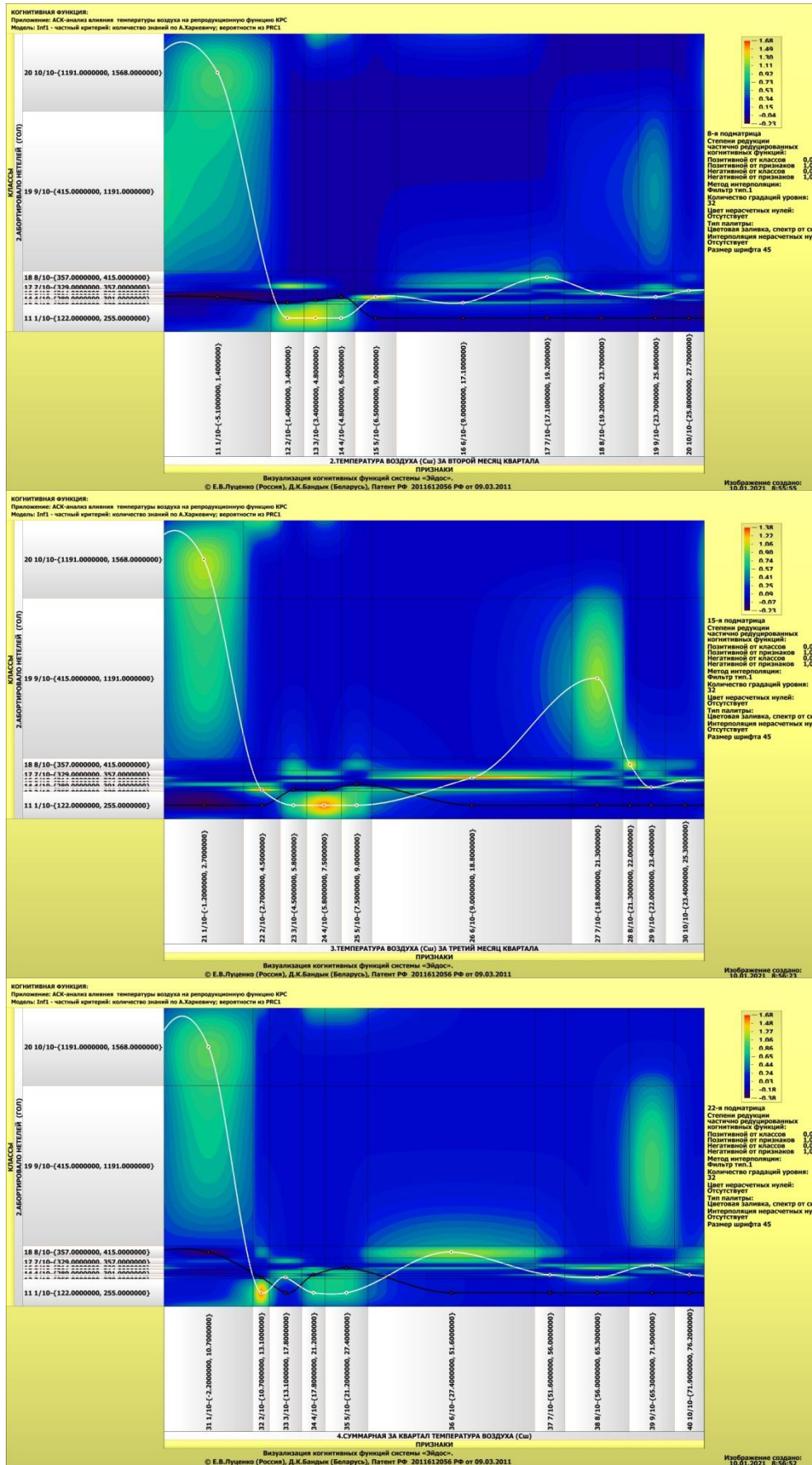
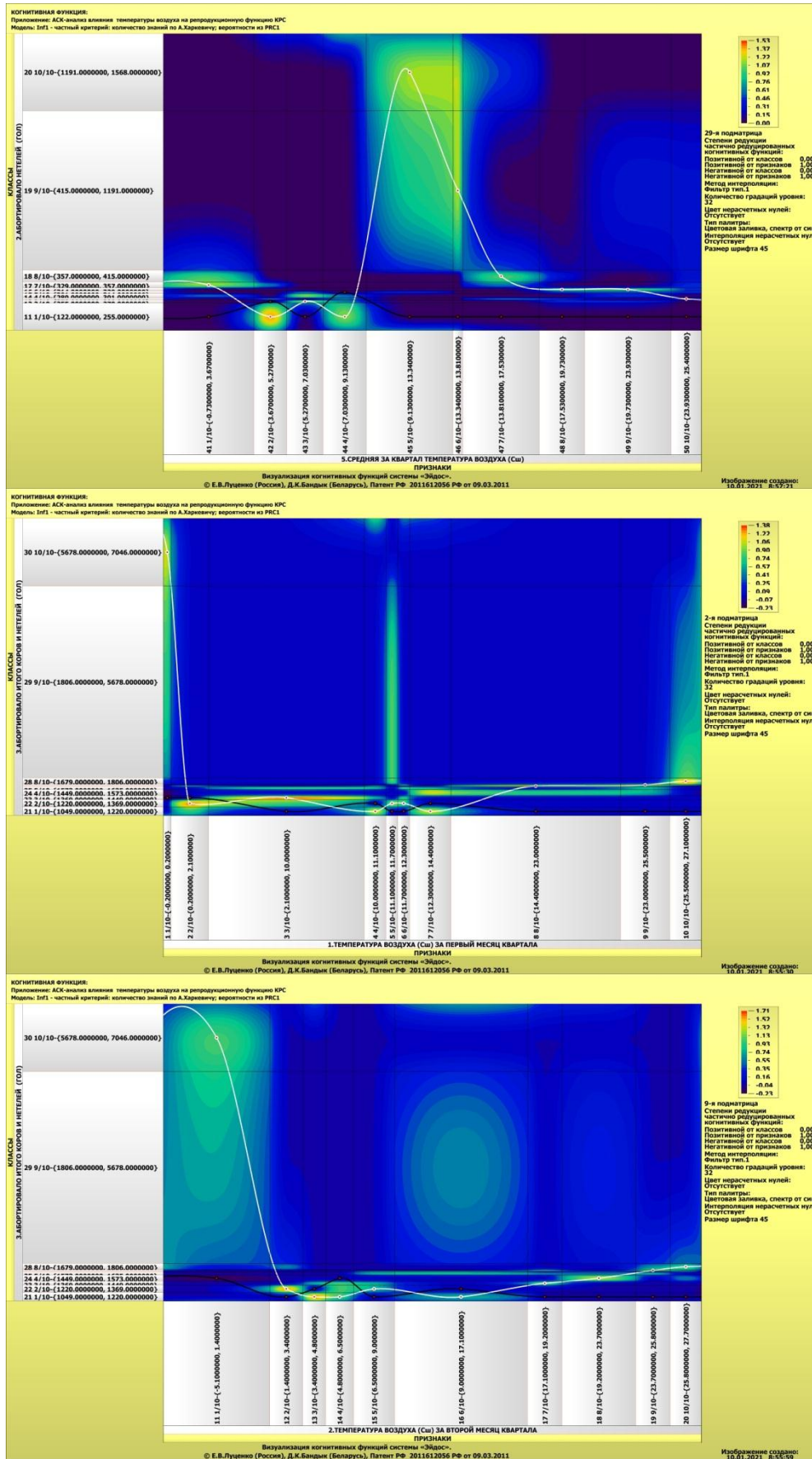
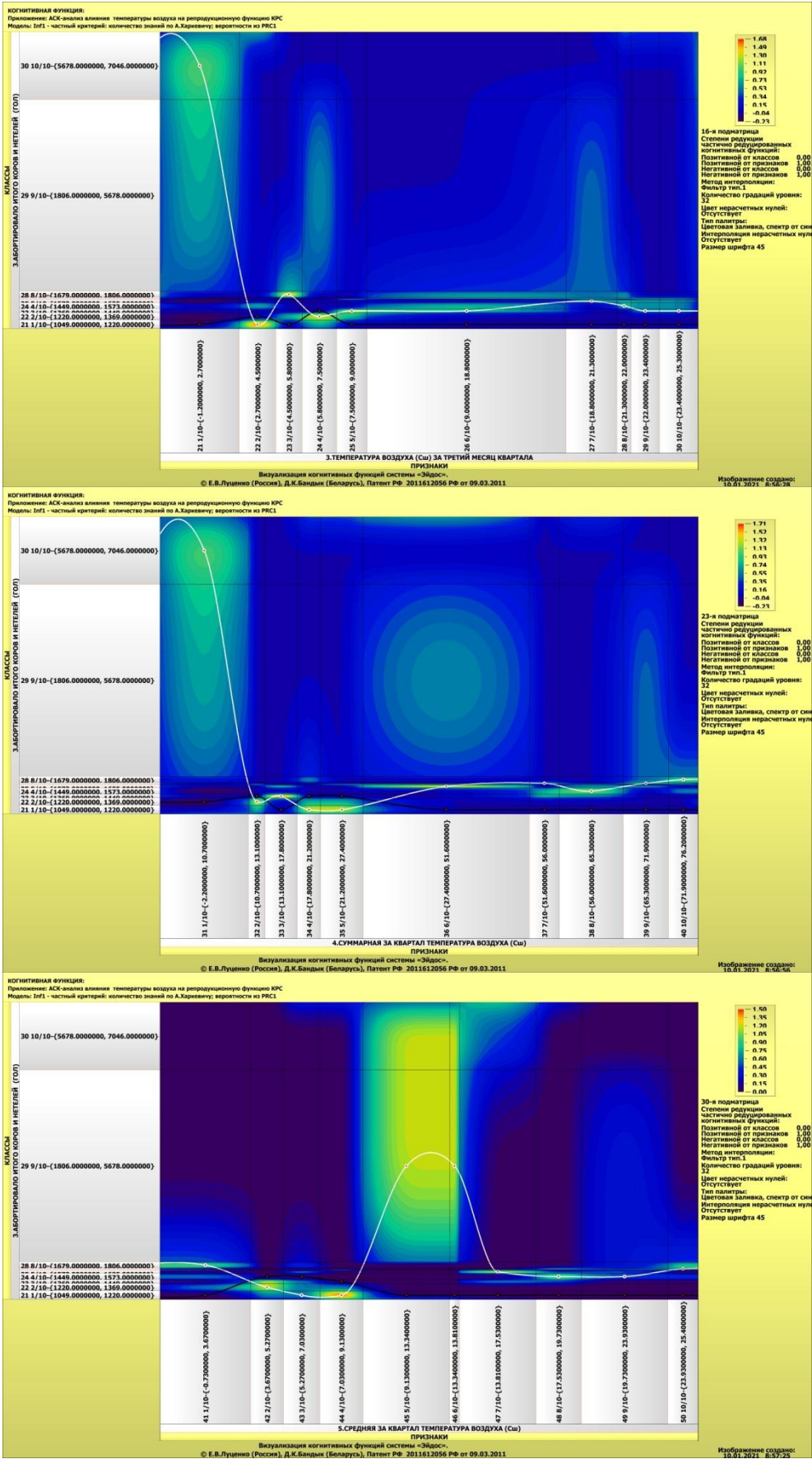


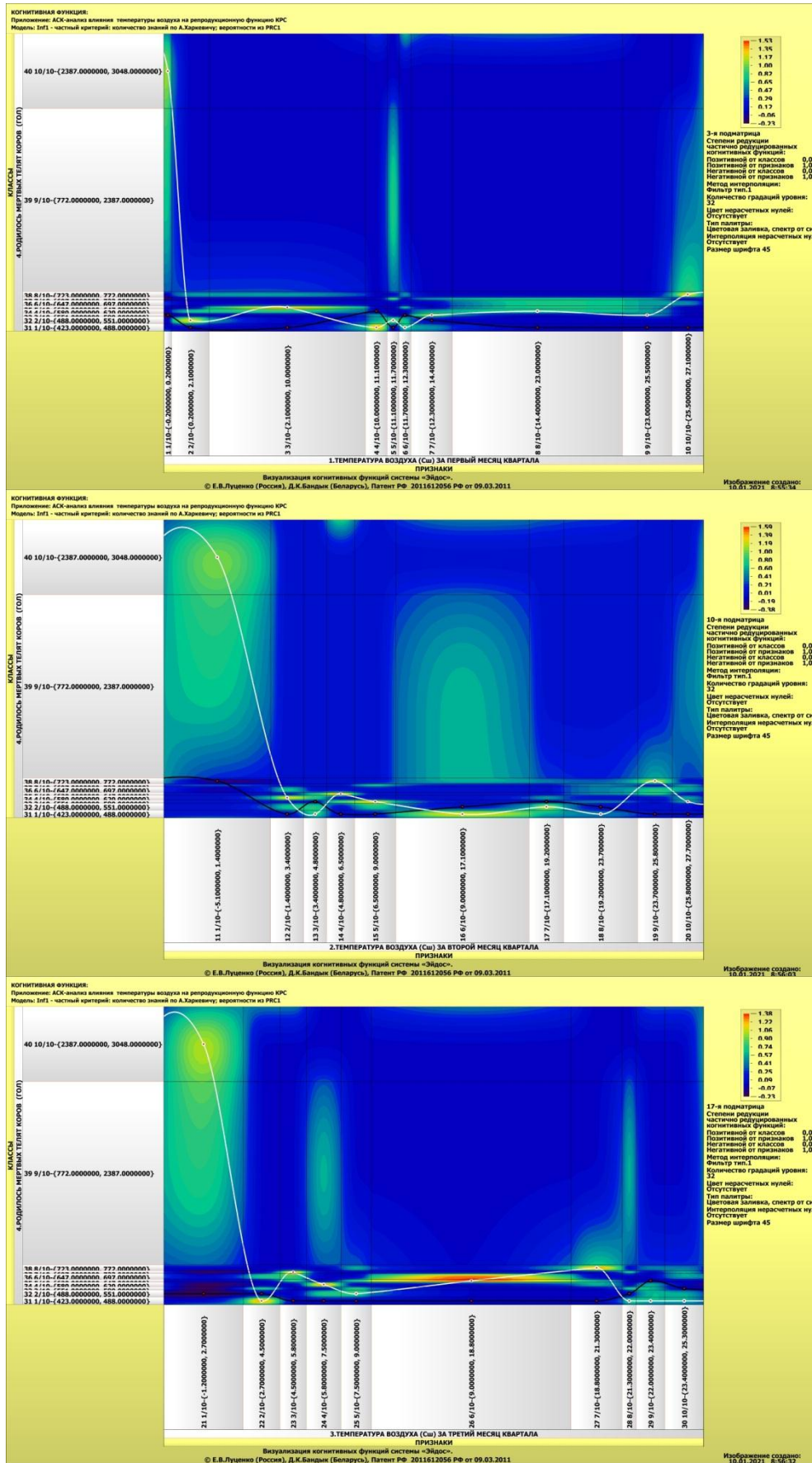
Рисунок 11. Пояснение по когнитивным функциям

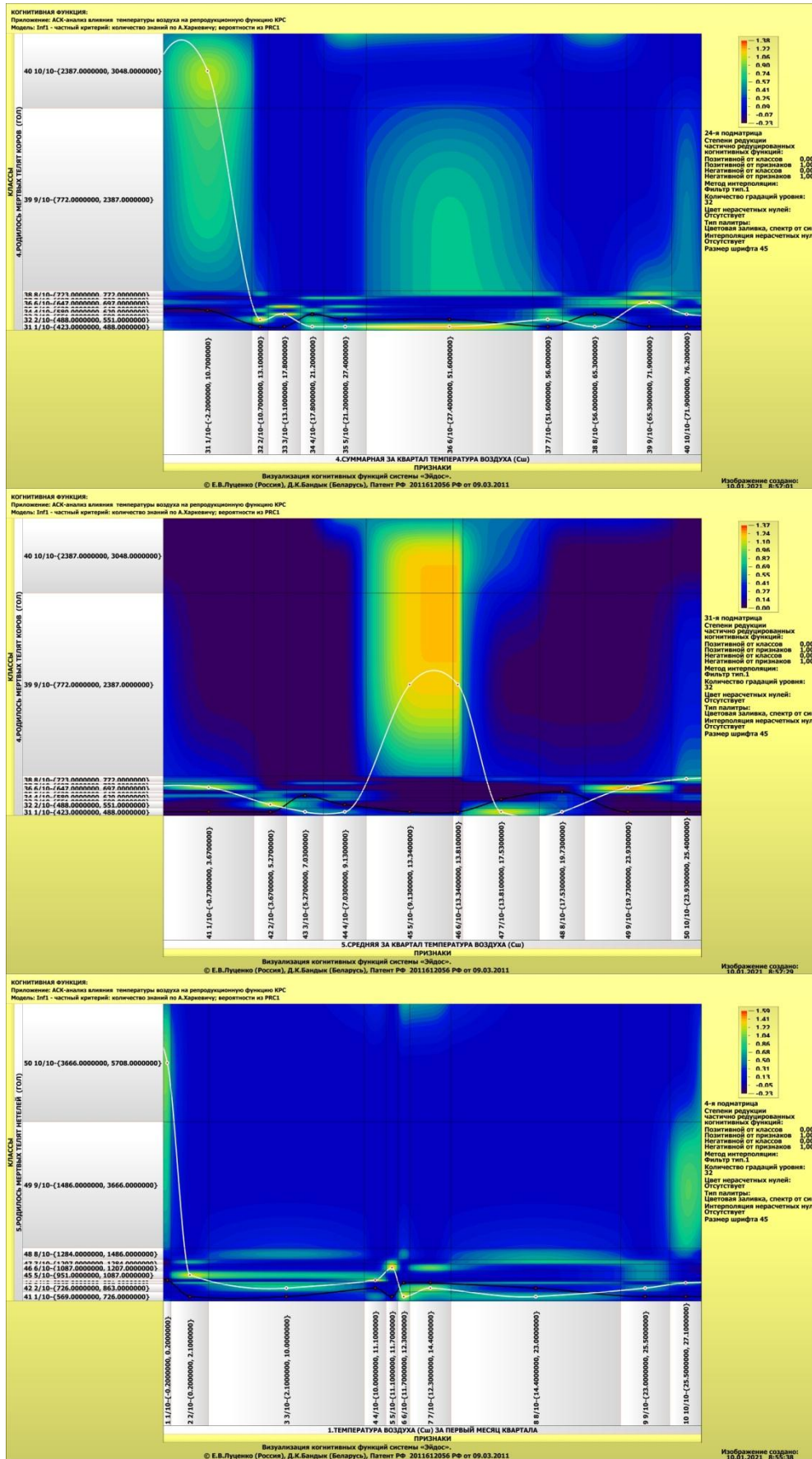


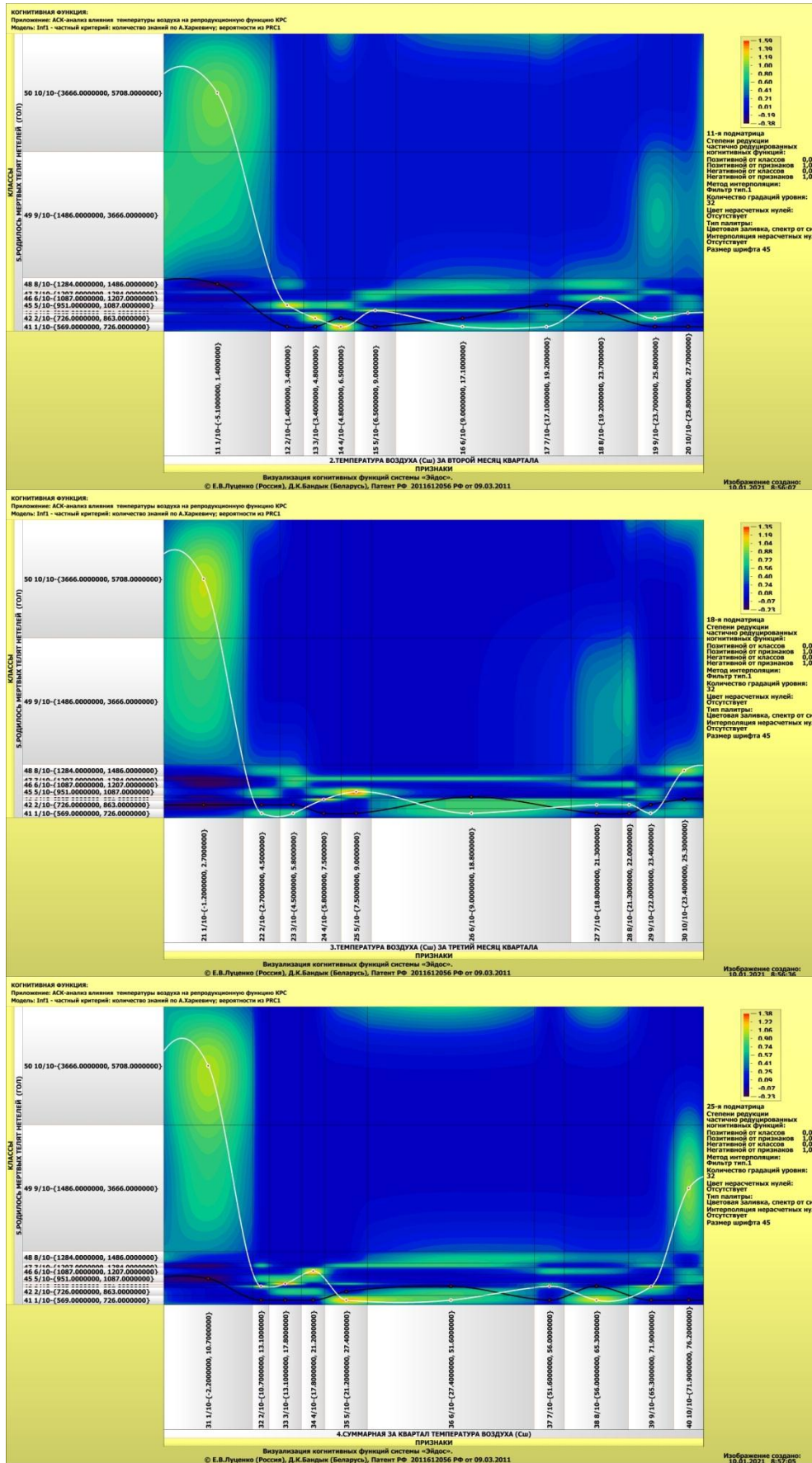


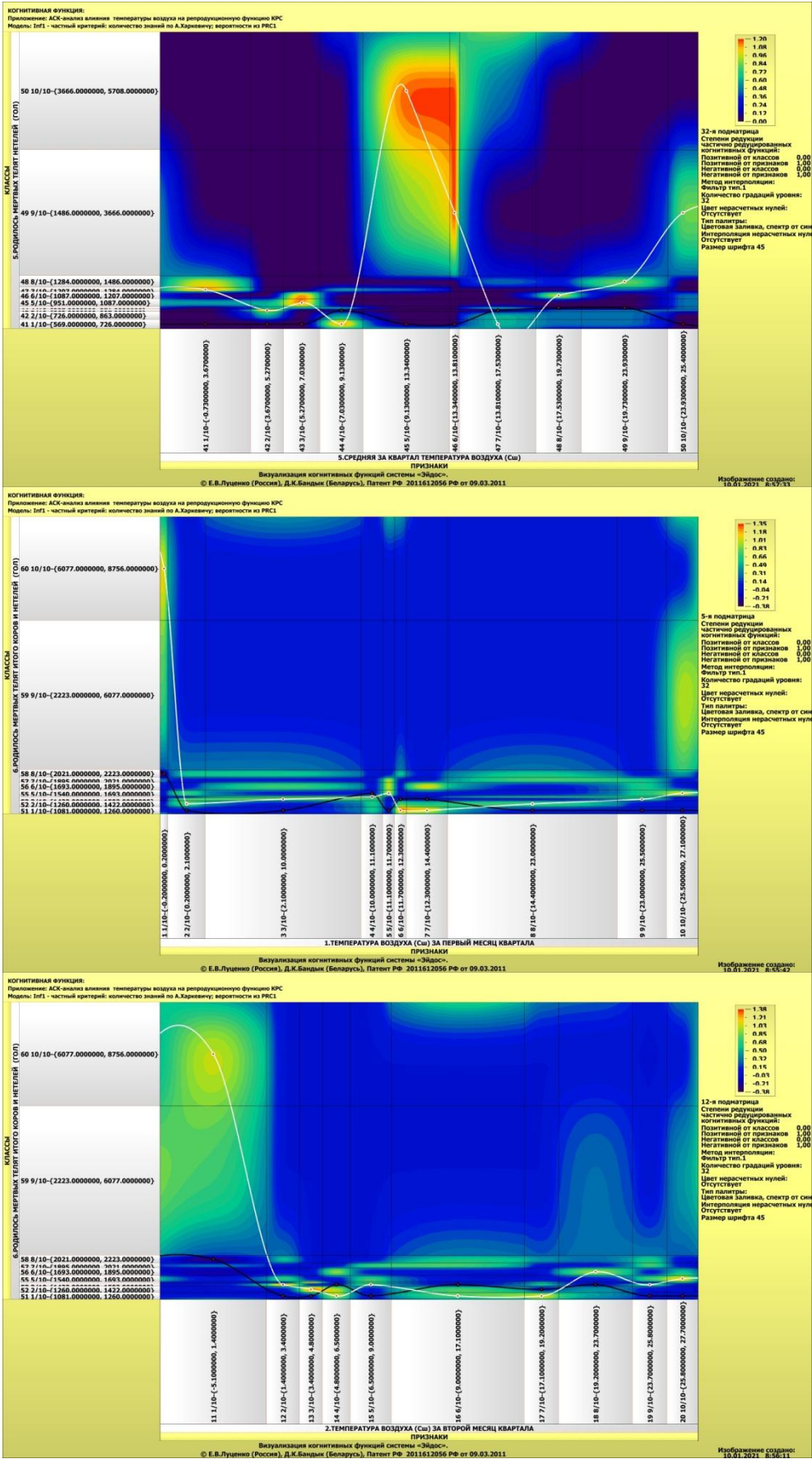


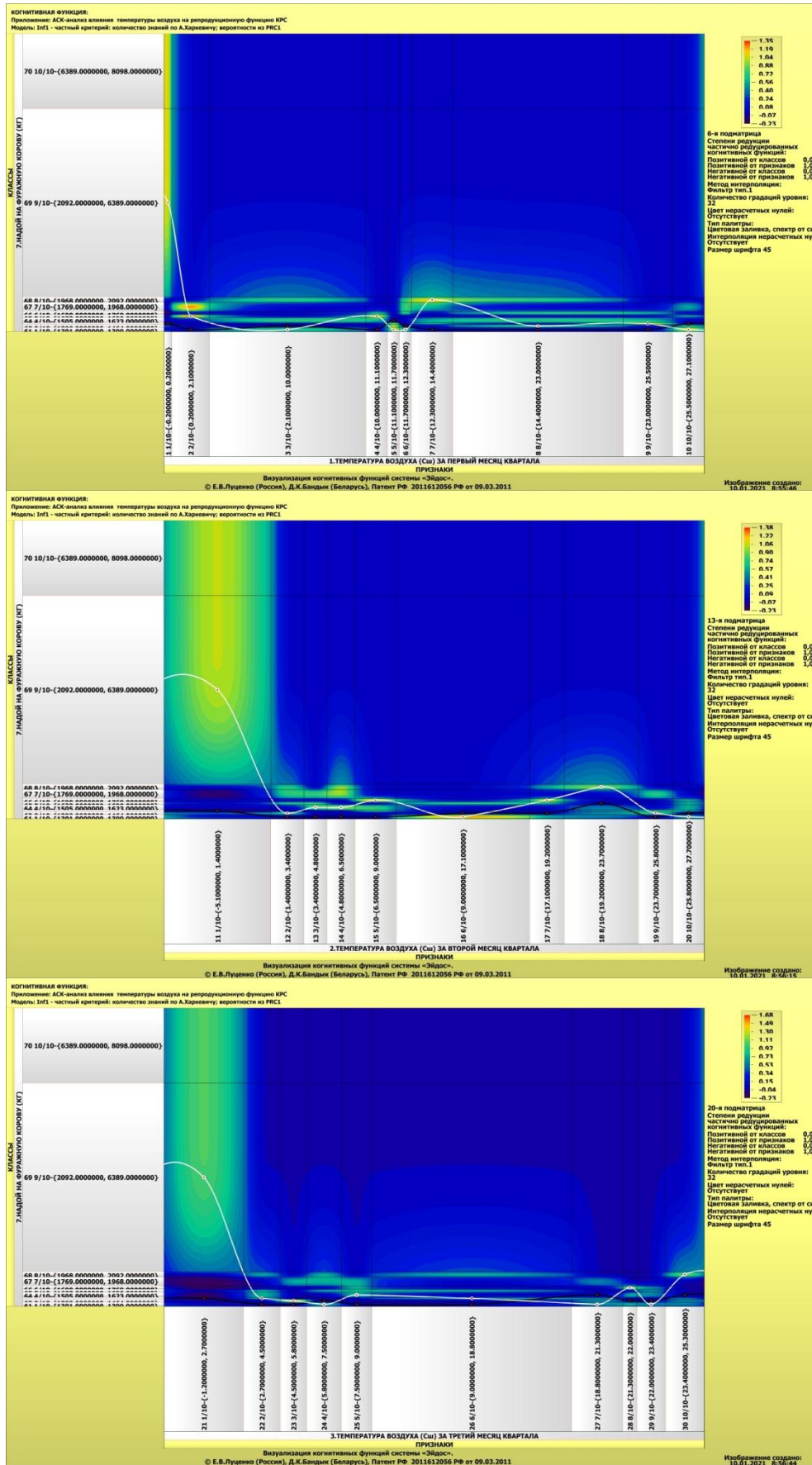












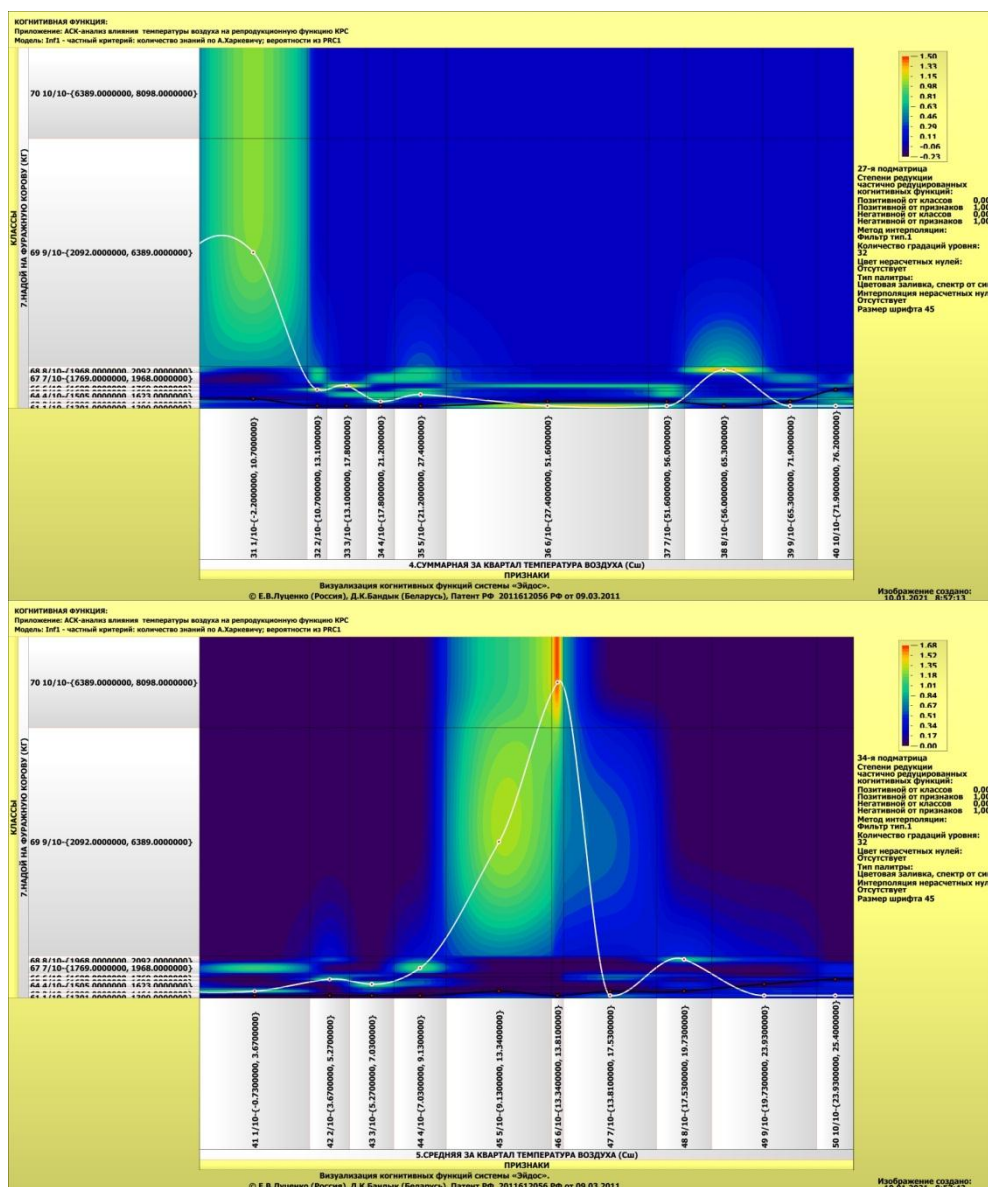


Рисунок 12. Когнитивные функции, отражающая влияние температуры окружающего воздуха на репродуктивные функции и удои КРС

Цветом в когнитивных функциях отражено количество информации, которое мы получаем из некоторого значения фактора о том, что система под его влиянием перейдет в состояние, соответствующее различным классам. Максимальное количество информации показано красным цветом, а минимальное – синим. Промежуточное количество информации отображено промежуточными цветами спектра. Точки с максимальным количеством информации соединены белой линией, а с минимальным – черной.

Выводы (Conclusions)

На основе приведенных выходных форм можно обоснованно сделать следующие выводы:

1. Очень низкие температуры резко отрицательно сказываются на репродуктивной функции КРС. При этом одновременно наблюдаются хотя и не максимальные, но довольно высокие надои.

2. Очень высокие температуры довольно жестко обуславливают низкие надои.

3. Температура окружающего воздуха от 9 до 14 С° является наиболее благоприятной для получения высоких удоев на одну фуражную корову (в кг). Максимальные удои наблюдаются при температуре окружающего воздуха 13–14 С°.

4. При очень низких и очень высоких температурах окружающего воздуха наблюдается максимальное количество абортных и мертворожденных телят.

Эффективность предложенного решения проблемы (задача 4)

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

Ограничения и недостатки предложенного решения проблемы, перспективы (задача 5)

Приведенные результаты получены на ограниченном объеме данных всего за 10 лет. При этом исследовалось влияние 5 факторов, описывающих температуру окружающего воздуха, на 7 результирующих показателей, характеризующих репродуктивную функцию и удои КРС.

Конечно, желательно увеличить число наблюдений, возможно разбив их не только по кварталам, но по месяцам. В перспективе планируется это сделать.

Заключение

На основании результатов проделанной работы можно сделать обоснованный вывод, что все поставленные в работе задачи решены, цель достигнута, проблема решена.

Благодарности (Acknowledgements)

Особая благодарность Стеффену Пирсигу, члену совета директоров, главному архитектору, соучредителю Alaska Software Inc (https://www.xing.com/profile/Steffen_Pirsig) за предоставление на безвозмездной основе автору и разработчику АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» проф.Е.В.Луценко языка программирования Xbase++ 2.0, Professional Edition, Сер.№127980.

Список литературы (References)

1. 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
2. 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.

3. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-X++» / 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos14_OL/index.htm

8. Lutsenko E.V. Mathematical Model of the Influence of Transnationalization on the Russian Agricultural Machinery Market // [Lutsenko, E.V.](#), [Semenenko, K.A.](#), [Snimschikova, I.V.](#), [Loiko, V.I.](#), [Semenenko, M.P.](#) // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, 1225 AISC, стр. 210–222.

9. Lutsenko E.V. Application of the automated system-cognitive analysis for solving problems of genetics // [Lutsenko, E.V.](#), [Troshin, L.P.](#), [Zviagin, A.S.](#), [Milovanov, A.V.](#) // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments, 2018, 41(2), стр. 1–8.

10. Lutsenko E.V. Developing a business model and a strategy map for objectives in the enterprise architecture of an agro-industrial corporation // [Baranovskaya, T.P.](#), [Loiko, V.I.](#), [Vostroknutov, A.Y.](#), [Lutsenko, Y.V.](#), [Burda, A.G.](#) International Journal of Applied Business and Economic Research, 2016, 14(9), стр. 6015–6037.

11. Lutsenko E.V. Conceptual principles of the system (emergent) information theory and its application for the cognitive modelling of the active objects (entities) // [Lutsenko, E.V.](#) // Proceedings - 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems, ICAIS 2002, 2002, стр. 268–269, 1048109