

УДК 004.8

UDC 004.8

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**СИСТЕМА "ЭЙДОС" КАК
ГЕОКОГНИТИВНАЯ СИСТЕМА (ГКС) ДЛЯ
ВОССТАНОВЛЕНИЯ НЕИЗВЕСТНЫХ
ЗНАЧЕНИЙ ПРОСТРАНСТВЕННО-
РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ФУНКЦИЙ НА
ОСНОВЕ ОПИСАТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
КАРТОГРАФИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ¹****"EIDOS" SYSTEM AS A GEO-
COGNITIVE SYSTEM (GCS) FOR
RECOVERING UNKNOWN VALUES OF
SPATIALLY DISTRIBUTED FUNCTIONS
BASED ON DESCRIPTIVE INFORMATION
FROM CARTOGRAPHIC DATABASES**

Луценко Евгений Вениаминович

д.э.н., к.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Краснодар, Россия*

Lutsenko Eugeny Veniaminovich

Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor

RSCI SPIN-code: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Бандык Дмитрий Константинович

Разработчик интеллектуальных систем

РИНЦ SPIN-код: 4072-8442

bandyk_dd@mail.ru*Беларусь*

Bandyk Dmitry Konstantinovich

Artificial intelligence systems developer

RSCI SPIN-code: 4072-8442

bandyk_dd@mail.ru*Belarus*

В статье предлагается применить автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий системе «Эйдос» для решения задач многопараметрической типизации, системной идентификации и картографической визуализации пространственно-распределенных природных, экологических и социально-экономических систем. Пусть есть исходное облако точек с координатами (X, Y, Z) , для каждой из которых известны значения градаций описательных шкал номинального, порядкового или числового типа $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$. Тогда система «Эйдос» обеспечивает: 1) построение модели, содержащей обобщенные знания о силе и направлении влияния градаций описательных шкал на значения $Z=M(S)$; 2) оценку значения Z для точек (X, Y) , описанных в тех же описательных шкалах $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$, но не входящих в исходное облако точек; 3) картографическую визуализацию пространственного распределения значений функции $Z=M(S)$ для точек, не входящих в исходное облако, с использованием триангуляции Делоне. По сути это означает, что система «Эйдос» обеспечивает восстановление неизвестных значений функции по признакам аргумента и реализует это в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Предлагается новое научное понятие: «Геокогнитивная система», под которым понимается программная система, обеспечивающая преобразование исходных данных в информацию, а ее в знания и картографическую визуализацию этих знаний, в результате чего карта становится когнитивной графикой. Эта возможность может быть

The article proposes to use the automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and its software tool which is "Eidos" system to solving multiparameter typing, system identification and cartographic visualization of spatially-distributed natural, environmental and socio-economic systems. Imagine, that we have an original point cloud with coordinates (X, Y, Z) , each with known values of gradation descriptive scales of nominal, ordinal, or numeric type $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$. Then the "Eidos" system provides: 1) building a model that contains generalized knowledge about the strength and the direction of the influence of descriptive gradations of scales at $Z=M(S)$; 2) estimation of the values of Z for points (X, Y) described in the same descriptive scales $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$, but not a part of the original point cloud; 3) a cartographic visualization of the spatial distribution of values of the function $Z=M(S)$ for points outside the initial cloud, using Delaunay triangulation. Basically, this means that the "Eidos" system ensures recovery of the unknown function values on the grounds of the argument and implements it in a generic setting, independent of subject area. We propose a new scientific concept called "Geo-cognition system", which is defined as a software system that provides conversion of source data into information, and knowledge in visualization and mapping of this knowledge, resulting in the cognitive map becomes graphics. This feature can be used to quantify the degree of suitability of the watersheds for cultivation of certain crops, the evaluation of the ecological situation on particular territories on the structure and intensity of anthropogenic load, visualization of results of forecasting of earthquakes and other unwanted risks or

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №16-06-00114 А

использовано для количественной оценки степени пригодности микрзон для выращивания тех или иных культур, оценки экологической обстановки на тех или иных территориях по структуре и интенсивности антропогенной нагрузки, визуализации результатов прогнозирования землетрясений и рисков других нежелательных или чрезвычайных ситуаций, а также для решения многих других подобных по математической сути задач в самых различных предметных областях. Приводится простой численный пример

emergencies, as well as for solving many other similar mathematical essence of tasks in a variety of subject areas. We have also shown a simple numerical example

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ, СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ БАЗЫ ДАННЫХ КОГНИТИВНАЯ ГРАФИКА

Keywords: ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, "EIDOS" GEOINFORMATION INTELLIGENT SYSTEM, MULTIPARAMETER TYPING, SYSTEM IDENTIFICATION MAPPING DATABASE COGNITIVE GRAPHICS

СОДЕРЖАНИЕ

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ	2
ТРАДИЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ И ИХ НЕДОСТАТКИ	4
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ В СИСТЕМЕ «ЭЙДОС»	4
ФОРМАЛЬНАЯ (МАТЕМАТИЧЕСКАЯ) ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	6
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	9
ОПИСАНИЕ ГЕОКОГНИТИВНОЙ ПОДСИСТЕМЫ «ЭЙДОС».....	10
ТРИАНГУЛЯЦИЯ ДЕЛОНЕ СЛУЧАЙНОГО ОБЛАКА ТОЧЕК	12
ТРИАНГУЛЯЦИЯ ДЕЛОНЕ СПИРАЛИ АРХИМЕДА	14
ВИЗУАЛИЗАЦИЯ 2D-ФУНКЦИЙ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИЙ ПО ПРИЗНАКАМ АРГУМЕНТА	16
<i>Картографическая визуализация обучающей выборки</i>	16
<i>Картографическая визуализация распознаваемой выборки</i>	19
<i>Синтез геокогнитивной модели</i>	23
<i>Восстановление неизвестных значений функции по описательной информации на основе модели</i> .	26
<i>Исследование погрешностей распознавания</i>	31
ВОЗМОЖНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДЛАГАЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ	37
ВЫВОДЫ	40
ПЕРСПЕКТИВЫ	42
ЛИТЕРАТУРА	42

Постановка проблемы

С одной стороны, картографические базы данных (КБД) геоинформационных систем (ГИС) содержат не только графическую информацию, но и описательную, атрибутивную часть, представляющую собой более или менее развернутую и подробную количественную и качественную ха-

рактическую характеристику различных пространственно-соотнесенных объектов, изображенных на карте.

С другой стороны, для некоторых из этих объектов, но не для всех, известно значение каких-либо интегральных характеристик, обобщающих, агрегирующих описательную информацию о них различными способами. Таким образом, картографическая визуализация пространственного распределения этих интегральных характеристик фрагментирована и из-за этого на карте получаются «белые пятна».

Проблема состоит в том, чтобы сначала по описательной информации восстановить значение этих интегральных характеристик для тех пространственно-соотнесенных объектов, для которых они неизвестны, а затем получить полную картографическую визуализацию пространственного распределения интегральной характеристики: заполнить «белые пятна».

Пример. Для *всех* микрозон известны такие характеристики, как вид почвы, уровень и тип грунтовых вод, предшественники, освещенность (инсоляция), средние, максимальные и минимальные температуры в различные периоды года, мощность и длительность сохранения снегового покрова, количество осадков, сила и направление господствующих ветров и т.п. Имеется картографическая база данных, содержащая соответствующую описательную информацию. Для *некоторых* микрозон известно, в какой степени данная микрозона пригодна (или непригодна) для выращивания определенных конкретных сельскохозяйственных культур, т.е. какие количественные и качественные результаты выращивания этих культур как правило получается в этих микрозонах. Имеется фрагментарная картографическая визуализация степени пригодности микрозон для выращивания различных культур, построенная по тем микрозонам, для которых имеется многолетний опыт выращивания этих культур. **Требуется** оценить степень пригодности для выращивания каждой культуры всех микрозон, для которых есть описательная информация.

Традиционные подходы к решению проблемы и их недостатки

Традиционно подобные проблемы решаются путем *совместного* применения систем искусственного интеллекта (СИИ) и геоинформационных систем (ГИС). При этом приходится искать конкретные СИИ и ГИС, пригодные для решения этих задач, а также чаще всего разрабатывать соответствующие программные интерфейсы, обеспечивающие как передачу исходных данных для формирования моделей знаний из ГИС в СИИ, так и наоборот: передачу результатов распознавания из СИИ в ГИС для их наглядной картографической визуализации в нужной форме. Необходимо отметить, что эти программные интерфейсы обычно являются *специфическим* для каждой задачи и различных видов систем СИИ и ГИС. Все это связано со значительными затратами квалифицированного труда и времени, и вообще на практике далеко не всегда возможно, что является *недостатком* традиционного подхода, существенно уменьшающим и сводящим на нет синергетический эффект от совместного применения ГИС и ИИС.

Решение проблемы в системе «Эйдос»

В системе «Эйдос» органично сочетаются:

- возможности обучающейся с учителем системы распознавания образов, имеющей разнообразные встроенные программные интерфейсы с внешними источниками текстовых, табличных, графических и звуковых данных;
- возможности синтеза системно-когнитивных моделей и их применения для решения различных задач, в т.ч. распознавания и анализа;
- возможности наглядной графической визуализации в форме когнитивной графики, в т.ч. картографической, как исходных данных, так и результатов решения задач.

Система «Эйдос» по описательной информации о пространственно-соотнесенных объектах и их интегральных характеристиках позволяет построить системно-когнитивную модель, отражающую

причинно-следственные взаимосвязи между атрибутами объектов, приведенными описательной информации баз данных ГИС с одной стороны, и их интегральными оценками, с другой стороны. На основе данной модели система «Эйдос» обеспечивает восстановление интегральных характеристик для всех объектов по их атрибутам и картографическую визуализацию пространственного распределения данной интегральной характеристики с применением триангуляции Делоне.

Таким образом система «Эйдос» на единой программной платформе в универсальной постановке, не зависящей от предметной области, позволяет решить сформулированную проблему и преодолевает сформулированные недостатки традиционного подхода.

Система «Эйдос» является инструментом для синтеза и применения интеллектуальных измерительных систем. С этой точки зрения она является инструментом для построения измерительных шкал на основе примеров эталонных объектов в различных состояниях и применения этих шкал для измерения других объектов путем сравнения их состояний с отраженными в шкалах.

Например, шкала Цельсия построена путем указания температуры воды при ее замерзании или плавлении льда, которая принимается за 0C° , и температуры ее кипения (при нормальном давлении), которая принимается за 100C° . Атрибуты воды описываются как твердое состояние, переходящее в жидкое (точка плавления-замерзания), и жидкое, переходящее в газообразное (точка кипения). Точке плавления-замерзания на классификационной шкале присваивается числовое значение 0, а точке кипения – 100. Затем эта шкала продолжается и в сторону более низких, и более высоких температур и используется для измерения температуры различных объектов по сути путем сравнения их температуры с температурой воды. Аналогично, в системе «Эйдос» описательные шкалы используются для описания атрибутов эталонных объектов в известных состояниях, а сами состояния описаны в классификационных шкалах. После построения модели, отражающей взаимосвязи между атрибутами объектов и их принад-

лежностью к определенным градациям классификационных шкал, система может восстановить значения на классификационных шкалах и для других объектов, для которых известны только атрибуты.

Предлагается новое научное понятие: «Геокогнитивная система» (ГКС), под которым понимается программная система, обеспечивающая преобразование исходных данных в информацию, а ее в знания и картографическую визуализацию этих знаний, в результате чего карта становится когнитивной графикой. Поэтому система «Эйдос» является геокогнитивной системой, возможно на данный момент единственной, находящейся в полном открытом бесплатном доступе (причем с подробно комментированными открытыми исходными текстами). В Internet искать систему «Эйдос» не сложно: она на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

Формальная (математическая) постановка задачи

Пусть в ряде конкретных точек многомерного пространства таблично задана скалярная функция (многих аргументов):

$$Y = F(\vec{x}) \quad (1)$$

В классическом регрессионном анализе этого достаточно, чтобы попытаться восстановить *аналитическое* представление этой функции в том или ином виде по этим значениям, точнее подобрать такие числовые значения коэффициентов в некоторых заранее выбранных видах функций, которые по определенным критериям дают наилучшее приближение к известным табличным значениям.

Ранее автором высказывались и обосновывались идеи о системном обобщении математики суть которых в том, чтобы заменить понятие «множество» понятием «система» и проследить все следствия этого. При этом все математические понятия, прямо или косвенно основанные на понятии множества, а понятие функции относится к их числу (т.к. функция является *отображением множества* аргументов на *множество* значений функции), будут обобщены, и при этом будет выполняться принцип соот-

ветствия, обязательный для более общих теорий, т.к. при уровне системности стремящемся к нулю система переходит в множество.

Одна из основных идей, связанных с системным обобщением математики, состоит в том, что *понятие математической точки необходимо обогатить новыми свойствами, которыми это понятие не обладает в современной геометрии*. В общем виде это можно сделать, приписав или поставив во взаимно-однозначное соответствие *каждой точке* многомерно пространства аргументов функции (которое в общем случае неортонормировано, с осями, которые являются шкалами номинального, порядкового и числового типа, измеряемыми в различных единицах измерения) обобщенный *вектор свойств*, элементы которого по своей природе может быть или количественными, или качественными (лингвистическими) переменными:

$$\vec{z} = \Psi(\vec{x}) \quad (2)$$

В этом случае значения аргумента \vec{x} можно рассматривать как координаты точки, а *свойства аргумента* \vec{z} можно интерпретировать как *значения факторов*, обуславливающих значения функции (каждый элемент вектора \vec{z} соответствует фактору, а значение этого элемента – значению этого фактора: числовому, интервальному или лингвистическому. Факторы вообще говоря действуют не в чистом виде, а всегда являются более или менее зашумленными, т.е. любое значение фактора реалистичнее всего рассматривать как сумму некоторого неизвестного истинного значения фактора и шума. АСК-анализ позволяет оценивать долю шума в модели.

Идея применения автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) для восстановления значений функции Y состоит в том, *чтобы на основе априорной информации об известных значениях функции в тех точках, в которых они заданы, выявить взаимосвязь между свойствами точек аргумента \vec{z} и значениями функции Y , а затем зная эту взаимосвязь восстановить значения функции Y для всех точек, для которых известны их свойства, но неизвестно значение функции*, т.е. найти вид функции Ω :

$$Y = \Omega(\vec{z}) \quad (3)$$

Символически эту идею можно выразить в форме:

$$\boxed{\begin{cases} Y = F(\vec{x}) \\ \vec{z} = \Psi(\vec{x}) \end{cases} \Rightarrow Y = \Omega(\vec{z})} \quad (4)$$

Казалось бы в этом нет ничего сложного и достаточно сначала найти функцию $\bar{\Psi}$, обратную Ψ , а затем подставить ее в F :

$$\vec{x} = \bar{\Psi}(\vec{z}) \quad (5)$$

После чего, получаем:

$$Y = F(\vec{x}) = F(\bar{\Psi}(\vec{z})), \quad (6)$$

т.е.:

$$Y = \Omega(\vec{z}) = F(\bar{\Psi}(\vec{z})), \quad (7)$$

следовательно: $\Omega = F(\bar{\Psi})$.

Однако на самом деле все не так просто по крайней мере по следующим трем причинам:

– во-первых, потому, что *аналитический вид функции Ψ неизвестен* и регрессионный анализ не позволяет найти ее, а всего лишь обеспечивает ее аппроксимацию другими функциями, заданными специалистом, которая практически всегда выполняется с определенной погрешностью;

– во-вторых, сама эта операция: выражение признаков аргумента через координаты точек, предполагает, что *сами координаты содержат информацию о признаках*, что далеко не всегда так (т.е. многие признаки аргумента не обуславливаются координатами, а просто *по независимым от координат причинам наблюдаются* по определенным координатам);

– в-третьих, для разных значений аргумента известны значения различных атрибутов, т.е. пространственно-соотнесенные объекты описаны в различных системах шкал и градаций, причем сами шкалы могут быть различного типа (номинального, порядкового и числового), а градации могут измеряться в различных единицах измерения;

– в-четвертых, нахождение аналитическим путем функции обратной заданной не всегда является тривиальной задачей.

По этим причинам в АСК-анализе принято решение найти функцию непосредственной связи признаков аргумента и значений функции, а не через координаты, как в Ω :

$$Y = I(\vec{z}) \quad (8)$$

Основной проблемой при этом было найти способ *сопоставимого* представления силы влияния *всех* признаков аргумента на значения функции, не зависящий от того, количественными, интервальными или лингвистическими переменными являются те или иные значения признаков и в каких единицах измерения они измеряются. Тем ни менее, немного упрощая можно сказать, что в определенном смысле функция I это и есть Ω : т.е. она вполне может ее заменить для наших целей

В АСК-анализе эти задачи и проблемы достаточно давно успешно решены [1 – 42] и могут быть представлены в виде, приведенном ниже. Предварительно отметим лишь, что сам вид функции Ω в АСК-анализе восстанавливается не в полной мере аналитически, а представляет собой *базу знаний*, т.е. *таблицу*, элементы которой имеют аналитическое и численное выражение, а для всей базы знаний в целом аналитической формы пока не найдено. Поэтому точнее будет сказать, что данная задача в АСК-анализе решается не полностью аналитически, а алгоритмически с элементами аналитики. Рассмотрим это решение условного (абстрактного) примера с двумерной функцией, не привязанных к конкретной предметной области, а затем кратко приведем возможные области применения предложенных подходов, технологий и методик.

Технологическая постановка задачи

Дано:

1. БД прецедентов, состоящая из строк, каждая из которых содержит значение функции (класс) и локальные признаки в точке, а также координаты этой точки.

2. Распознаваемая БД, состоящая из строк, каждая из которых содержит координаты точек и их локальные признаки.

Необходимо:

1. Выявить зависимости между локальными признаками точек и значениями функции в точках.

2. Используя знание выявленных зависимостей между локальными признаками точек и значениями функции в точках восстановить значения функции для всех точек, как для тех, для которых значения функции известны (опорные точки), так и для тех, для которых известны только локальные признаки аргумента и координаты.

3. Визуализировать опорные и восстановленные точки в картографической форме с использованием координат и триангуляции Делоне.

Рассмотрим пример с двумерной (2d) функцией, а затем кратко приведем возможные области применения предложенных технологий, в частности для решения задач интерполяции и экстраполяции с применением технологий искусственного интеллекта, а также интеллектуального анализа картографических баз данных и восстановления картографической визуализации значений функций для точек, для которых она неизвестна, на основе модели, созданной на основе априорной информации по опорным точкам.

Описание геокогнитивной подсистемы «Эйдос»

Данная подсистема (4.8.) входит в состав универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» (система «Эйдос») и обеспечивает пространственную, в т.ч. картографическую визуализацию значений двумерных (2d) функций, восстановленных по признакам аргумента в процессе распознавания. Подсистема 4.8 названа «Геокогнитивная системой» (ГКС), т.к. позволяет выявить знания о белых пятнах на карте на основе знаний (описательной информации) по отображенным на ней объектам.

На рисунке 1 приведены меню запуска данной подсистемы и ее Help:

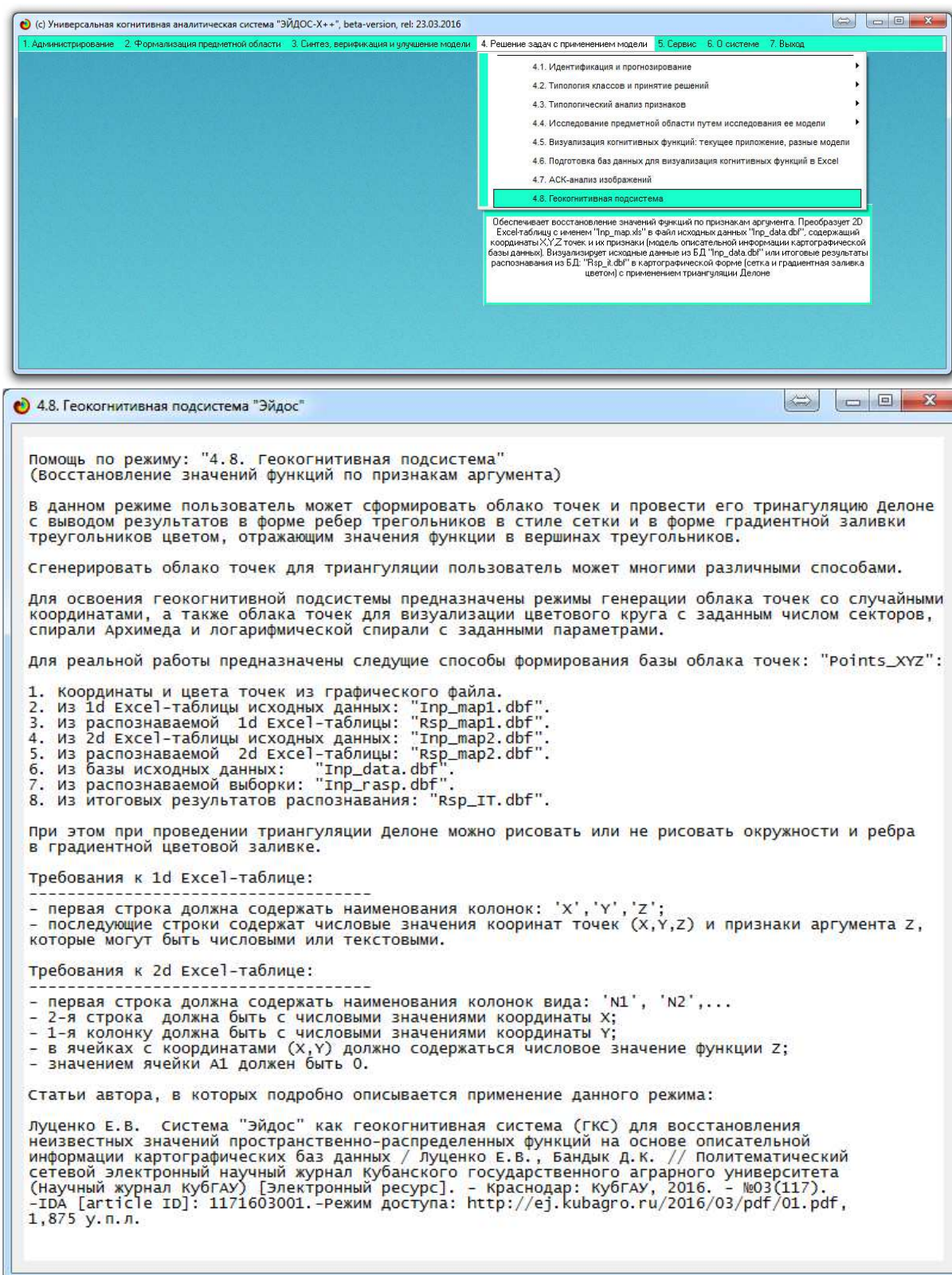


Рисунок 1. Меню запуска геокогнитивной подсистемы «Эйдос» и ее Help

Перед картографической визуализацией необходимо сформировать облако точек. Это можно сделать различными способами. На рисунке 2

приведена экранная форма, в которой пользователь может выбрать используемый способ генерации облака точек и задать его параметры:

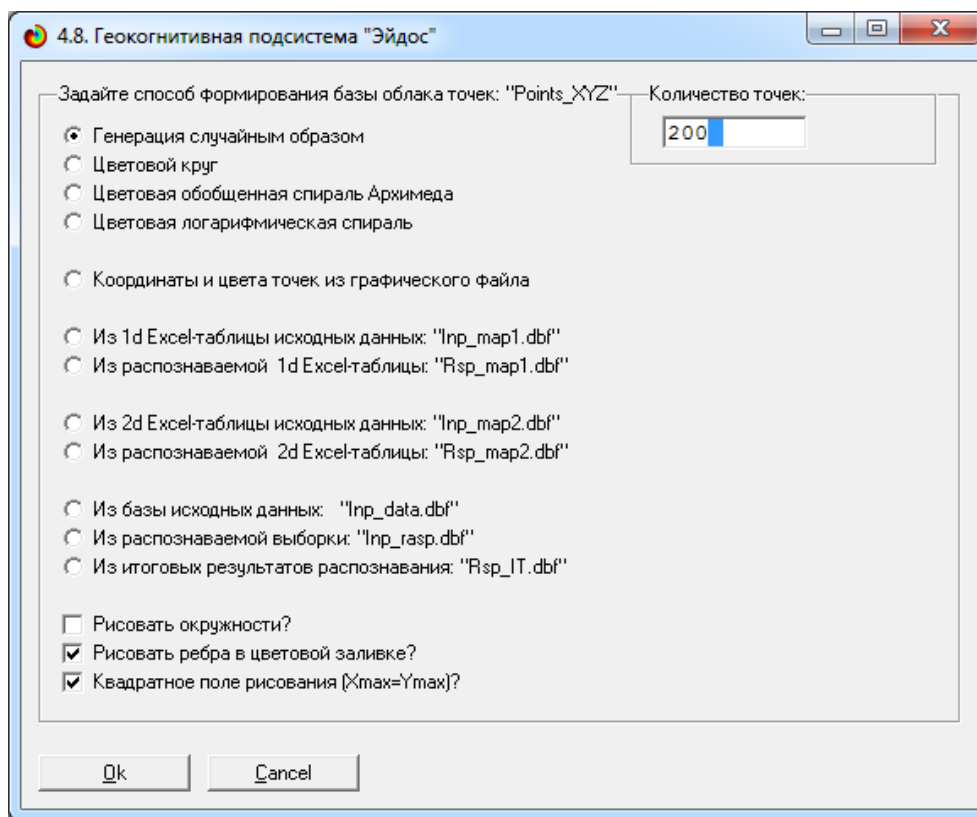


Рисунок 2. Выбор способа генерации облака точек и задание параметров

Триангуляция Делоне случайного облака точек

При выборе генерации облака точек случайным образом появляется возможность задать количество точек и они отображаются на экране (рисунок 3):

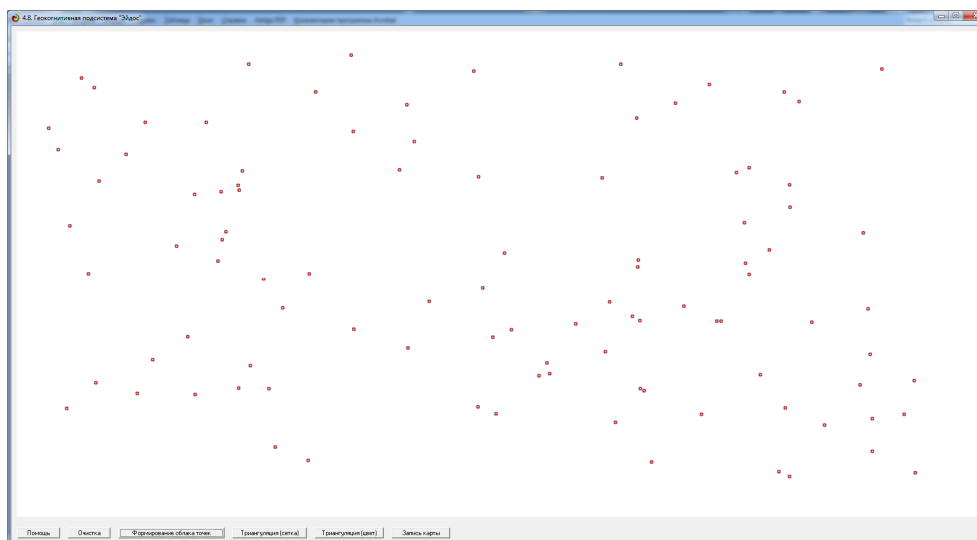


Рисунок 3. Результат генерации случайного облака точек

При выборе режима: «Триангуляция (сетка)» осуществляется триангуляция Делоне ранее созданного облака точек. Результаты этого процесса показаны на рисунках 4 и 5:

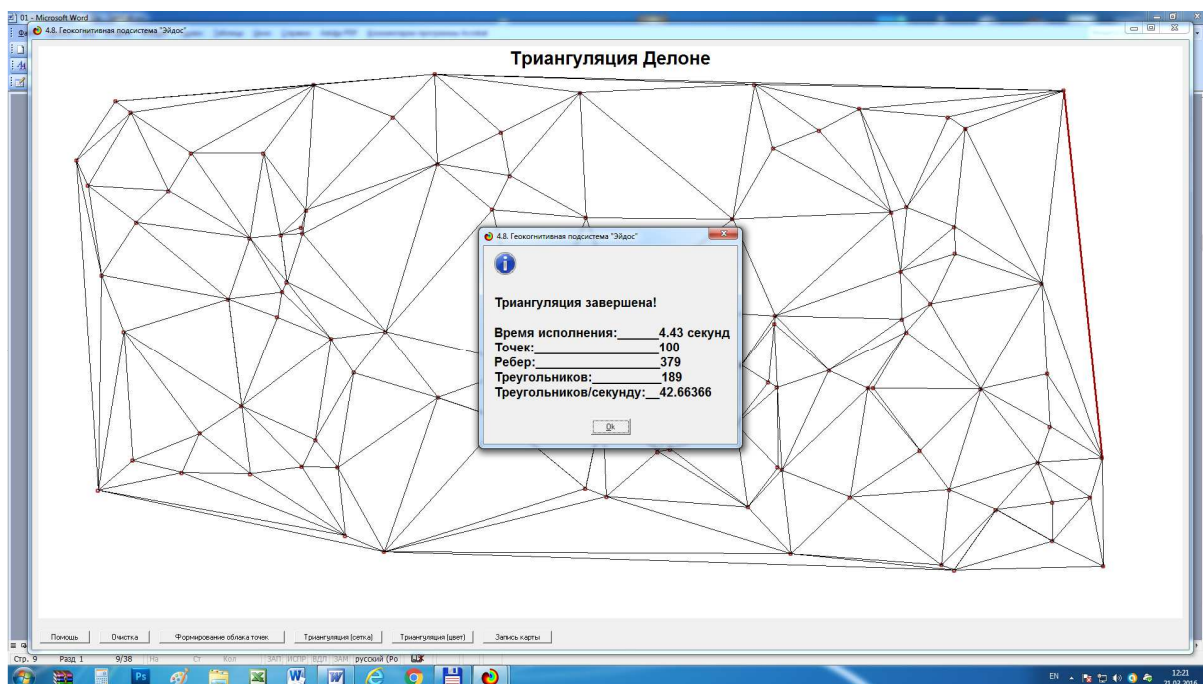


Рисунок 4. Триангуляция Делоне случайного облака точек

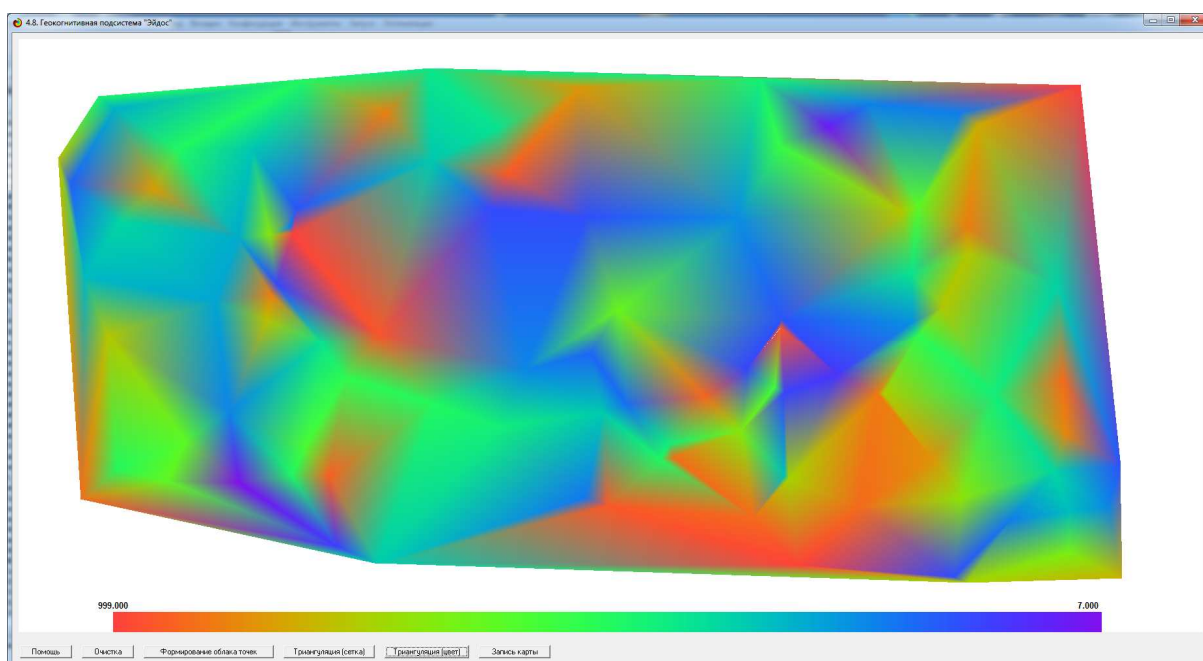


Рисунок 5. Градиентная заливка цветом триангуляции Делоне случайного облака точек

Цвет на рисунке соответствует значению функции в точке. Шкала соответствия цветов значениям приведена на изображении.

Триангуляция Делоне спирали Архимеда

При выборе генерации облака точек для обобщенной спирали Архимеда (рисунок 2*) появляется возможность задать количество точек, количество витков спирали и показатель степени p при r , после чего точки спирали отображаются на экране (рисунок 3*):

$$x = r^p \cos \alpha; \quad y = r^p \sin \alpha$$

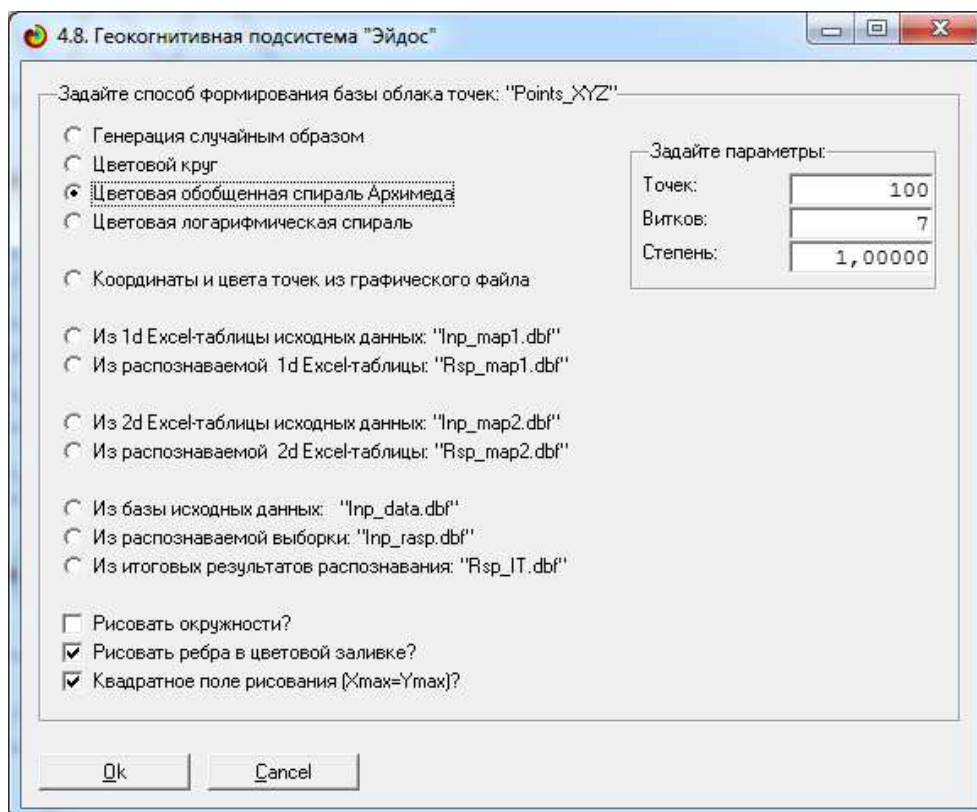


Рисунок 2*. Выбор способа генерации облака точек и задание параметров

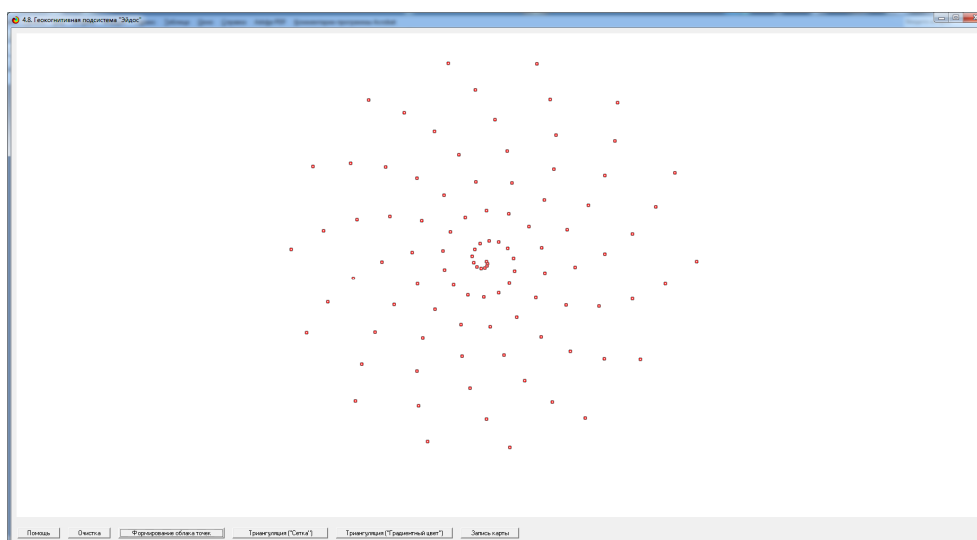


Рисунок 3. Результат генерации случайного облака точек

При выборе режима: «Триангуляция (сетка)» осуществляется триангуляция Делоне ранее созданного облака точек. Результаты этого процесса показаны на рисунках 4* и 5*:

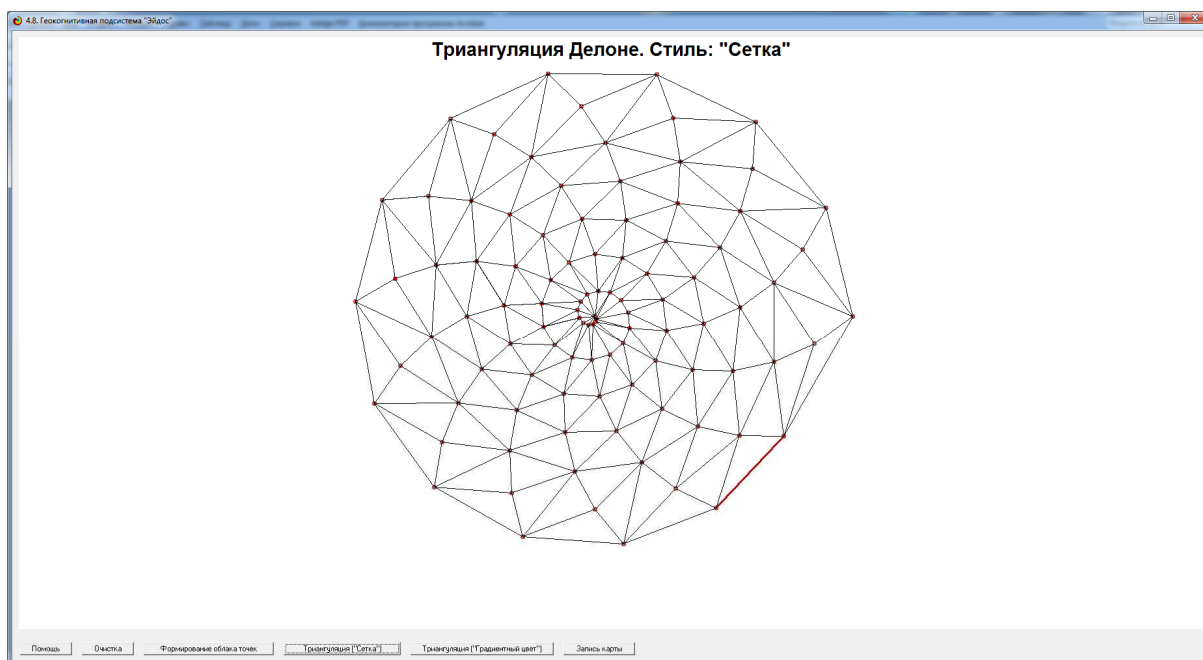


Рисунок 4*. Триангуляция Делоне случайного облака точек

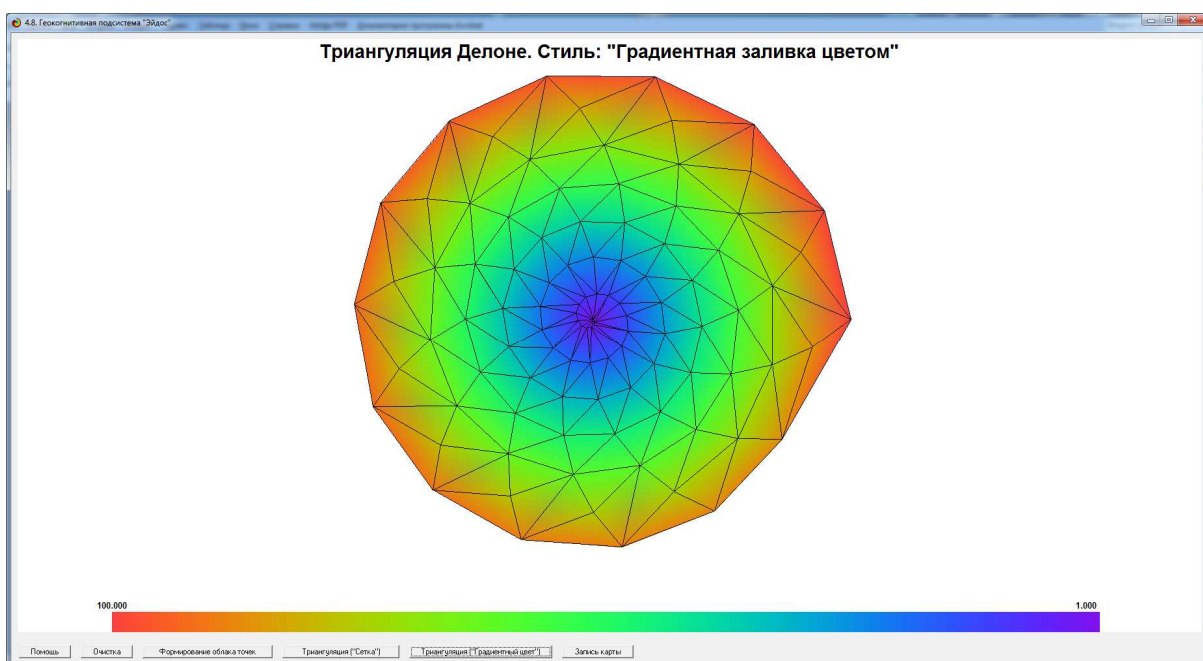


Рисунок 5*. Градиентная заливка цветом триангуляции Делоне случайного облака точек (на экранной форме, приведенной на рисунке 2* задан параметр: «Рисовать ребра в цветовой заливке»)

Визуализация 2d-функций и восстановление значений функций по признакам аргумента

Получим расчетным путем значения функции Z, зависящей от координат X, Y. Получим картографическую визуализацию полной исходной функции со всеми значениями. Уберем из исходного файла некоторое количество точек. Это можно делать различными способами и в большем или меньшем количестве. Например, оставим в некоторой таблице только верхнюю левую четверть и получим таблицу 1. Опишем каждое значение функции признаками, зависящими от этих значений Z, и, косвенно, от аргумента X, Y. Построим *геокогнитивную модель*, отражающую зависимость значений функции от признаков. На основе *геокогнитивной модели* восстановим значения функции в точках, отсутствующих в исходных данных. Получим картографическую визуализацию полной исходной функции с исходными и восстановленными значениями. Сравним расчетные значения функции и их значения, восстановленные на основе *геокогнитивной модели*.

Картографическая визуализация обучающей выборки

Рассмотрим файл исходных данных, приведенный в таблице 1:

Таблица 1 – 2d Excel-файл исходных данных

N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12
0,00	-1,00	-0,90	-0,80	-0,70	-0,60	-0,50	-0,40	-0,30	-0,20	-0,10	0,00
-1,00	0,82	0,89	0,92	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,82	0,81	0,80
-0,90	0,89	0,92	0,92	0,90	0,87	0,83	0,79	0,75	0,72	0,70	0,70
-0,80	0,92	0,92	0,90	0,85	0,80	0,74	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58
-0,70	0,93	0,90	0,85	0,79	0,72	0,65	0,59	0,53	0,49	0,47	0,46
-0,60	0,91	0,87	0,80	0,72	0,64	0,56	0,48	0,43	0,38	0,35	0,35
-0,50	0,89	0,83	0,74	0,65	0,56	0,47	0,39	0,33	0,28	0,25	0,24
-0,40	0,87	0,79	0,69	0,59	0,48	0,39	0,31	0,24	0,20	0,17	0,16
-0,30	0,84	0,75	0,64	0,53	0,43	0,33	0,24	0,18	0,13	0,10	0,09
-0,20	0,82	0,72	0,61	0,49	0,38	0,28	0,20	0,13	0,08	0,05	0,04
-0,10	0,81	0,70	0,59	0,47	0,35	0,25	0,17	0,10	0,05	0,02	0,01
0,00	0,80	0,70	0,58	0,46	0,35	0,24	0,16	0,09	0,04	0,01	0,00

Значения координат X и Y приведены в ячейках на желтом фоне.

Значения функции Z рассчитываются для каждой точки с координатами X, Y по формуле: $=EXP(-0,05*(H\$2^2+\$A12^2))*SIN(H\$2^2+\$A12^2)$.

Данная таблица в виде Excel-файла с именем Inp_mar2.xls записывается в папку: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\.

Затем в геокогнитивной подсистеме 4.8 выбирается способ формирования облака точек: «Из 2d Excel-таблицы: Inp_mar2.xls» с опцией «Без формирования модели». В результате формируется база данных Points_XYZ.DBF, с координатами X,Y и значениями функции Z, фрагмент которой приведен на рисунке 6. Данные о координатах точек, извлеченные из Excel-файла, отображается в окне (рисунок 7).

NUM	PX	PY	PZ
1	70	70	0.8893046
2	155	70	0.9592355
3	240	70	0.9933931
4	325	70	1
5	410	70	0.9874628
6	495	70	0.9635845
7	580	70	0.9351064
8	665	70	0.9074985
9	750	70	0.8849151
10	835	70	0.8702406
11	920	70	0.8651641
12	1005	70	0.8702406
13	1090	70	0.8849151

Рисунок 6. Фрагмент базы данных Points_XYZ.DBF с координатами точек X,Y и значениями функции Z в этих точках

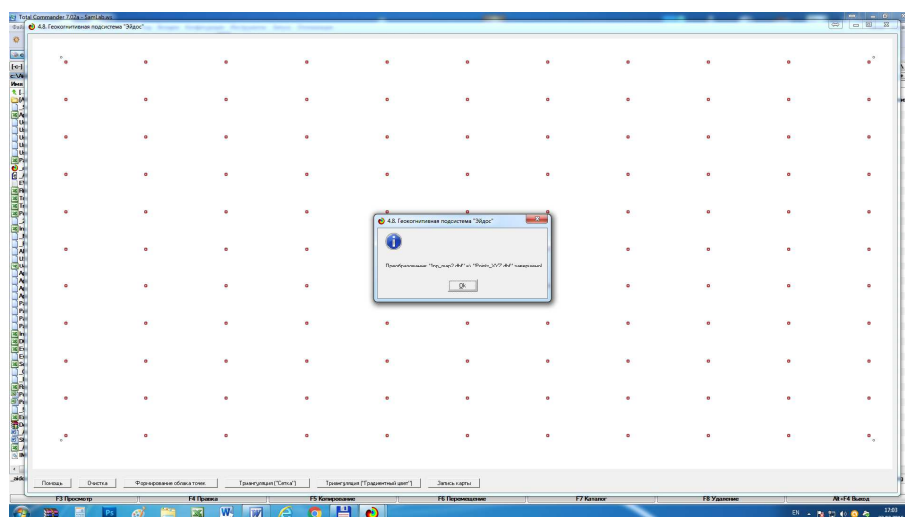


Рисунок 7. Визуализация облака точек, сформированных на основе 2d Excel-таблицы: Inp_mar2.xls

На основе 2d Excel-таблицы: Inp_mar2.xls формируется облако точек, расположенных в узлах регулярной решетки, т.е. решетки с равным

шагом по каждой из осей координат (алгоритм триангуляции Делоне работает с любыми решетками, а не только регулярными).

Для получения картографической визуализации данной функции в стиле «Сетка» кликаем по кнопке: «Триангуляция (сетка)». Процесс рисования треугольников отображается в реальном времени путем рисования ребер (рисунки 8 и 9):

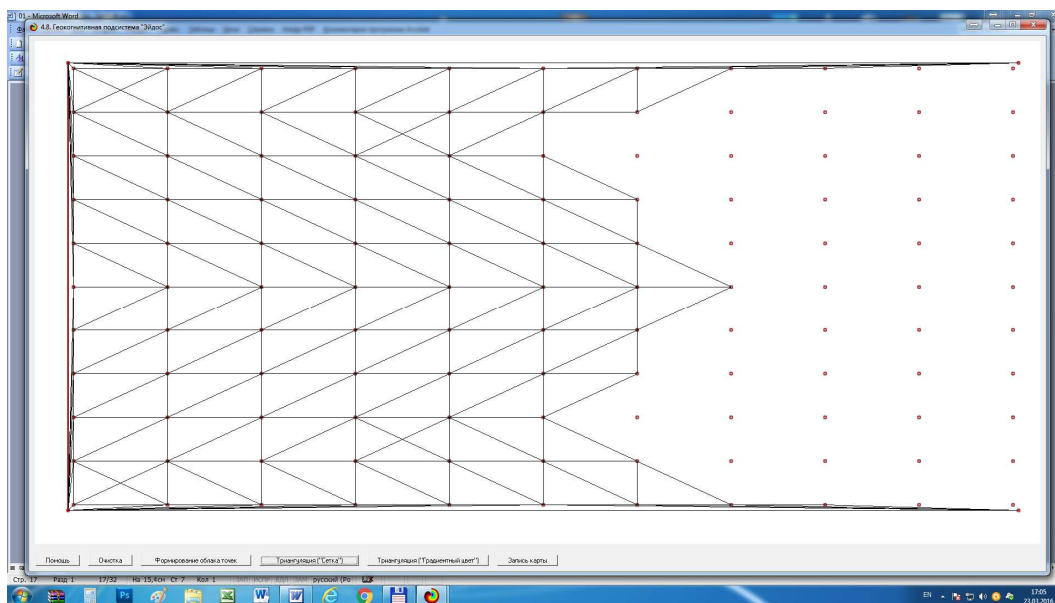


Рисунок 8. Отображение процесса триангуляции в реальном времени

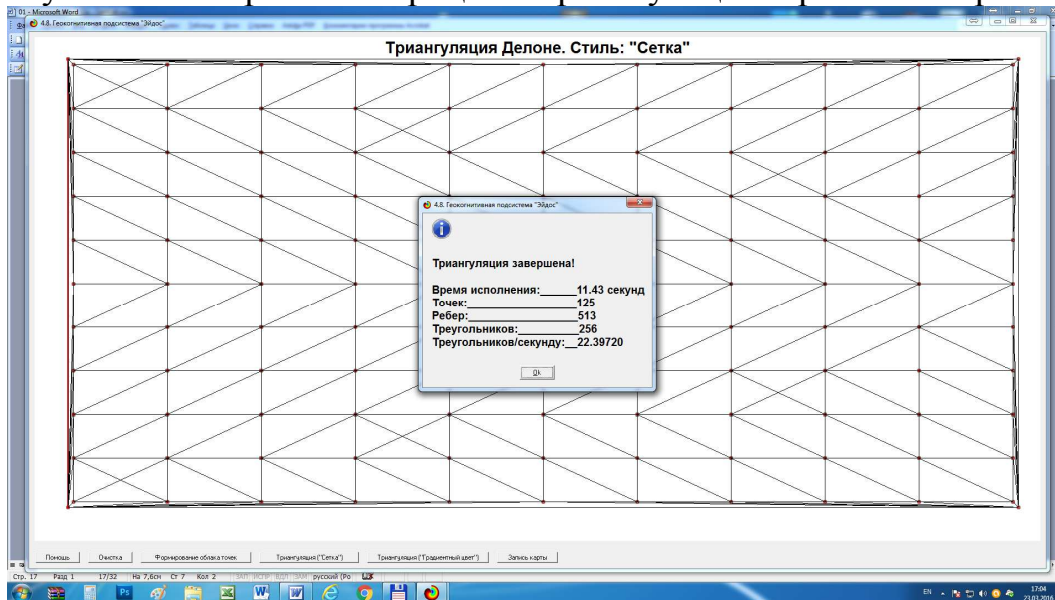


Рисунок 9. Результат триангуляции облака точек из базы данных Points_XYZ.DBF в стиле «Сетка»

На рисунке 10 приведена картографическая визуализация исходной функции в стиле «Градиентная заливка цветом»:

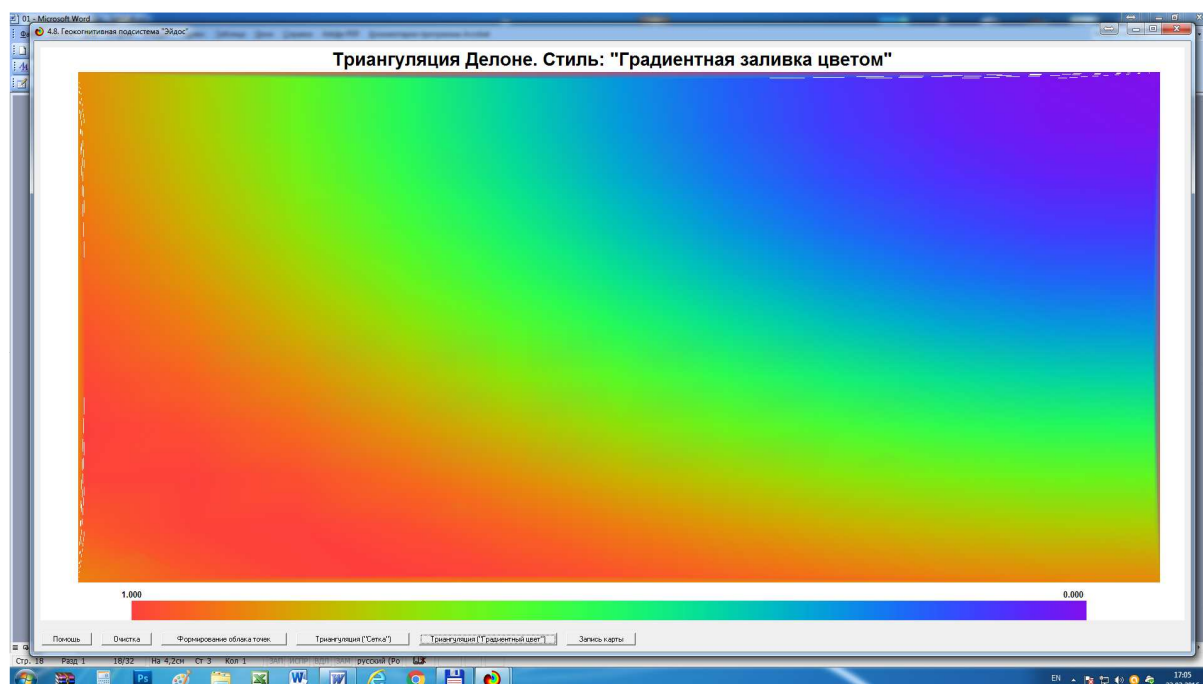


Рисунок 10. Результат триангуляции облака точек из базы данных Points_XYZ.DBF в стиле «ГрадIENTная заливка цветом»

Картографическая визуализация распознаваемой выборки

В экранной форме, появляющейся по нажатию кнопки: «Формирование облака точек», выберем режим: «Из распознаваемой 2d Excel-таблицы Rsp_map2.xls» с опцией «без распознавания» (рисунок 11):

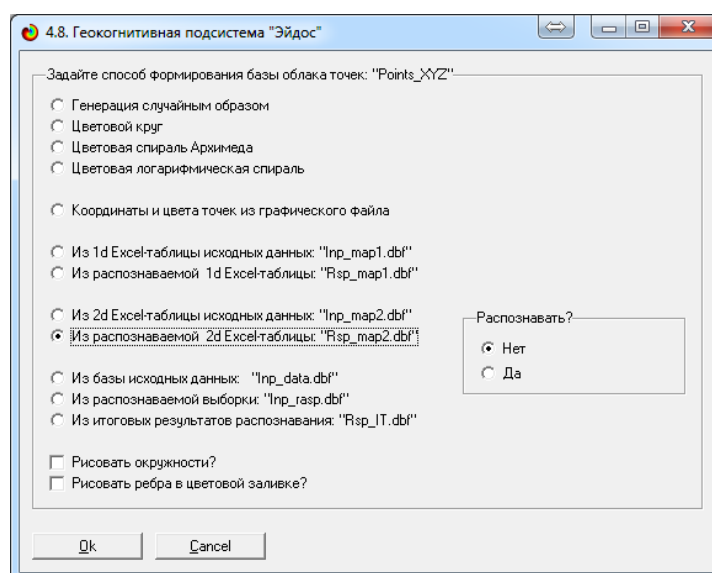


Рисунок 11. Экранная форма выбора режима: «Формирование облака точек», сначала выберем режим: «Из распознаваемой 2d Excel-таблицы Rsp_map2.xls» с опцией «Без распознавания»

Это позволяет отобразить распознаваемую выборку в исходном виде из 2d Excel-таблицы Rsp_map2.xls. В таблице 2 приведена распознаваемая выборка. По своей структуре она сходна с таблицей 1, но отражает примерно в два раза большую область значений аргумента по каждой оси:

Таблица 2 – 2d Excel-файл данных для распознаваемой выборки

N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22
0,00	-1,00	-0,90	-0,80	-0,70	-0,60	-0,50	-0,40	-0,30	-0,20	-0,10	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
-1,00	0,82	0,89	0,92	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,82	0,81	0,80	0,81	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,92	0,89	0,82
-0,90	0,89	0,92	0,92	0,90	0,87	0,83	0,79	0,75	0,72	0,70	0,70	0,70	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87	0,90	0,92	0,92	0,89
-0,80	0,92	0,92	0,90	0,85	0,80	0,74	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,59	0,61	0,64	0,69	0,74	0,80	0,85	0,90	0,92	0,92
-0,70	0,93	0,90	0,85	0,79	0,72	0,65	0,59	0,53	0,49	0,47	0,46	0,47	0,49	0,53	0,59	0,65	0,72	0,79	0,85	0,90	0,93
-0,60	0,91	0,87	0,80	0,72	0,64	0,56	0,48	0,43	0,38	0,35	0,35	0,35	0,38	0,43	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,87	0,91
-0,50	0,89	0,83	0,74	0,65	0,56	0,47	0,39	0,33	0,28	0,25	0,24	0,25	0,28	0,33	0,39	0,47	0,56	0,65	0,74	0,83	0,89
-0,40	0,87	0,79	0,69	0,59	0,48	0,39	0,31	0,24	0,20	0,17	0,16	0,17	0,20	0,24	0,31	0,39	0,48	0,59	0,69	0,79	0,87
-0,30	0,84	0,75	0,64	0,53	0,43	0,33	0,24	0,18	0,13	0,10	0,09	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33	0,43	0,53	0,64	0,75	0,84
-0,20	0,82	0,72	0,61	0,49	0,38	0,28	0,20	0,13	0,08	0,05	0,04	0,05	0,08	0,13	0,20	0,28	0,38	0,49	0,61	0,72	0,82
-0,10	0,81	0,70	0,59	0,47	0,35	0,25	0,17	0,10	0,05	0,02	0,01	0,02	0,05	0,10	0,17	0,25	0,35	0,47	0,59	0,70	0,81
0,00	0,80	0,70	0,58	0,46	0,35	0,24	0,16	0,09	0,04	0,01	0,00	0,01	0,04	0,09	0,16	0,24	0,35	0,46	0,58	0,70	0,80
0,10	0,81	0,70	0,59	0,47	0,35	0,25	0,17	0,10	0,05	0,02	0,01	0,02	0,05	0,10	0,17	0,25	0,35	0,47	0,59	0,70	0,81
0,20	0,82	0,72	0,61	0,49	0,38	0,28	0,20	0,13	0,08	0,05	0,04	0,05	0,08	0,13	0,20	0,28	0,38	0,49	0,61	0,72	0,82
0,30	0,84	0,75	0,64	0,53	0,43	0,33	0,24	0,18	0,13	0,10	0,09	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33	0,43	0,53	0,64	0,75	0,84
0,40	0,87	0,79	0,69	0,59	0,48	0,39	0,31	0,24	0,20	0,17	0,16	0,17	0,20	0,24	0,31	0,39	0,48	0,59	0,69	0,79	0,87
0,50	0,89	0,83	0,74	0,65	0,56	0,47	0,39	0,33	0,28	0,25	0,24	0,25	0,28	0,33	0,39	0,47	0,56	0,65	0,74	0,83	0,89
0,60	0,91	0,87	0,80	0,72	0,64	0,56	0,48	0,43	0,38	0,35	0,35	0,35	0,38	0,43	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,87	0,91
0,70	0,93	0,90	0,85	0,79	0,72	0,65	0,59	0,53	0,49	0,47	0,46	0,47	0,49	0,53	0,59	0,65	0,72	0,79	0,85	0,90	0,93
0,80	0,92	0,92	0,90	0,85	0,80	0,74	0,69	0,64	0,61	0,59	0,58	0,59	0,61	0,64	0,69	0,74	0,80	0,85	0,90	0,92	0,92
0,90	0,89	0,92	0,92	0,90	0,87	0,83	0,79	0,75	0,72	0,70	0,70	0,70	0,72	0,75	0,79	0,83	0,87	0,90	0,92	0,92	0,89
1,00	0,82	0,89	0,92	0,93	0,91	0,89	0,87	0,84	0,82	0,81	0,80	0,81	0,82	0,84	0,87	0,89	0,91	0,93	0,92	0,89	0,82

Область значений аргумента исходных данных (т.е. по сути таблица 1) в таблице 2 выделена светло-зеленым фоном.

Триангуляция распознаваемой выборки в стилях «Сетка» и «Градиентная заливка цветом» приведена на рисунке 12:

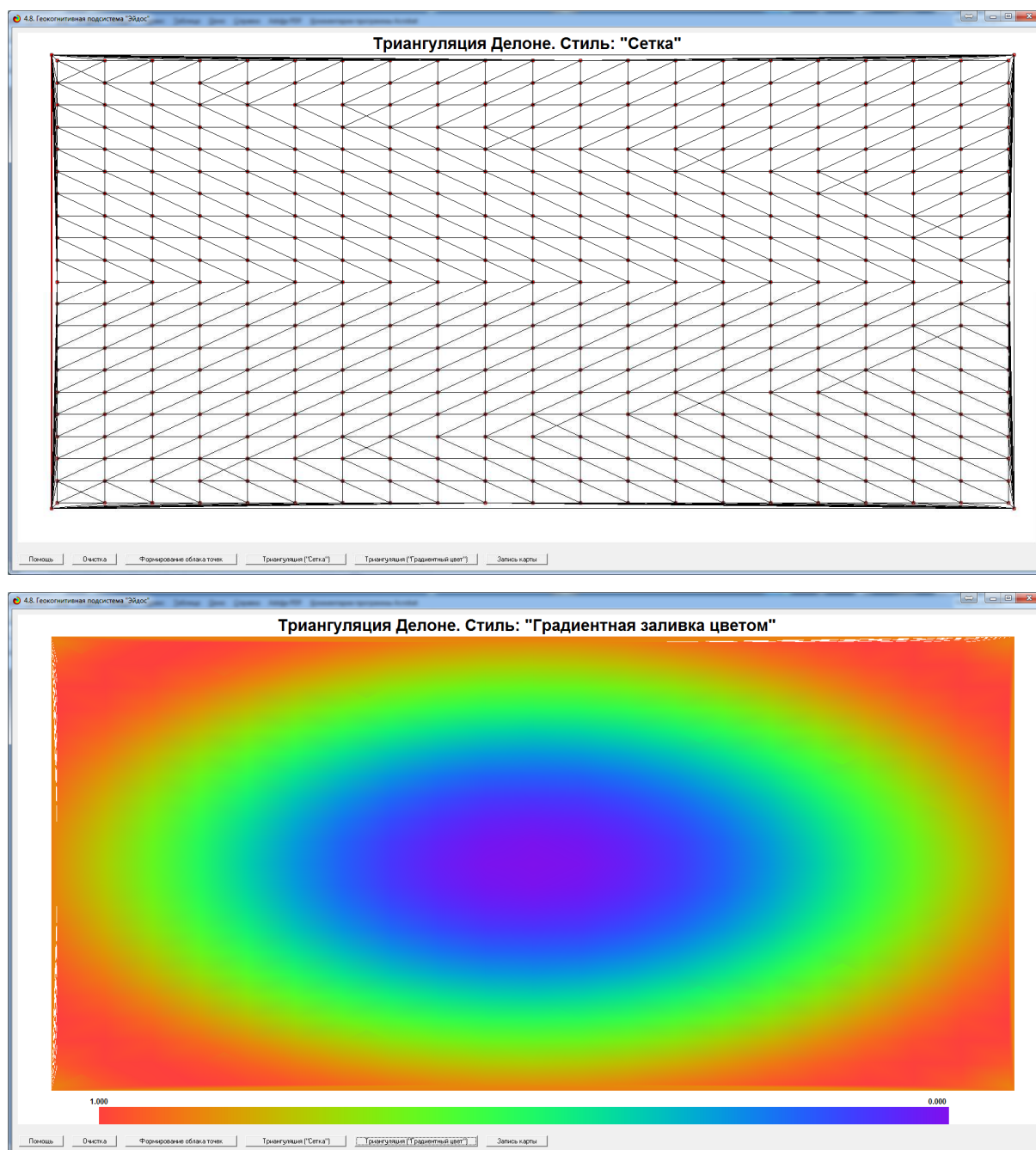


Рисунок 12. Триангуляция исходной распознаваемой выборки
в стилях «Сетка» и «Градиентная заливка цветом»

Из рисунков 10 и 12 видно, что распознаваемая выборка по числу точек примерно в 4 раза больше обучающей и перед нами стоит задача восстановить неизвестные значения функции на основе модели, отражающей зависимости между этими значениями и атрибутами, содержащимися в описательной информации к каждому значению функции как обучающей,

так и распознаваемой выборки. В таблице 3 приведена обучающая выборка, как с геометрической, так и описательной частью (файл: Inp_data.dbf):

Таблица 3 – Обучающая выборка, включая и геометрическую, и описательную информацию (фрагмент)

COORD_XY	PZ	ATTR1	ATTR2	ATTR3	ATTR4	ATTR5	ATTR6	ATTR7
X= -1.0000000 Y= -1.0000000	0,8227663	0,6769444	0,5569670	0,4582537	0,3770357	0,3102123	0,2552322	0,2099965
X= -0.9000000 Y= -1.0000000	0,8874649	0,7875939	0,6989620	0,6203042	0,5504982	0,4885479	0,4335691	0,3847773
X= -0.8000000 Y= -1.0000000	0,9190668	0,8446838	0,7763208	0,7134907	0,6557456	0,6026740	0,5538977	0,5090690
X= -0.7000000 Y= -1.0000000	0,9251794	0,8559569	0,7919137	0,7326623	0,6778440	0,6271273	0,5802053	0,5367940
X= -0.6000000 Y= -1.0000000	0,9135802	0,8346288	0,7625003	0,6966052	0,6364047	0,5814068	0,5311617	0,4852588
X= -0.5000000 Y= -1.0000000	0,8914885	0,7947517	0,7085120	0,6316303	0,5630912	0,5019893	0,4475177	0,3989569
X= -0.4000000 Y= -1.0000000	0,8651412	0,7484693	0,6475316	0,5602063	0,4846575	0,4192972	0,3627513	0,3138311
X= -0.3000000 Y= -1.0000000	0,8395989	0,7049263	0,5918554	0,4969211	0,4172144	0,3502928	0,2941054	0,2469306
X= -0.2000000 Y= -1.0000000	0,8187052	0,6702782	0,5487603	0,4492729	0,3678220	0,3011378	0,2465431	0,2018461
X= -0.1000000 Y= -1.0000000	0,8051287	0,6482322	0,5219104	0,4202050	0,3383191	0,2723904	0,2193094	0,1765723
X= 0.0000000 Y= -1.0000000	0,8004320	0,6406914	0,5128299	0,4104855	0,3285657	0,2629945	0,2105092	0,1684983
X= -1.0000000 Y= -0.9000000	0,8874649	0,7875939	0,6989620	0,6203042	0,5504982	0,4885479	0,4335691	0,3847773
X= -0.9000000 Y= -0.9000000	0,9210776	0,8483839	0,7814274	0,7197553	0,6629505	0,6106289	0,5624366	0,5180477
X= -0.8000000 Y= -0.9000000	0,9232883	0,8524613	0,7870675	0,7266902	0,6709446	0,6194753	0,5719543	0,5280787
X= -0.7000000 Y= -0.9000000	0,9029190	0,8152627	0,7361162	0,6646533	0,6001281	0,5418671	0,4892621	0,4417640
X= -0.6000000 Y= -0.9000000	0,8684319	0,7541740	0,6549487	0,5687784	0,4939453	0,4289578	0,3725207	0,3235088
X= -0.5000000 Y= -0.9000000	0,8273245	0,6844658	0,5662753	0,4684935	0,3875961	0,3206678	0,2652963	0,2194861
X= -0.4000000 Y= -0.9000000	0,7858334	0,6175341	0,4852789	0,3813484	0,2996763	0,2354957	0,1850604	0,1454266
X= -0.3000000 Y= -0.9000000	0,7488586	0,5607892	0,4199518	0,3144845	0,2355044	0,1763595	0,1320683	0,0989005
X= -0.2000000 Y= -0.9000000	0,7200200	0,5184288	0,3732791	0,2687684	0,1935186	0,1393373	0,1003256	0,0722365
X= -0.1000000 Y= -0.9000000	0,7017751	0,4924883	0,3456160	0,2425447	0,1702118	0,1194504	0,0838273	0,0588279
X= 0.0000000 Y= -0.9000000	0,6955396	0,4837753	0,3364849	0,2340386	0,1627831	0,1132221	0,0787504	0,0547741
X= -1.0000000 Y= -0.8000000	0,9190668	0,8446838	0,7763208	0,7134907	0,6557456	0,6026740	0,5538977	0,5090690
X= -0.9000000 Y= -0.8000000	0,9232883	0,8524613	0,7870675	0,7266902	0,6709446	0,6194753	0,5719543	0,5280787
X= -0.8000000 Y= -0.8000000	0,8986237	0,8075246	0,7256607	0,6520959	0,5859888	0,5265835	0,4732004	0,4252291
X= -0.7000000 Y= -0.8000000	0,8547296	0,7305627	0,6244336	0,5337218	0,4561879	0,3899173	0,3332738	0,2848590
X= -0.6000000 Y= -0.8000000	0,8004320	0,6406914	0,5128299	0,4104855	0,3285657	0,2629945	0,2105092	0,1684983
X= -0.5000000 Y= -0.8000000	0,7432502	0,5524209	0,4105869	0,3051688	0,2268168	0,1685816	0,1252983	0,0931280
X= -0.4000000 Y= -0.8000000	0,6892282	0,4750355	0,3274079	0,2256587	0,1555304	0,1071959	0,0738824	0,0509219
X= -0.3000000 Y= -0.8000000	0,6429678	0,4134076	0,2658078	0,1709058	0,1098870	0,0706538	0,0454281	0,0292088
X= -0.2000000 Y= -0.8000000	0,6077734	0,3693885	0,2245045	0,1364479	0,0829294	0,0504023	0,0306332	0,0186180
X= -0.1000000 Y= -0.8000000	0,5858340	0,3432015	0,2010591	0,1177873	0,0690038	0,0404248	0,0236822	0,0138738
X= 0.0000000 Y= -0.8000000	0,5783877	0,3345323	0,1934894	0,1119119	0,0647285	0,0374381	0,0216538	0,0125243
X= -1.0000000 Y= -0.7000000	0,9251794	0,8559569	0,7919137	0,7326623	0,6778440	0,6271273	0,5802053	0,5367940
X= -0.9000000 Y= -0.7000000	0,9029190	0,8152627	0,7361162	0,6646533	0,6001281	0,5418671	0,4892621	0,4417640
X= -0.8000000 Y= -0.7000000	0,8547296	0,7305627	0,6244336	0,5337218	0,4561879	0,3899173	0,3332738	0,2848590
X= -0.7000000 Y= -0.7000000	0,7907839	0,6253392	0,4945082	0,3910491	0,3092353	0,2445383	0,1933770	0,1529194
X= -0.6000000 Y= -0.7000000	0,7200200	0,5184288	0,3732791	0,2687684	0,1935186	0,1393373	0,1003256	0,0722365
X= -0.5000000 Y= -0.7000000	0,6497952	0,4222338	0,2743655	0,1782814	0,1158464	0,0752764	0,0489143	0,0317843
X= -0.4000000 Y= -0.7000000	0,5858340	0,3432015	0,2010591	0,1177873	0,0690038	0,0404248	0,0236822	0,0138738
X= -0.3000000 Y= -0.7000000	0,5323595	0,2834066	0,1508742	0,0803193	0,0427588	0,0227630	0,0121181	0,0064512
X= -0.2000000 Y= -0.7000000	0,4923127	0,2423718	0,1193227	0,0587441	0,0289205	0,0142379	0,0070095	0,0034509
X= -0.1000000 Y= -0.7000000	0,4675885	0,2186390	0,1022331	0,0478030	0,0223521	0,0104516	0,0048870	0,0022851
X= 0.0000000 Y= -0.7000000	0,4592357	0,2108974	0,0968516	0,0444777	0,0204258	0,0093802	0,0043077	0,0019783
X= -1.0000000 Y= -0.6000000	0,9135802	0,8346288	0,7625003	0,6966052	0,6364047	0,5814068	0,5311617	0,4852588
X= -0.9000000 Y= -0.6000000	0,8684319	0,7541740	0,6549487	0,5687784	0,4939453	0,4289578	0,3725207	0,3235088
X= -0.8000000 Y= -0.6000000	0,8004320	0,6406914	0,5128299	0,4104855	0,3285657	0,2629945	0,2105092	0,1684983
X= -0.7000000 Y= -0.6000000	0,7200200	0,5184288	0,3732791	0,2687684	0,1935186	0,1393373	0,1003256	0,0722365
X= -0.6000000 Y= -0.6000000	0,6360690	0,4045838	0,2573432	0,1636880	0,1041169	0,0662255	0,0421240	0,0267938
X= -0.5000000 Y= -0.6000000	0,5556588	0,3087567	0,1715634	0,0953307	0,0529713	0,0294340	0,0163553	0,0090879
X= -0.4000000 Y= -0.6000000	0,4841278	0,2343797	0,1134697	0,0549339	0,0265950	0,0128754	0,0062333	0,0030177
X= -0.3000000 Y= -0.6000000	0,4252881	0,1808700	0,0769218	0,0327139	0,0139129	0,0059170	0,0025164	0,0010702
X= -0.2000000 Y= -0.6000000	0,3817073	0,1457005	0,0556149	0,0212286	0,0081031	0,0030930	0,0011806	0,0004507
X= -0.1000000 Y= -0.6000000	0,3549870	0,1260158	0,0447340	0,0158800	0,0056372	0,0020011	0,0007104	0,0002522
X= 0.0000000 Y= -0.6000000	0,3459900	0,1197091	0,0414181	0,0143303	0,0049581	0,0017155	0,0005935	0,0002054

Синтез геокогнитивной модели

Для синтеза модели в окне «Формирование облака точек» выберем режим: «Из распознаваемой 2d Excel-таблицы Inp_map2.xls» с опцией «С формированием модели» (рисунок 13):

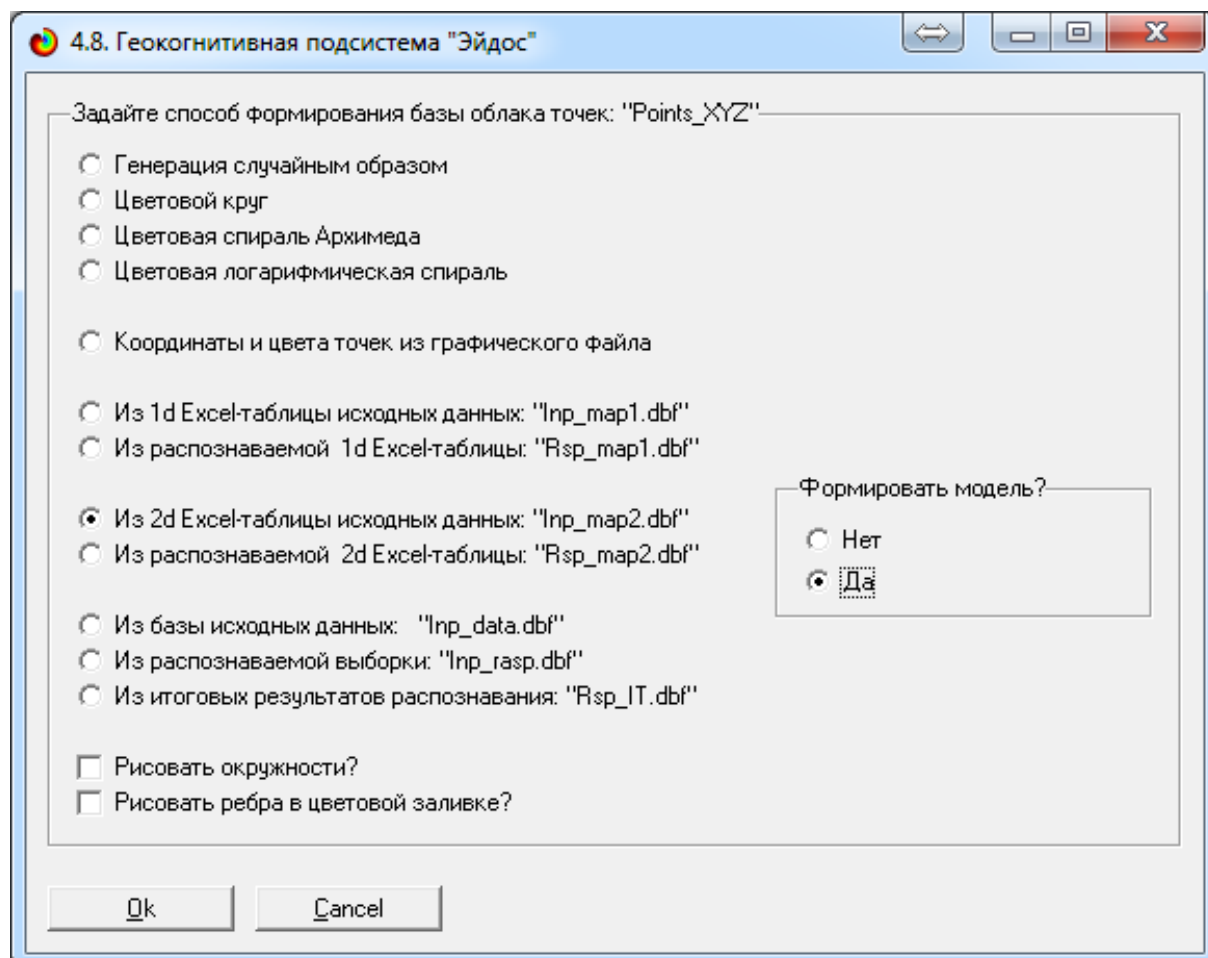


Рисунок 13. Экранная форма «Формирование облака точек» путем импорта данных из «Из 2d Excel-таблицы: Inp_map2.xls» с опцией: «С формированием модели»

Появится экранная форма (рисунок 14). На этой экранной форме указано, какие работы по формированию модели уже выполнены, а какие еще предстоит выполнить. Стандартные режимы системы «Эйдос», необходимые для выполнения работ, будут последовательно автоматически запущены с нужными параметрами по умолчанию после нажатия клавиши «ОК» (рисунки 15):

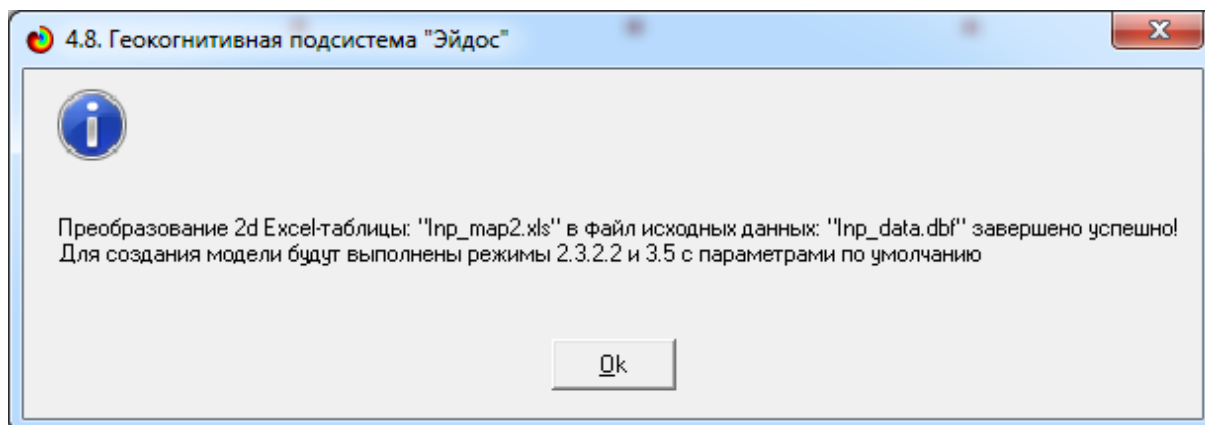
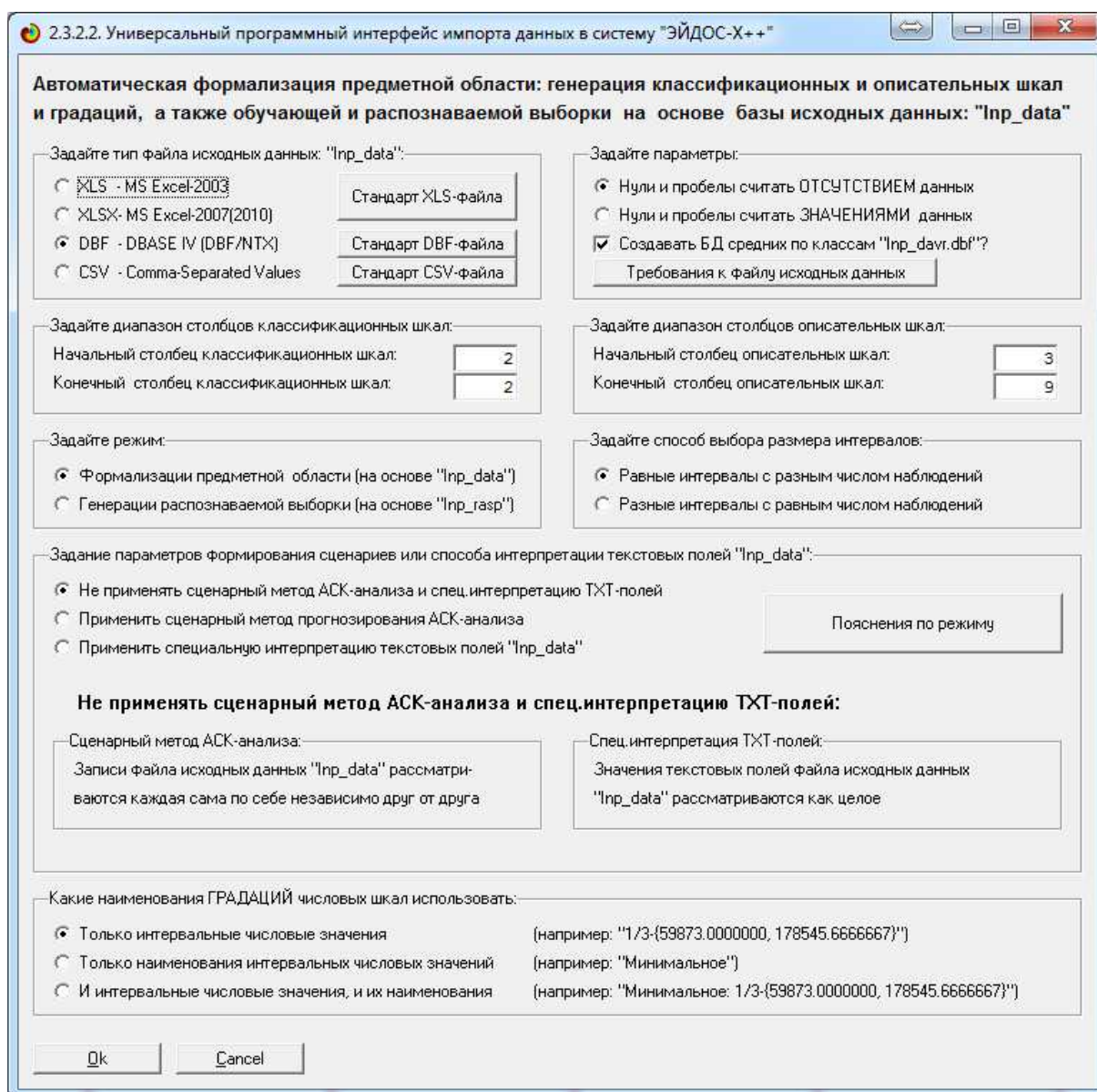
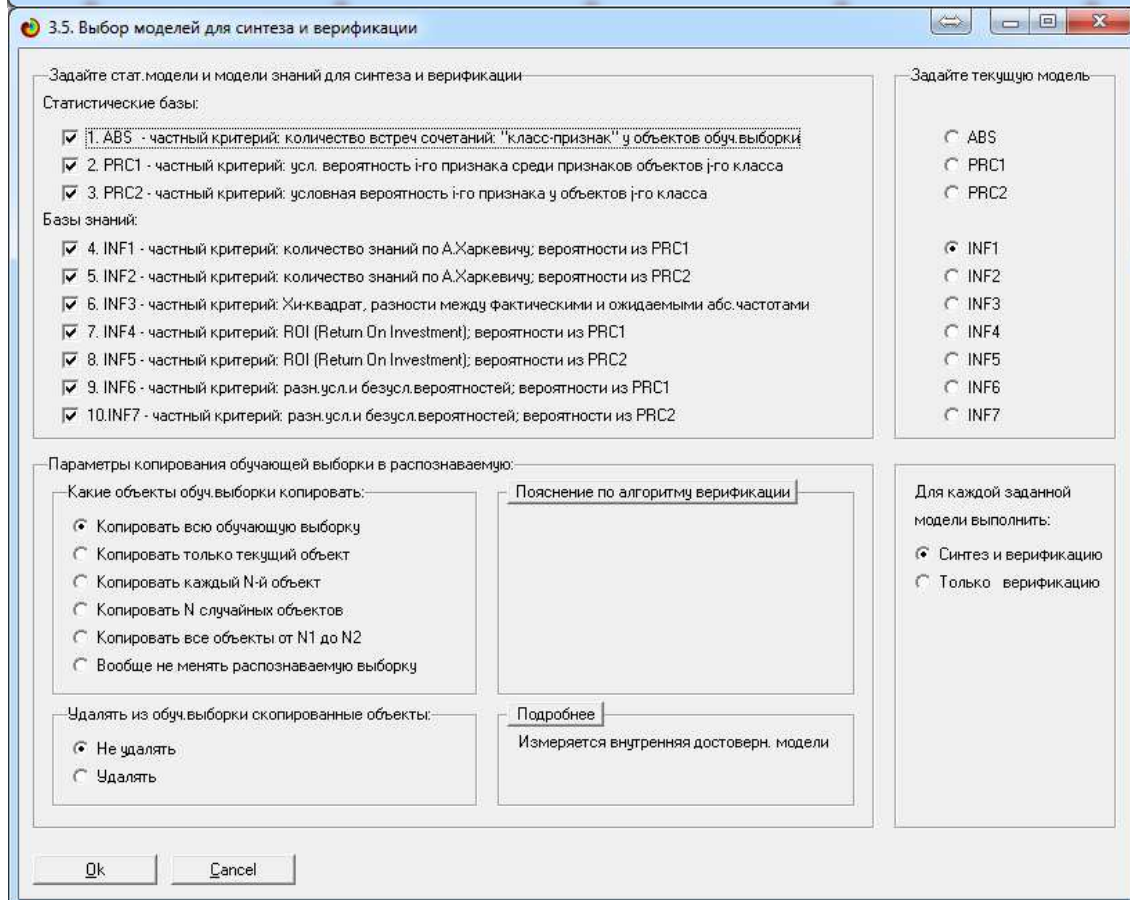
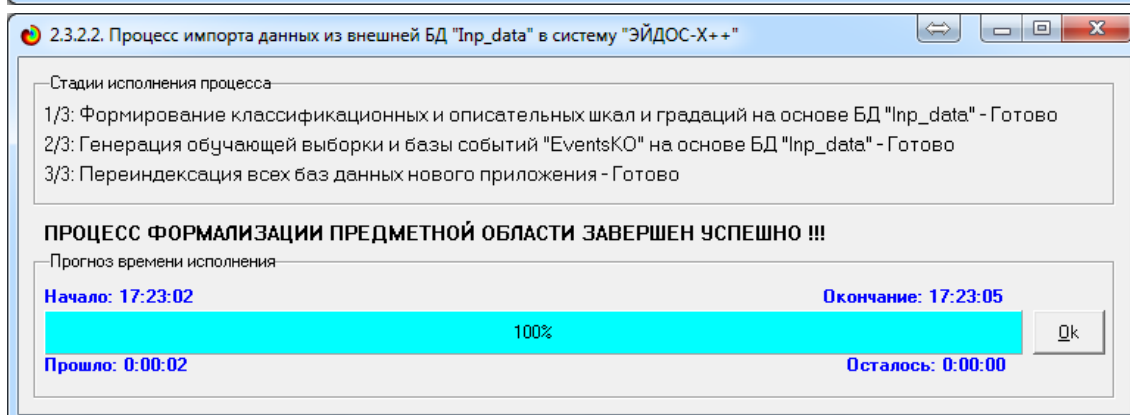
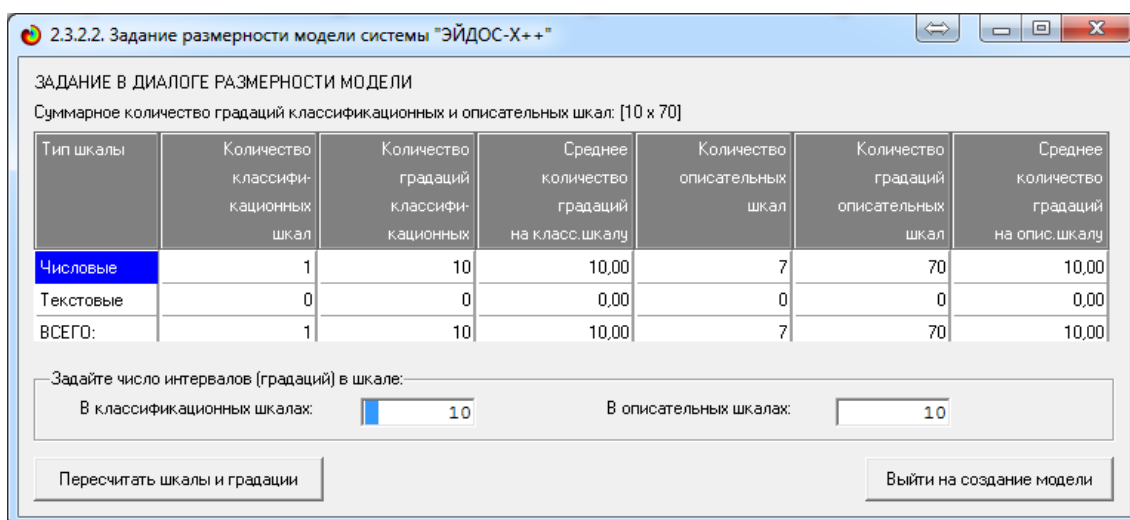


Рисунок 14. Экранная форма отображения 1-го этапа формирования облака точек путем импорта данных из «Из 2d Excel-таблицы: Inp_mar2.xls» с опцией: «С формированием модели»





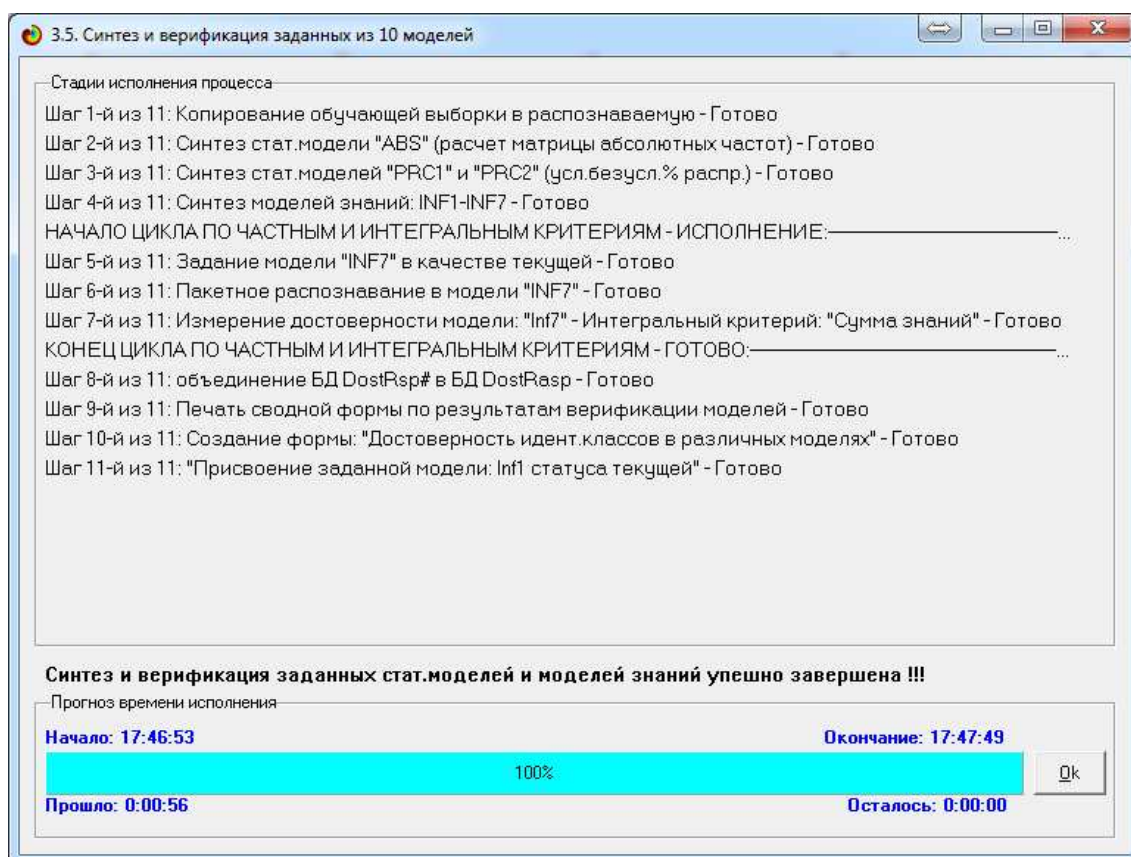


Рисунок 15. Экранные формы режимов системы «Эйдос», автоматически запускаемых в геокогнитивной подсистеме при синтезе модели

Восстановление неизвестных значений функции по описательной информации на основе модели

До этого мы рассматривали триангуляцию и отображение исходной функции. Рассмотрим теперь способность геокогнитивной подсистемы «Эйдос» восстанавливать неизвестные значения функции по атрибутам, связанным с ее значением и аргументами. Попробуем на основе исходной функции создать модель и в ней распознать значения функции для областей, для которых она не описана в исходных данных, но имеет значения, встречающиеся в исходных данных.

Для восстановления неизвестных значений функции на основе ранее созданной модели в окне «Формирование облака точек» выберем режим: «Из распознаваемой 2d Excel-таблицы Rsp_map2.xls» с опцией «Проводить распознавание» (рисунок 16):

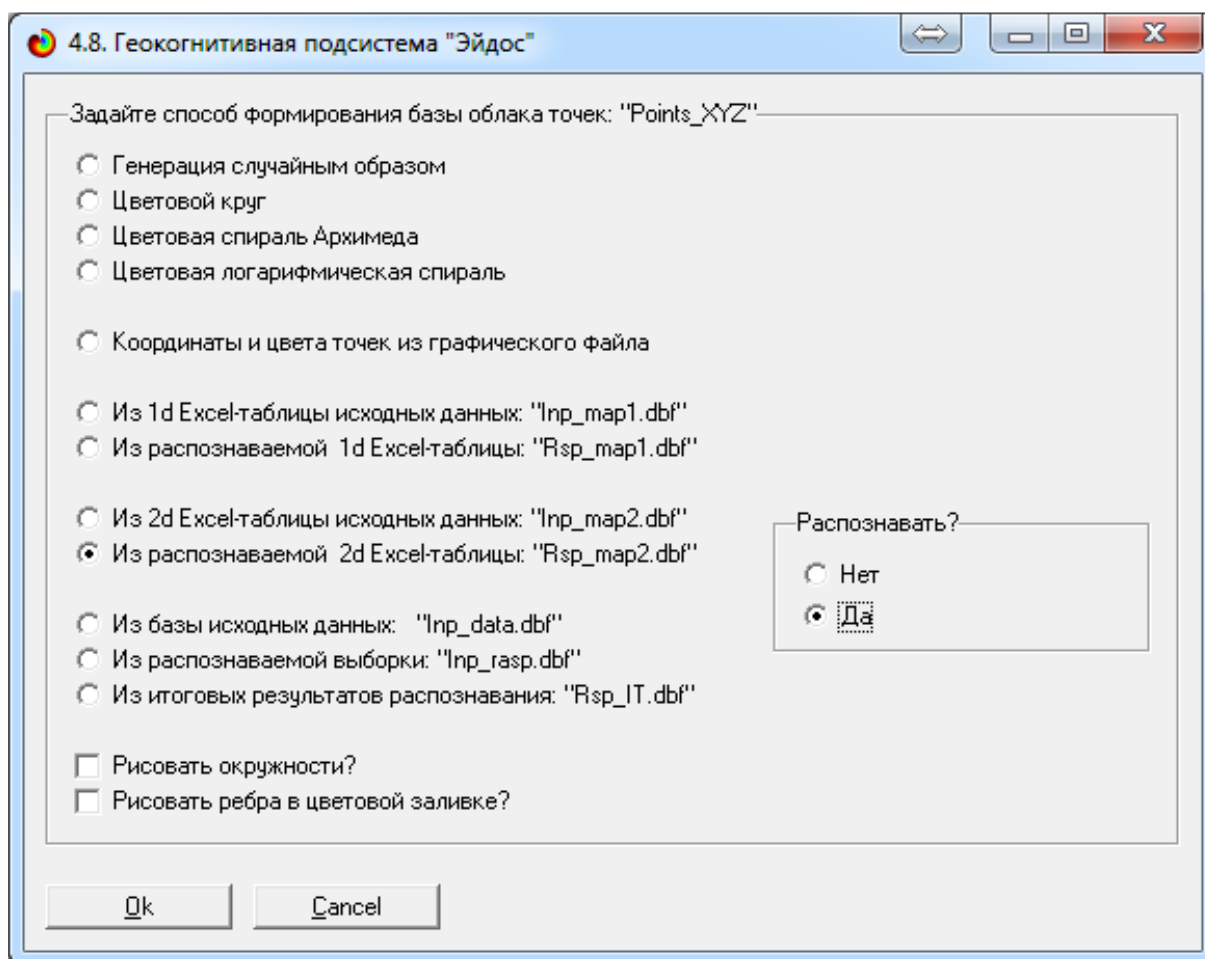


Рисунок 16. Экранная форма окна: «Формирование облака точек», выбор режима: «Из итоговых результатов распознавания Rsp_IT.dbf» с интегральным критерием «Резонанс знаний»

Выполним предлагаемые системой и автоматически запускаемые режимы (рисунок 17):

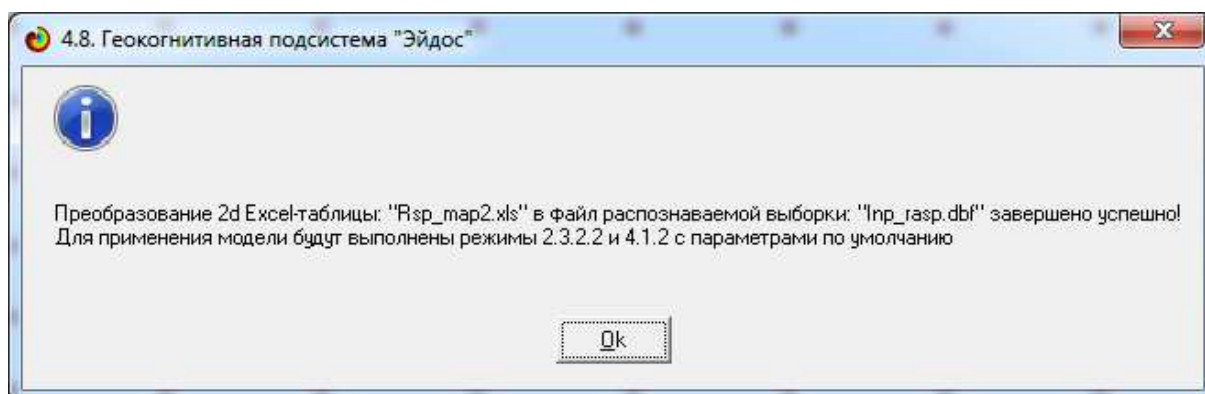
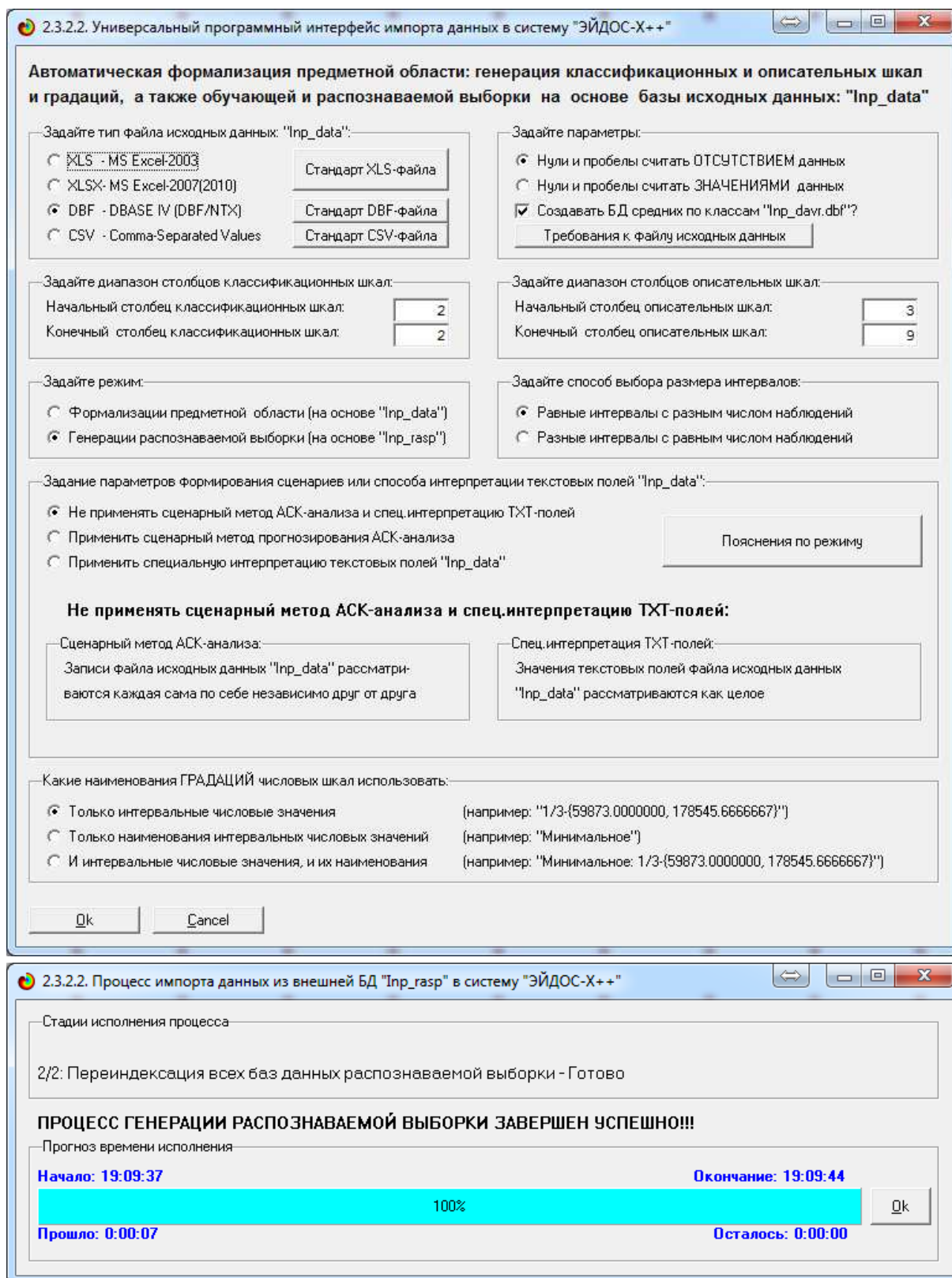


Рисунок 17. Информация о пройденных и будущих этапах процесса восстановления значений функции по признакам аргумента

Экранные формы режимов, автоматически запускаемых системой «Эйдос» при восстановления значений функции по признакам аргумента, приведены ниже на рисунках 18:



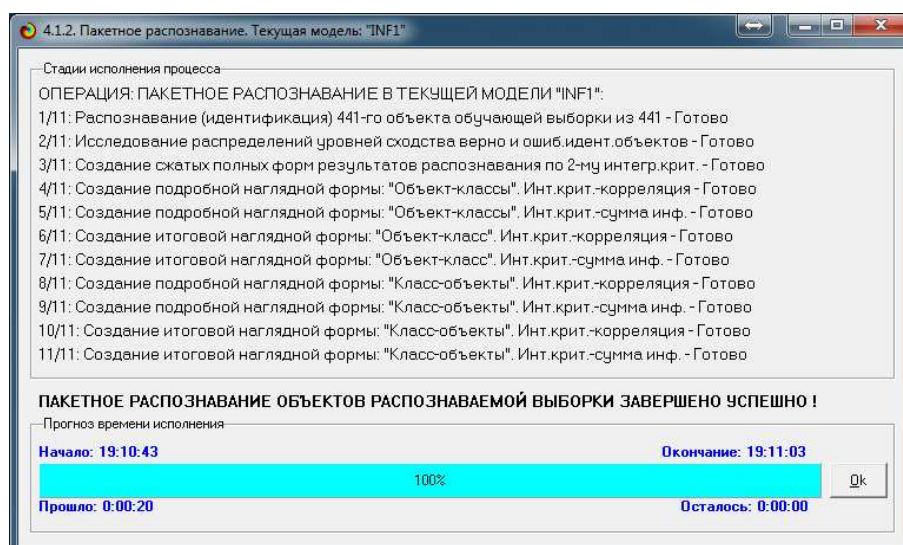


Рисунок 18. Экранные формы режимов, автоматически запускаемых системой «Эйдос» при восстановлении значений функции по признакам аргумента

Для картографической визуализации результатов восстановления пространственного распределения значений функции по признакам аргумента необходимо на экранной форме «Формирование облака точек» выбрать режим: «Из итоговых результатов распознавания Rsp_IT.dbf» с интегральным критерием «Резонанс знаний» (рисунок 19):

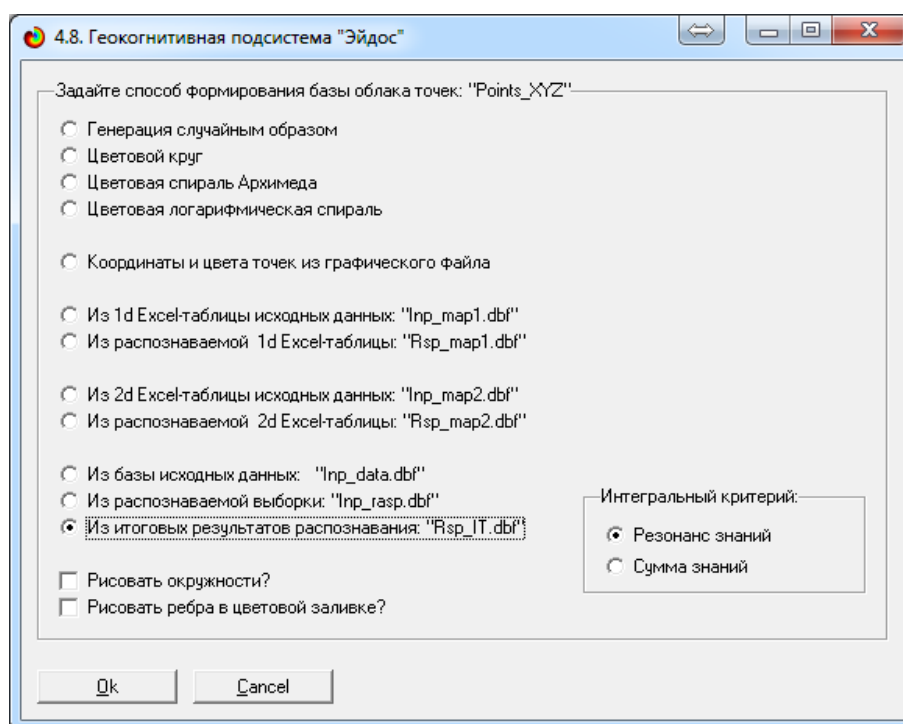


Рисунок 19. Экранная форма окна: «Формирование облака точек», выбор режима: «Из итоговых результатов распознавания rsp_IT.dbf» с интегральным критерием «Резонанс знаний»

На основе созданной модели получены результаты триангуляции, Делоне, приведенные на рисунках 20 и 21.

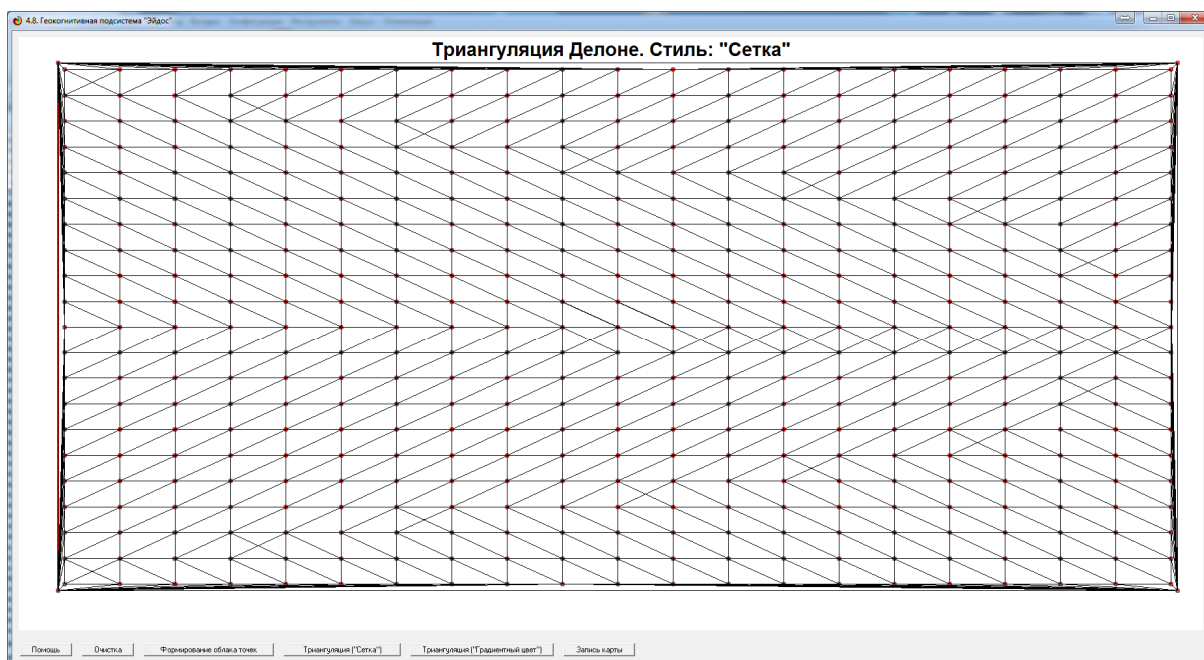


Рисунок 20. Визуализация сетки триангуляции результатов восстановления значений функции по признакам аргумента

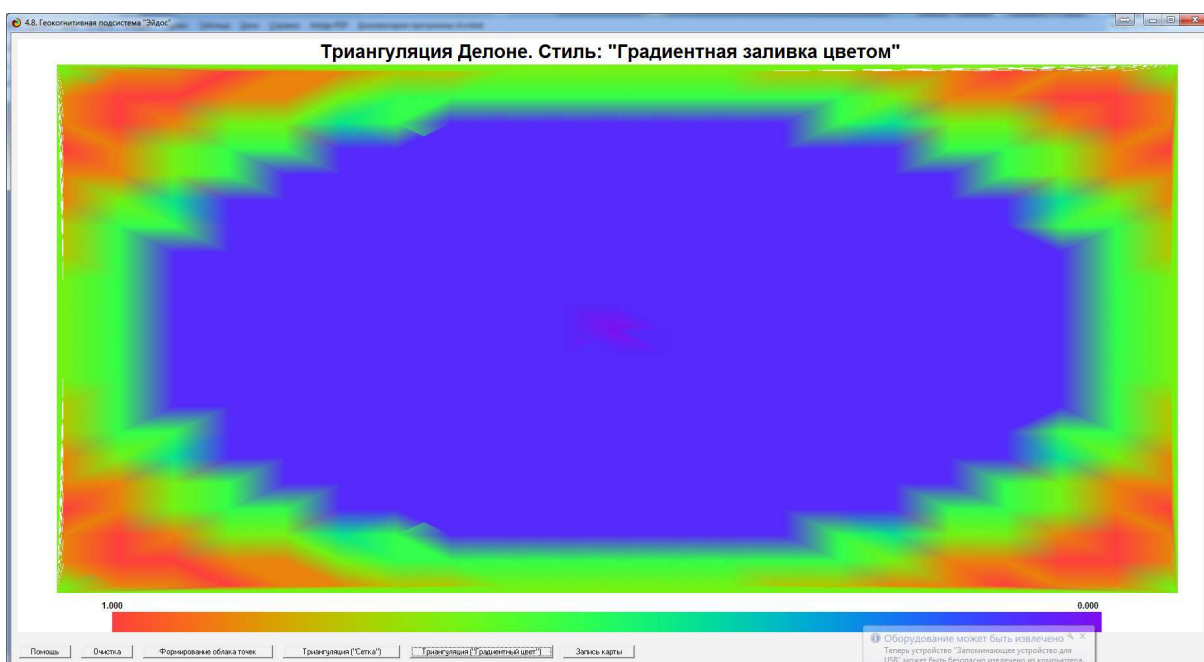


Рисунок 21. Визуализация градиентной заливкой цветом результатов восстановления значений функции по признакам аргумента

Необходимо отметить, что если распознаваемая выборка не совпадает с обучающей, особенно если имеет больший объем, чем обучающая,

то может возникнуть ситуация, при которой как интегративные характеристики объектов распознаваемой выборки (классы), так и их атрибуты, могут оказаться выходящими за пределы диапазонов классификационных и описательных шкал, сформированных при формировании модели на основе обучающей выборки. В этом случае система «Эйдос», естественно, может их не закодировать и не идентифицировать. Эта проблема легко решается путем включения в обучающую выборку новых объектов с такими характеристиками, которые встречаются в распознаваемой выборке, но аналогичных которым не было в обучающей выборке.

Из сравнения рисунков 12 и 21 прежде всего видно, что значения функции для точек, для которых они не были указаны в обучающей выборке, **восстановлены по свойствам этих точек, связь которых со значениями функции выявлена на основе опорных точек**, входящих в обучающую выборку, для которых известны и значения функции, и атрибутивная информация.

Так что представляют интерес дальнейшие исследования и численные эксперименты, которые могли бы позволить оценить устойчивость метода к шуму как в обучающей, так и в распознаваемой выборках, а также к дефициту априорной и атрибутивной информации, т.е. к как к числу опорных точек, так и к степени подробности их описания. Ранее проведенные многочисленные исследования показали, что в этом метод АСК-анализа обеспечивает высокое качество подавления шума, как при синтезе модели (обучении системы), так и при идентификации объектов в интегральном критерии.

Исследование погрешностей распознавания

Из визуального сравнения рисунков 12 и 21 прежде видно, что в принципе поставленная в статье задача решена. Но понятно, что визуальное сравнение не дает количественного анализа погрешностей распознавания.

С этой целью при подготовке результатов распознавания для картографической визуализации геокогнитивная подсистема создает базу данных «Out_map2.dbf» (таблица 4), аналогичную по структуре исходной базе «Rsp_map2.dbf», представленной в таблице 2, но содержащую не исходные данные, а результаты распознавания. Погрешности распознавания легко устанавливаются путем сравнения этих баз данных.

Таблица 4 – 2d Excel-файл результатов распознавания
(округлено до сотых)

0,00	-1,00	-0,90	-0,80	-0,70	-0,60	-0,50	-0,40	-0,30	-0,20	-0,10	0,00	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
-1,00	0,51	0,51	0,70	0,70	0,79	0,70	0,70	0,60	0,60	0,51	0,51	0,00	0,51	0,51	0,60	0,60	0,70	0,70	0,79	0,70	0,70
-0,90	0,42	0,70	0,79	0,79	0,70	0,70	0,51	0,42	0,42	0,42	0,42	0,00	0,42	0,42	0,42	0,42	0,51	0,70	0,70	0,79	0,79
-0,80	0,06	0,70	0,79	0,70	0,51	0,51	0,33	0,42	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,42	0,33	0,51	0,51	0,70	0,79
-0,70	0,06	0,79	0,70	0,51	0,42	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42	0,42	0,51	0,70
-0,60	0,06	0,70	0,70	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42	0,51	0,70
-0,50	0,06	0,70	0,51	0,33	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,33	0,51
-0,40	0,06	0,60	0,42	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42	0,42
-0,30	0,06	0,60	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
-0,20	0,06	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
-0,10	0,06	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
0,00	0,00	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
0,10	0,06	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
0,20	0,06	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
0,30	0,06	0,60	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42
0,40	0,06	0,60	0,42	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42	0,42
0,50	0,06	0,70	0,51	0,33	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,33	0,51
0,60	0,06	0,70	0,70	0,51	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42	0,51	0,70
0,70	0,06	0,79	0,70	0,51	0,42	0,42	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,42	0,42	0,51	0,70
0,80	0,06	0,70	0,79	0,70	0,51	0,51	0,33	0,42	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,42	0,33	0,51	0,51	0,70	0,79
0,90	0,42	0,70	0,79	0,79	0,70	0,70	0,51	0,42	0,42	0,42	0,42	0,00	0,42	0,42	0,42	0,42	0,51	0,70	0,70	0,79	0,79
1,00	0,51	0,51	0,70	0,70	0,79	0,70	0,70	0,60	0,60	0,51	0,51	0,00	0,51	0,51	0,60	0,60	0,70	0,70	0,79	0,70	0,70

На рисунке 22 показано распределение абсолютных погрешностей (разностей) между истинными значениями функции распознаваемой выборки и значений функции, восстановленных путем распознавания по признакам аргумента на основе модели:

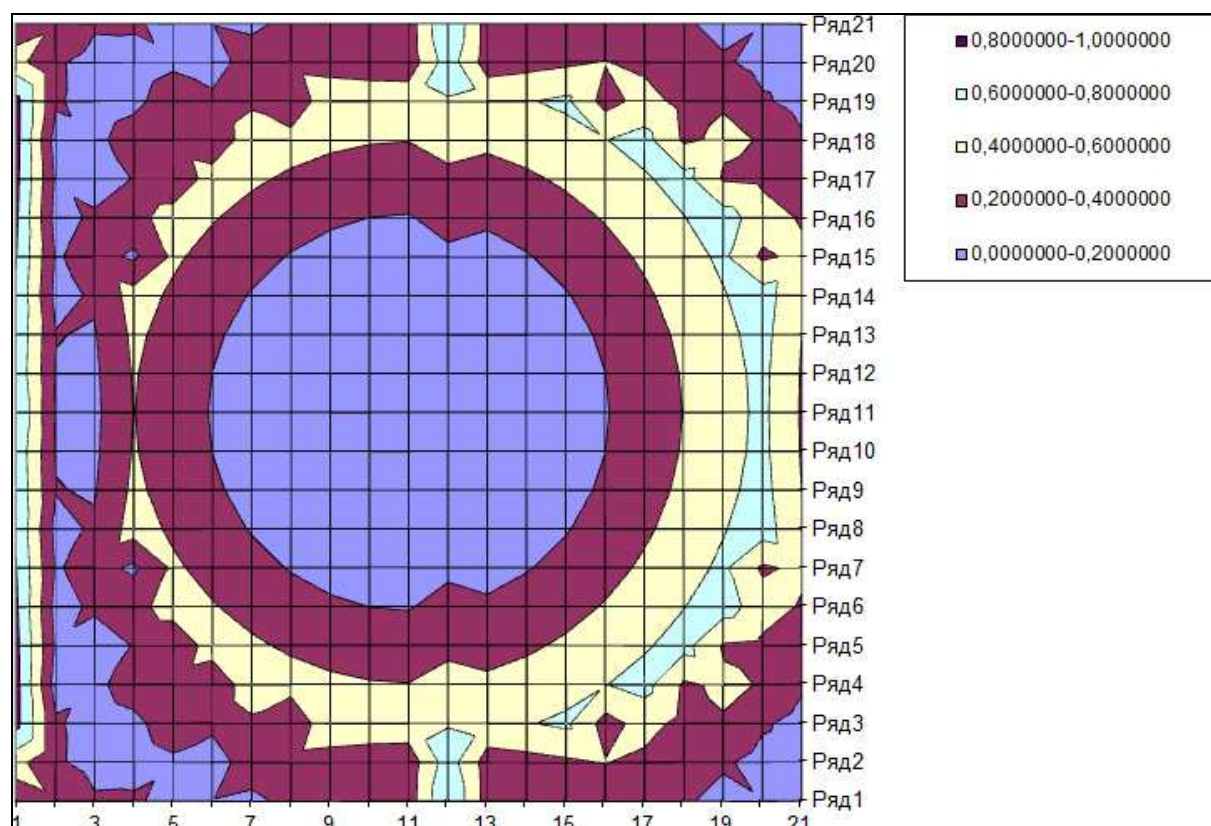


Рисунок 22. Погрешности (разности) между истинными и восстановленным значениями функции

Из рисунка 22 видно, что абсолютные погрешности распознавания зависят от значений восстанавливаемой функции. По-видимому, эти погрешности во многом обусловлены тем, что при создании модели было принято решение разбить диапазоны изменения классификационных и описательных шкал всего на 10 интервальных значений, а, например, не на 100. Кроме того, довольно сильное отличие исходной распознаваемой функции от результатов распознавания может быть обусловлено не вполне удачным выбором атрибутов, связанных со значениями функции и ее аргументов. С другой стороны, если погрешности были меньше, то визуально бы рисунки 21 и 12 не отличались бы, что тоже было не вполне убедительно.

Результаты распознавания исходных данных, использованных для создания модели, весьма сходны с самими исходными данными, но иногда

встречаются и ошибки неидентификации и ложной идентификации (рисунки 23):

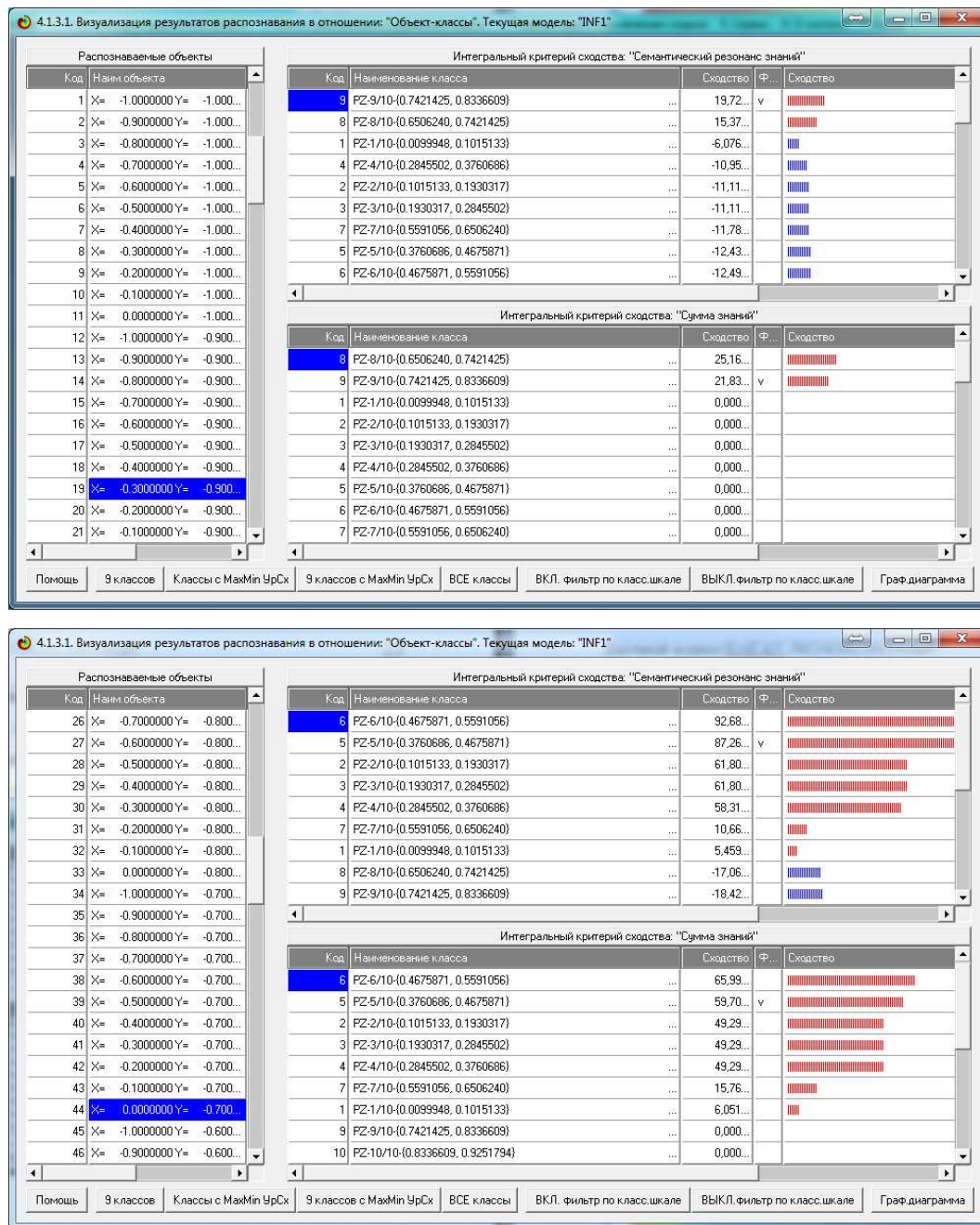


Рисунок 23. Различные варианты результатов распознавания значений исходной функции

Следует заметить, что даже при ошибках распознанное значение функции обычно весьма близко к истинному, что вполне разумно и соответствует интуитивным ожиданиям.

Достоверность модели зависит от многих обстоятельств, среди которых количество и конкретный набор атрибутов объектов и другие параметры модели, такие как *количество интервальных значений классов и атрибутов* и многие-многие другие. Проводя численные эксперименты, варьируя эти параметры моделей, можно добиваться повышения их достоверности. В системе «Эйдос» есть и много способов повышения качества моделей, собранных в специальную подсистему 3.7 (рисунок 24):

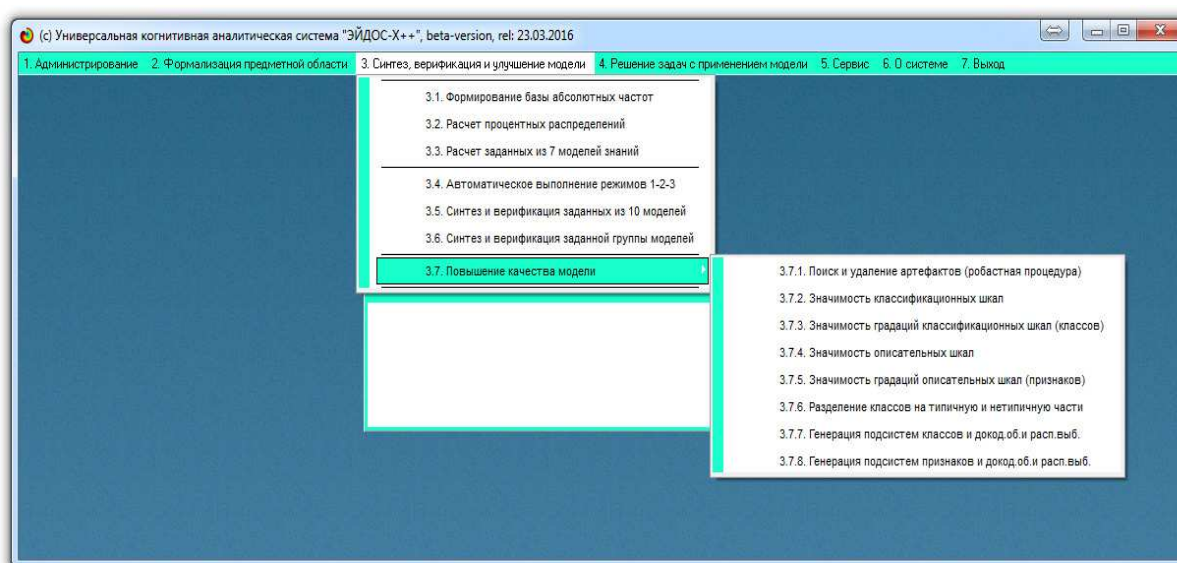
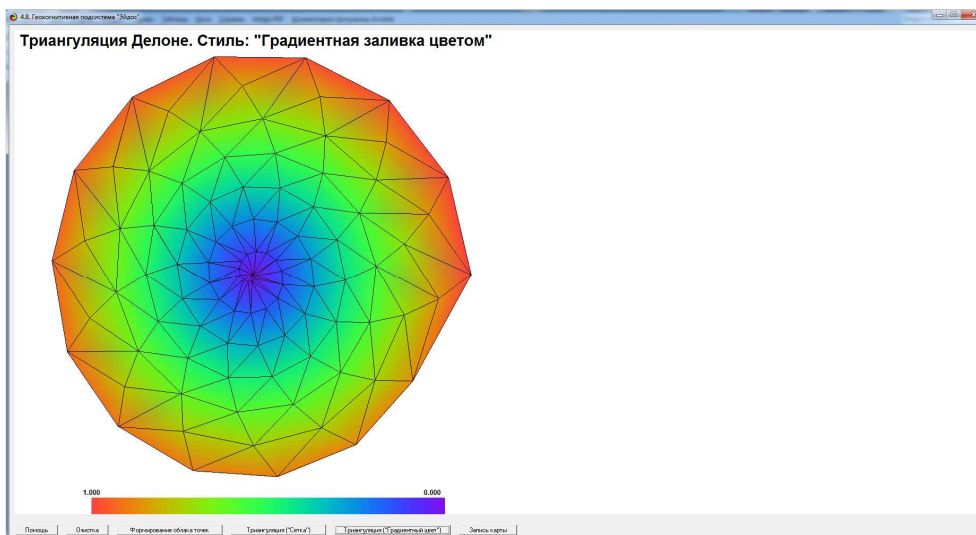


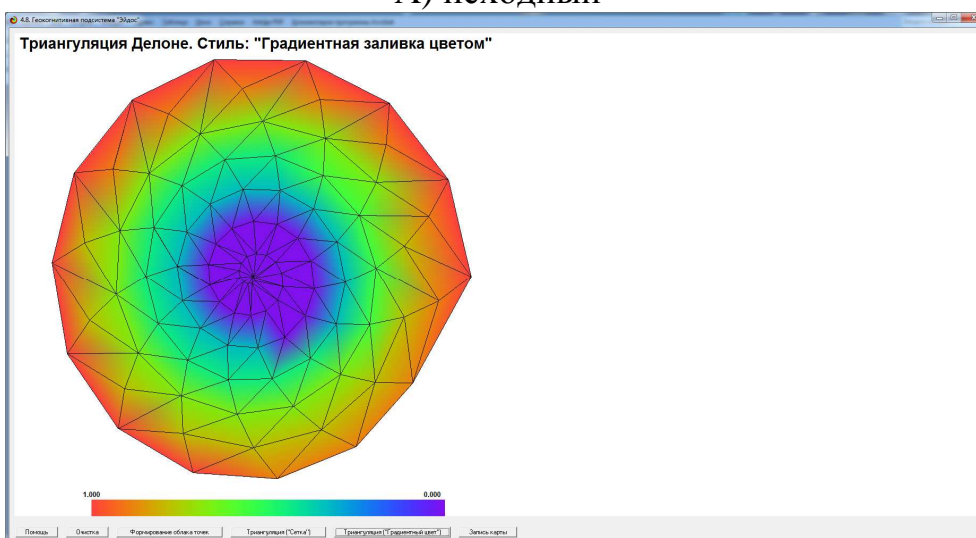
Рисунок 24. Выход на подсистему повышения качества моделей

Однако в задачу данной статьи не входит исследование возможностей повышения качества описанных в ней моделей.

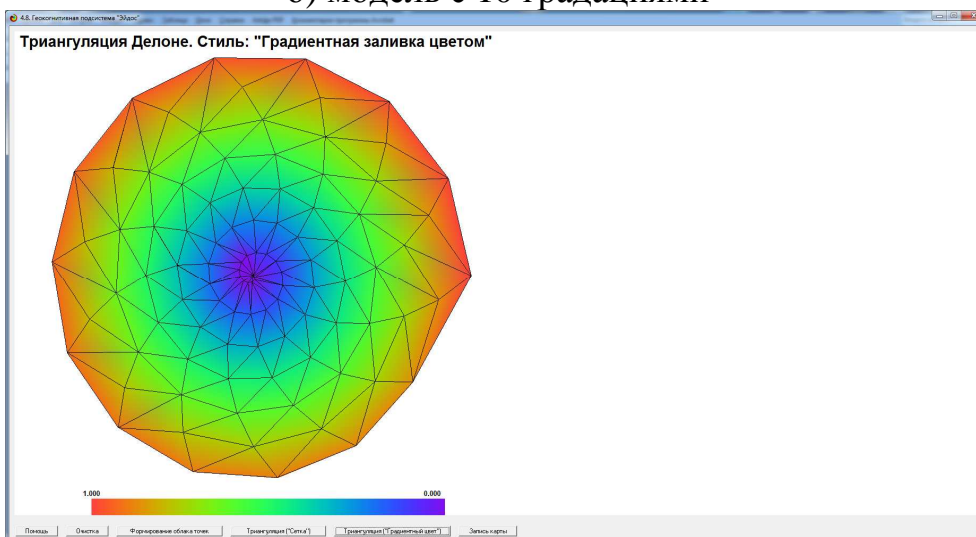
Для иллюстрации высказанных мыслей и гипотез, связанных с повышением достоверности моделей, приведем на рисунках 25 исходную распознаваемую выборку с рисунка 5*, а также результаты распознавания в моделях с 10 и 100 градациями (интервальными значениями) числовых описательных шкал. Из рисунка 25 хорошо видно, что увеличение числа градаций описательных шкал с 10 до 100 дало значительное повышение качества модели, в результате чего нижний рисунок, полученный на модели со 100 градациями, стал значительно более похож на исходный, чем средний, полученный на модели с 10 градациями.



А) исходный



б) модель с 10 градациями



в) модель со 100 градациями

Рисунок 25. Визуализация исходной распознаваемой выборки с рисунка 5*, а также результаты распознавания в моделях с 10 и 100 градациями (интервальными значениями) числовых описательных шкал

Возможные области применения предлагаемой технологии

В общем плане необходимо отметить, что как сам метод АСК-анализа, так и реализующая его система «Эйдос», все ее подсистемы и режимы, реализованы в постановке не зависящей от конкретной предметной области, что позволяет надеяться на широкую применимость предлагаемых методов, технологий и методик.

Везде, где есть базы данных, привязанные к географически координатам, т.е. картографические, геоинформационные, экологические, социологические, политологические, медицинские, геологические, кадастровые, метеорологические, сельскохозяйственные и многие-многие другие, везде есть точки двух видов:

- связанные только с информацией о факторах, обуславливающих вид пространственных распределений интересующих нас функций;
- снабженные как информацией об интересующих нас параметрах пространственных распределений (функций), так и информацией о факторах, различные значения которых, по видимому обуславливают (детерминируют) фактический вид этих распределений.

А раз так, то возникает задача на основе информации о факторах для точек 1-го типа восстановить для них наиболее вероятные значения различных функций, используя при этом априорную информацию о *взаимосвязи значений факторов и функций*, полученную на основе точек 2-го типа (опорных точек). Необходимо обратить внимание на то, что сам вид этой взаимосвязи еще необходимо выявить и отразить в формальной модели. И рассмотренные технологии и программный инструментарий позволяют в ряде случаев решить подобные задачи.

Например, картографическая визуализация с применением предложенных технологий возможна и может быть эффективной в следующих предметных областях:

– *в сельском хозяйстве* по информации по климатическим факторам в различные периоды развития растений (фенофазы) тех или иных сортов и культур и полученных при этих условиях урожаях, можно прогнозировать риски возделывания этих сортов и культур различных зонах и микрорайонах выращивания, в которых они еще не выращивались;

– *в кадастровом плане* по информации о свойствах земельных участков и ценах на них можно оценить еще не оцененные земельные участки по их свойствам;

– *в риэлтерской деятельности* по информации о свойствах жилой и нежилой недвижимости и ценах на нее в городах и сельской местности можно оценить еще не оцененные объекты по их свойствам (включая экологические и свойства инфраструктуры), используя предлагаемую технологию для формализации известных методов оценки: затратного, рыночного и доходного, также для их объединения в едином комплексном методе;

– *в геологии* по информации о результатах разведки полезных ископаемых и сопутствующей информации, полученной другими методами, и реальном наличии этих ископаемых в уже известных месторождениях можно определить вероятность наличия месторождений различных полезных ископаемых в регионах, где он еще не разведаны;

– *в социологии* по информации об условиях и качестве жизни и социальном статусе различных возрастных, профессиональных и иных групп населения можно прогнозировать социальный статус по условиям жизни;

– *в политологии* по информации об условиях и качестве жизни и политических предпочтениях различных возрастных, профессиональных и иных групп населения можно прогнозировать политические предпочтения по условиям жизни;

– *в экологии* по характеристикам производственной и сельскохозяйственной инфраструктуры и известной экологической ситуации можно прогнозировать экологическую обстановку для районов, в которых не

осуществляется экологический мониторинг окружающей среды, но есть информация об инфраструктуре;

– *в медицине* по характеристикам производственной и сельскохозяйственной инфраструктуры и известной распространенности различных видов заболеваний можно прогнозировать вероятность этих заболеваний для районов, для которых подобные данные отсутствуют, но есть информация об инфраструктуре;

– *в транспорте* (безопасности дорожного движения) по известным данным о характеристиках дорог, перекрестков, транспортных развязок, истории, а также о, количестве, типах и тяжести дорожно-транспортных происшествий (ДТП) в различных местах можно прогнозировать опасность участков дорог по их характеристикам и своевременно принимать меры по переоборудованию их в более безопасные (зная факторы риска);

– *в экономике* на основе информации о взаимосвязи событий на фондовом рынке с динамикой локальных неоднородностей пространства-времени в Солнечной системе оказывается возможным прогнозировать события и на фондовом рынке и их динамику.

Понятно, что приведенными примерами возможные области применения предлагаемых технологий далеко не исчерпываются. Во многих из перечисленных областей предлагаемая автором технология АСК-анализа успешно апробирована [1-42].

Результаты восстановления значений функций выдаются в текстовом виде, а также в наглядной графической форме картографической визуализации (как слои карты).

Необходимо отметить, что картографическая визуализация в варианте, реализованном в текущей версии подсистемы 4.8, может быть применена для сравнительно небольших участков земной поверхности, для которых замена географических координат декартовыми координатами не приводит к неприемлемым с точки зрения пользователя ошибкам.

Выводы

В статье предлагается применить автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментальный систему «Эйдос» для решения задач многопараметрической типизации, системной идентификации и картографической визуализации пространственно-распределенных природных, экологических и социально-экономических систем. Пусть есть исходное облако точек с координатами (X, Y, Z) , для каждой из которых известны значения градаций описательных шкал номинального, порядкового или числового типа $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$. Тогда система «Эйдос» обеспечивает: 1) построение модели, содержащей обобщенные знания о силе и направлении влияния градаций описательных шкал на значения $Z=M(S)$; 2) оценку значения Z для точек (X, Y) , описанных в тех же описательных шкалах $S(s_1, s_2, \dots, s_n)$, но не входящих в исходное облако точек; 3) картографическую визуализацию пространственного распределения значений функции $Z=M(S)$ для точек, не входящих в исходное облако, с использованием триангуляции Делоне. По сути это означает, что система «Эйдос» обеспечивает восстановление неизвестных значений функции по признакам аргумента и реализует это в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Предлагается новое научное понятие: «Геокогнитивная система», под которым понимается программная система, обеспечивающая преобразование исходных данных в информацию, а ее в знания и картографическую визуализацию этих знаний, в результате чего карта становится когнитивной графикой. Эта возможность может быть использовано для количественной оценки степени пригодности микрорайонов для выращивания тех или иных культур, оценки экологической обстановки на тех или иных территориях по структуре и интенсивности антропогенной нагрузки, визуализации результатов прогнозирования землетрясений и рисков других нежелательных или чрезвычайных ситуаций, а также для решения многих других подобных по математической су-

ти задач в самых различных предметных областях. Это обеспечивается тем, что математический метод АСК-анализа основан на системной теории информации (СТИ) и реализующий его программный инструментарий – универсальной когнитивной аналитической системе «Эйдос» позволяет корректно сопоставимо обрабатывать десятки и сотни тысяч градаций факторов и будущих состояний нелинейного объекта управления (классов) при неполных (фрагментированных), зашумленных данных числовой и нечисловой природы измеряемых в различных единицах измерения. Приводится численный пример.

Материалы данной статьи могут быть использованы при преподавании дисциплин: интеллектуальные системы; инженерия знаний и интеллектуальные системы; интеллектуальные технологии и представление знаний; представление знаний в интеллектуальных системах; основы интеллектуальных систем; введение в нейроматематику и методы нейронных сетей; основы искусственного интеллекта; интеллектуальные технологии в науке и образовании; управление знаниями; автоматизированный системно-когнитивный анализ и интеллектуальная система «Эйдос»; которые автор ведет в настоящее время², а также и в других дисциплинах, связанных с преобразованием данных в информацию, а ее – в знания и применением этих знаний для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области (а это практически все дисциплины во всех областях науки).

Этим и другим применениям должно способствовать и то, что система «Эйдос» находится в полном открытом бесплатном доступе (причем с подробно комментированными открытыми исходными текстами) на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

² http://lc.kubagro.ru/My_training_schedule.doc

Перспективы

В перспективе планируется ускорить примененные алгоритмы и их программную реализацию, внести в них другие усовершенствования, преодолеть некоторые погрешности и недостатки, очевидные авторам..

Авторы благодарны Роджеру Доннэю (Roger Donnay), профессиональному разработчику программного обеспечения (Boise, Idaho USA)³, а также Джимми⁴, активному участнику форума Роджера <http://bb.donnay-software.com/donnay/index.php>, за помощь в технических вопросах реализации триангуляции Делоне на языке программирования xBase++ (Alaska), на котором написана система «Эйдос».

Литература

1. Луценко Е.В. Синтез адаптивных интеллектуальных измерительных систем с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» и системная идентификация в эконометрике, биометрии, экологии, педагогике, психологии и медицине / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1161602001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.
2. Лопатина Л.М. Создание автоматизированной системы мониторинга, анализа, прогноза и управления продуктивностью сельскохозяйственных культур / Л.М. Лопатина, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 52 – 61. – IDA [article ID]: 0020302007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/07.pdf>, 0,625 у.п.л.
3. 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.
4. Трунев А.П. Прогнозирование землетрясений по астрономическим данным с использованием системы искусственного интеллекта / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(052). С. 172 – 194. – Шифр Информрегистра:

³ <http://donnay-software.com/ds/index.cxp>

⁴ <http://bb.donnay-software.com/donnay/memberlist.php?mode=viewprofile&u=124>

0420900012\0086, IDA [article ID]: 0520908013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/13.pdf>, 1,438 у.п.л.

5. Трунев А.П. Прогнозирование сейсмической активности и климата на основе семантических информационных моделей / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №09(053). С. 98 – 122. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0098, IDA [article ID]: 0530909009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/09/pdf/09.pdf>, 1,562 у.п.л.

6. Трунев А.П. Системно-когнитивный анализ и прогнозирование сейсмической активности литосферы Земли, как глобальной активной геосистемы / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №01(055). С. 299 – 321. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0001, IDA [article ID]: 0551001022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/22.pdf>, 1,438 у.п.л.

7. Трунев А.П. Семантические информационные модели глобальной сейсмической активности при смещении географического и магнитного полюса / А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №02(056). С. 195 – 223. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0023, IDA [article ID]: 0561002015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/02/pdf/15.pdf>, 1,812 у.п.л.

8. Трунев А.П. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния тел Солнечной системы на движение полюса Земли и визуализация причинно-следственных зависимостей в виде когнитивных функций / А.П. Трунев, Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №01(065). С. 232 – 258. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0002, IDA [article ID]: 0651101020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/20.pdf>, 1,688 у.п.л.

9. Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций – новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(067). С. 240 – 282. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 у.п.л.

10. Прогнозирование землетрясений на основе астрономических данных с применением АСК-анализа на примере большого калифорнийского разлома Сан-Андреас / Н.А. Чередниченко, Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 1322 – 1377. – IDA [article ID]: 0911307093. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/93.pdf>, 3,5 у.п.л.

11. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). С. 138 – 167.

– IDA [article ID]: 1101506009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/09.pdf>, 1,875 у.п.л.

12. 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.

13. Луценко Е.В. Идентификация типов и моделей самолетов путем АСК-анализа их силуэтов (контуров) (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №10(114). С. 1316 – 1367. – IDA [article ID]: 1141510099. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/99.pdf>, 3,25 у.п.л.

14. 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.

15. Прогнозирование землетрясений на основе астрономических данных с применением АСК-анализа на примере большого калифорнийского разлома Сан-Андреас / Н.А. Чередниченко, Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 1322 – 1377. – IDA [article ID]: 0911307093. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/93.pdf>, 3,5 у.п.л.

16. Чередниченко Н.А. Моделирование смещения полюса Земли и алгоритм прогнозирования его динамики с применением АСК-анализа / Н.А. Чередниченко, Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 149 – 188. – IDA [article ID]: 0991405010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/10.pdf>, 2,5 у.п.л.

17. Чередниченко Н.А. Прогнозирование глобальных климатических аномалий Эль-Ниньо и Ла-Нинья с применением системы искусственного интеллекта Aidos-X / Н.А. Чередниченко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №01(105). С. 128 – 160. – IDA [article ID]: 1051501007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/07.pdf>, 2,062 у.п.л.

18. Чередниченко Н.А. Моделирование и прогноз динамики глобальных климатических аномалий типа Эль-Ниньо и Ла-Нинья / Н.А. Чередниченко, А.П. Трунев, Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). С. 1545 – 1577. – IDA [article ID]: 1101506102. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/102.pdf>, 2,062 у.п.л.

19.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.

20.Луценко Е.В. АСК-анализ влияния экологических факторов на качество жизни населения региона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). С. 1 – 37. – IDA [article ID]: 1101506001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/01.pdf>, 2,312 у.п.л.

21.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>

22.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>

23.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>

24.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>

25.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>

26.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>

27.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>

28.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>

29.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>

30.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>

31.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>

32.Трунев А.П., Луценко Е.В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 264 с. http://ic.kubagro.ru/aidos/aidos08_TL/Monography-TL.rar

33.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>

34.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>

35.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.

36.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>

37.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>

38.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>

39.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>

40.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=18271217>

41.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>

42.Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(070). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

Literatura

1. Lucenko E.V. Sintez adaptivnyh intellektual'nyh izmeritel'nyh sistem s primeneniem ASK-analiza i sistemy «Jejdos» i sistemnaja identifikacija v jekonometrike, biometrii, jekologii, pedagogike, psihologii i medicine / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №02(116). S. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1161602001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,75 u.p.l.

2. Lopatina L.M. Sozdanie avtomatizirovannoj sistemy monitoringa, analiza, prognoza i upravlenija produktivnost'ju sel'skohozjajstvennyh kul'tur / L.M. Lopatina, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2003. – №02(002). S. 52 – 61. – IDA [article ID]: 0020302007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/07.pdf>, 0,625 u.p.l.

3. Lopatina L.M. Konceptual'naja postanovka zadachi: "Prognozirovanie kolichestvennyh i kachestvennyh rezul'tatov vyrashhivaniya zadannoj kul'tury v zadannoj tochke" / L.M. Lopatina, I.A. Dragavceva, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

4. Trunev A.P. Prognozirovanie zemletrjasenij po astronomicheskim dannym s ispol'zovaniem sistemy iskusstvennogo intellekta / A.P. Trunev, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №08(052). S. 172 – 194. – Shifr Informregistra: 0420900012\0086, IDA [article ID]: 0520908013. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/13.pdf>, 1,438 u.p.l.

5. Trunev A.P. Prognozirovanie sejsmicheskoy aktivnosti i klimata na osnove semanticheskikh informacionnyh modelej / A.P. Trunev, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №09(053). S. 98 – 122. – Shifr Informregistra: 0420900012\0098, IDA [article ID]: 0530909009. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/09/pdf/09.pdf>, 1,562 u.p.l.

6. Trunev A.P. Sistemno-kognitivnyj analiz i prognozirovanie sejsmicheskoy aktivnosti litosfery Zemli, kak global'noj aktivnoj geosistemy / A.P. Trunev, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №01(055). S. 299 – 321. – Shifr Informregistra: 0421000012\0001, IDA [article ID]: 0551001022. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/22.pdf>, 1,438 u.p.l.

7. Trunev A.P. Semanticheskie informacionnye modeli global'noj sejsmicheskoy aktivnosti pri smeshhenii geograficheskogo i magnitnogo poljusa / A.P. Trunev, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №02(056). S. 195 – 223. – Shifr Informregistra: 0421000012\0023, IDA [article ID]: 0561002015. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2010/02/pdf/15.pdf>, 1,812 u.p.l.

8. Trunев A.P. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz vlijanija tel Solnechnoj sistemy na dvizhenie poljusa Zemli i vizualizacija prichinno-sledstvennyh zavisimostej v vide kognitivnyh funkcij / A.P. Trunев, E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №01(065). S. 232 – 258. – Shifr Informregistra: 0421100012\0002, IDA [article ID]: 0651101020. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/20.pdf>, 1,688 u.p.l.

9. Lucenko E.V. Metod vizualizacii kognitivnyh funkcij – novyj instrument issledovanija jempiricheskikh dannyh bol'shoj razmernosti / E.V. Lucenko, A.P. Trunев, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №03(067). S. 240 – 282. – Shifr Informregistra: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 u.p.l.

10. Prognozirovanie zemletrjasenij na osnove astronomicheskikh dannyh s primeneniem ASK-analiza na primere bol'shogo kalifornijskogo razloma San-Andreas / N.A. Cherednichenko, E.V. Lucenko, D.K. Bandyk, A.P. Trunев // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 1322 – 1377. – IDA [article ID]: 0911307093. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/93.pdf>, 3,5 u.p.l.

11. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij po ih vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №06(110). S. 138 – 167. – IDA [article ID]: 1101506009. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/09.pdf>, 1,875 u.p.l.

12. Lucenko E.V. Reshenie zadach ampelografii s primeneniem ASK-analiza izobrazhenij list'ev po ih vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

13. Lucenko E.V. Identifikacija tipov i modelej samoletov putem ASK-analiza ih silujetov (konturov) (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №10(114). S. 1316 – 1367. – IDA [article ID]: 1141510099. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/99.pdf>, 3,25 u.p.l.

14. Lucenko E.V. Kolichestvennoe izmerenie shodstva-razlichija klonov vinograda po konturam list'ev s primeneniem ASK-analiza i sistemy «Jejdos» / E.V. Lucenko, L.P. Troshin, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

15. Prognozirovanie zemletrjasenij na osnove astronomicheskikh dannyh s primeneniem ASK-analiza na primere bol'shogo kalifornijskogo razloma San-Andreas / N.A. Cherednichenko, E.V. Lucenko, D.K. Bandyk, A.P. Trunев // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj

zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 1322 – 1377. – IDA [article ID]: 0911307093. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/93.pdf>, 3,5 u.p.l.

16. Cherednichenko N.A. Modelirovanie smeshhenija poljusa Zemli i algoritm prognozirovanija ego dinamiki s primeneniem ASK-analiza / N.A. Cherednichenko, E.V. Lucenko, A.P. Trunev // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). S. 149 – 188. – IDA [article ID]: 0991405010. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/10.pdf>, 2,5 u.p.l.

17. Cherednichenko N.A. Prognozirovanie global'nyh klimaticheskikh anomalij Jel'-Nin'o i La-Nin'ja s primeneniem sistemy iskusstvennogo intellekta Aidos-X / N.A. Cherednichenko, A.P. Trunev // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №01(105). S. 128 – 160. – IDA [article ID]: 1051501007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/01/pdf/07.pdf>, 2,062 u.p.l.

18. Cherednichenko N.A. Modelirovanie i prognoz dinamiki global'nyh klimaticheskikh anomalij tipa Jel'-Nin'o i La-Nin'ja / N.A. Cherednichenko, A.P. Trunev, E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №06(110). S. 1545 – 1577. – IDA [article ID]: 1101506102. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/102.pdf>, 2,062 u.p.l.

19. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz funkcij i vosstanovlenie ih znachenij po priznakam argumenta na osnove apriornoj informacii (intellektual'nye tehnologii interpoljacii, jekstrapoljacii, prognozirovanija i prinjatija reshenij po kartograficheskim bazam dannyh) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

20. Lucenko E.V. ASK-analiz vlijanija jekologicheskikh faktorov na kachestvo zhizni naselenija regiona / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №06(110). S. 1 – 37. – IDA [article ID]: 1101506001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/01.pdf>, 2,312 u.p.l.

21. Lucenko E.V. Universal'naja avtomatizirovannaja sistema raspoznavanija obrazov "Jejdos" (versija 4.1).-Krasnodar: KJuI MVD RF, 1995.- 76s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18630282>

22. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy i tehnologija adaptivnogo semanticheskogo analiza v podderzhke prinjatija reshenij (na primere universal'noj avtomatizirovannoj sistemy raspoznavanija obrazov "JeJDOS-5.1"). - Krasnodar: KJuI MVD RF, 1996. - 280s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340>

23. Simankov V.S., Lucenko E.V. Adaptivnoe upravlenie slozhnymi sistemami na osnove teorii raspoznavanija obrazov. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: TU KubGTU, 1999. - 318s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18828433>

24. Simankov V.S., Lucenko E.V., Laptev V.N. Sistemnyj analiz v adaptivnom upravlenii: Monografija (nauchnoe izdanie). /Pod nauch. red. V.S.Simankova. – Krasnodar: ISTJeK KubGTU, 2001. – 258s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21747625>

25. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivnymi ob#ektami (sistemnaja teorija informacii i ee primenenie v issledovanii jekonomiceskikh, social'no-psihologicheskikh, tehnologicheskikh i organizacionno-tehnicheskikh sis-

tem): Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

26. Lucenko E.V. Intellekturnye informacionnye sistemy: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti 351400 "Prikladnaja informatika (po otrasljam)". – Krasnodar: KubGAU. 2004. – 633 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632737>

27. Lucenko E.V., Lojko V.I., Semanticheskie informacionnye modeli upravlenija agropromyshlennym kompleksom. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2005. – 480 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635>

28. Lucenko E.V. Intellekturnye informacionnye sistemy: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti "Prikladnaja informatika (po oblastjam)" i drugim jekonomicheskim special'nostjam. 2-e izd., pererab. i dop.– Krasnodar: KubGAU, 2006. – 615 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632602>

29. Lucenko E.V. Laboratornyj praktikum po intellektual'nym informacionnym sistemam: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti "Prikladnaja informatika (po oblastjam)" i drugim jekonomicheskim special'nostjam. 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – 318s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>

30. Napriev I.L., Lucenko E.V., Chistilin A.N. Obraz-Ja i stilevye osobennosti dejatel'nosti sotrudnikov organov vnutrennih del v jekstremal'nyh uslovijah. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2008. – 262 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683724>

31. Lucenko E. V., Lojko V.I., Velikanova L.O. Prognozirovanie i prinjatие reshenij v rastenievodstve s primeneniem tehnologij iskusstvennogo intellekta: Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 257 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683725>

32. Trunev A.P., Lucenko E.V. Astrosociotipologija: Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU, 2008. – 264 s. http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos08_TL/Monography-TL.rar

33. Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Laptev V.N. Teoreticheskie osnovy i tehnologija primeneniya sistemno-kognitivnogo analiza v avtomatizirovannyh sistemah obrabotki informacii i upravlenija (ASOIU) (na primere ASU vuzom): Pod nauch. red.d.je.n., prof. E.V.Lucenko. Monografija (nauchnoe izdanie). – Majkop: AGU. 2009. – 536 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18633313>

34. Lucenko E.V., Korzhakov V.E., Ermolenko V.V. Intellekturnye sistemy v kontrollinge i menedzhmente srednih i malyh firm: Pod nauch. red. d.je.n., prof. E.V.Lucenko. Monografija (nauchnoe izdanie). – Majkop: AGU. 2011. – 392 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683734>

35. Napriev I.L., Lucenko E.V. Obraz-Ja i stilevye osobennosti lichnosti v jekstremal'nyh uslovijah: Monografija (nauchnoe izdanie). – Saarbrucken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co. KG,. 2012. – 262 s. Nomer proekta: 39475, ISBN: 978-3-8473-3424-8.

36. Trunev A.P., Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz vlijaniya faktorov kosmicheskoy sredy na noosferu, magnitosferu i litosferu Zemli: Pod nauch. red. d.t.n., prof. V.I.Lojko. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2012. – 480 s. ISBN 978-5-94672-519-4. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683737>

37. Trubilin A.I., Baranovskaja T.P., Lojko V.I., Lucenko E.V. Modeli i metody upravlenija jekonomikoj APK regiona. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2012. – 528 s. ISBN 978-5-94672-584-2. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683702>

38. Gorpinchenko K.N., Lucenko E.V. Prognozirovanie i prinjatие reshenij po vyboru agrotehnologij v zernovom proizvodstve s primeneniem metodov iskusstvennogo in-

tellekta (na primere SK-analiza). Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2013. – 168 s. ISBN 978-5-94672-644-3. <http://elibrary.ru/item.asp?id=20213254>

39. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaja nechetkaja interval'naja matematika. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

40. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos». Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18271217>

41. Orlov A.I., Lucenko E.V., Lojko V.I. Perspektivnye matematicheskie i instrumental'nye metody kontrollinga. Pod nauchnoj red. prof.S.G.Fal'ko. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2015. – 600 s. ISBN 978-5-94672-923-9. <http://elibrary.ru/item.asp?id=23209923>

42. Lucenko E.V. Metodologicheskie aspekty vyjavlenija, predstavlenija i ispol'zovanija znaniy v ASK-analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №06(070). S. 233 – 280. – Shifr Informregistra: 0421100012\0197, IDA [article ID]: 0701106018. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 u.p.l.