

УДК 303.732.4

**МОДИФИКАЦИЯ ВЗВЕШЕННОГО МЕТОДА
НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ ПУТЕМ
ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ВЕСОВ
НАБЛЮДЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА ИНФОРМАЦИИ В
АРГУМЕНТЕ О ЗНАЧЕНИИ ФУНКЦИИ
(АЛГОРИТМ И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ)**

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Кубанский государственный аграрный университет,
Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13,
prof.lutsenko@gmail.com

Метод наименьших квадратов (МНК) широко известен и пользуется заслуженной популярностью. Вместе с тем не прекращаются попытки усовершенствования этого метода. Результатом одной из таких попыток является взвешенный метод наименьших квадратов (ВМНК), суть которого в том, чтобы придать наблюдениям вес обратно пропорциональный погрешностям их аппроксимации. Этим самым, фактически, наблюдения игнорируются тем в большей степени, чем сложнее их аппроксимировать. В результате такого подхода формально погрешность аппроксимации снижается, но фактически это происходит путем частичного отказа от рассмотрения «проблемных» наблюдений, вносящих большую ошибку. Если эту идею, лежащую в основе ВМНК довести до крайности (и тем самым до абсурда), то в пределе такой подход приведет к тому, что из всей совокупности наблюдений останутся только те, которые практически точно ложатся на тренд, полученный методом наименьших квадратов, а остальные просто будут проигнорированы. Однако, по мнению автора, фактически это не решение проблемы, а отказ от ее решения, хотя внешне и выглядит как решение. В работе предлагается именно решение, основанное на теории информации: считать весом наблюдения количество информации в аргументе о значении функции. Этот подход был обоснован в рамках нового инновационного метода искусственного интеллекта: метода автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа) и реализован еще 30 лет назад в его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» в виде так называемых «когнитивных функций». В данной статье приводится алгоритм и программная реализация данного подхода, проиллюстрированные на подробном численном примере. В будущем планируется дать развернутое математическое обоснование метода взвешенных наименьших квадратов, модифицированного путем применения теории информации для расчета весовых коэффициентов наблюдений, а также исследовать его свойства

Ключевые слова: МЕТОД ВЗВЕШЕННЫХ
НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ,
МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ
ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕСОВЫХ
КОЭФФИЦИЕНТОВ НАБЛЮДЕНИЙ, АСК-АНАЛИЗ,
СИСТЕМА «ЭЙДОС»

UDC 303.732.4

**MODIFICATION OF THE METHOD OF
WEIGHTED LEAST SQUARES BY USING
THE OBSERVATIONS OF THE AMOUNT OF
INFORMATION IN THE ARGUMENT OF
THE VALUE FUNCTION AS WEIGHTS
(ALGORITHM AND SOFTWARE
IMPLEMENTATION)**

Lutsenko Eugeny Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Rus-
sia

The method of ordinary least squares (OLS) is widely known and deservedly popular. However, some attempts to improve this method. The result of one of such attempts is the weighted least squares (WMNC), the essence of which is to give the observation a weight which is inversely proportional to the errors of their approximation. Thereby, in fact, monitoring is ignored the more the difficult to approximate it. The result of this approach, formally, is the approximation error decreasing, but in fact, this occurs by partial refusal to consider the "problem" of observations, making a big mistake. If the idea underlying WMNC to bring to the extreme (and absurd), then in the limit, this approach will lead to the fact that from the entire set of observations there will be only those that lie almost exactly on the trend obtained by the method of least squares, and the rest will simply be ignored. However, according to the author, it's not a problem, and the failure of its decision, though it might look like a solution. In the work we have proposed a solution, based on the theory of information: to consider the weight of observations, the number of the argument of the value function. This approach was validated in the framework of a new innovative method of artificial intelligence: methods for automated system-cognitive analysis (ASA-analysis) and implemented 30 years ago in its software toolkit, which is "Eidos" intelligent system in the form of so-called "cognitive functions". This article presents an algorithm and software implementation of this approach, illustrated in detailed numerical example. In the future it is planned to give a detailed mathematical basis of the method of weighted least squares, which is modified by the application of information theory to calculate the weights of the observations, and investigate its properties

Keywords: METHOD OF WEIGHTED LEAST
SQUARES, MODIFIED THROUGH
APPLICATION OF INFORMATION THEORY
TO CALCULATE THE WEIGHTS OF THE
OBSERVATIONS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS"

«... навыки мысли и аналитический аппарат теории информации должны, по-видимому, привести к заметной перестройке здания математической статистики»

А.Н. Колмогоров [1, 2, 19]

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПРОБЛЕМА ВОССТАНОВЛЕНИЯ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ФОРМЫ ФУНКЦИИ ПО ЕЕ ГРАФИКУ ИЛИ ТАБЛИЧНО ЗАДАНЫМ ЗНАЧЕНИЯМ	2
2. ВЗВЕШЕННЫЙ МЕТОД НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ (ВМНК) КАК ТРАДИЦИОННЫЙ ПУТЬ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	6
3. НЕДОСТАТКИ ТРАДИЦИОННОГО РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ (ВМНК)	6
4. ПРЕДЛАГАЕМОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ: МЕТОД ВЗВЕШЕННЫХ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ, МОДИФИЦИРОВАННЫЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАСЧЕТА ВЕСОВЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАБЛЮДЕНИЙ	7
5. ЧИСЛЕННЫЙ ПРИМЕР	12
6. ВЫВОДЫ.....	41
7. ОГРАНИЧЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....	42
ЛИТЕРАТУРА.....	43

1. Проблема восстановления аналитической формы функции по ее графику или таблично заданным значениям



René Descartes

31.03.1596 – 11.02.1650

После ряда основополагающих работ Рене Декарта стало понятно, что любой функции соответствует график, а любому графику – функция. Построение графика по аналитически заданной функции не представляет собой проблемы, т.к. известен способ, как это сделать, т.е. это задача.

Решается эта задача путем:

– расчета с использованием аналитического выражения для функции таблицы ее значений (таблица 1), соответствующих различным значениям аргумента;

– построения графика параметрически заданной функции (1). Если функциональная зависимость y от x не задана непосредственно $y = f(x)$, а через промежуточную величину – t , то формулы (1)

$$x = \varphi(t); y = \psi(t) \quad (1)$$

задают параметрическое представление функции одной переменной.

Таблица 1 представляет собой таблицу значений функции y и ее аргумента x (1) для различных значений параметра t .

Таблица 1 – Параметрическое задание функции в виде таблицы

	$t = 1$	$t = 2$...	$t = n$
x	$\varphi(t)$	$\varphi(t)$...	$\varphi(t)$
y	$\psi(t)$	$\psi(t)$...	$\psi(t)$

Однако решение **обратной задачи**, т.е. задачи восстановления аналитической формы представления функции, т.е. формулы вида: $y = f(x)$, по ее графику или таблично заданным значениям до сих пор представляет собой проблему, не решенную в общем виде.

Решению этой проблемы посвящен регрессионный анализ [32, 33], в котором широко применяется метод наименьших квадратов (МНК), а также его взвешенный вариант. Однако этот метод позволяет точно восстановить неизвестный истинный вид функции лишь в редких частных случаях, а в общем виде решает лишь задачу поиска и подбора такого вида функции из заранее определенного набора, которая в определенном смысле или по определенным критериям наилучшим образом совпадает с этой неизвестной истинной функцией.

Одним из общепринятых и действительно наиболее убедительных критериев качества подбора функции, аппроксимирующей эмпирические данные (типа таблицы 1), является минимизация суммы квадратов отклонений эмпирических значений от этой аппроксимирующей их функции.

Однако исследование этих отклонений при аппроксимации различных эмпирических данных показало, что далеко не всегда эти отклонения равномерно зависят от значения функции. Иначе говоря, качество аппроксимации эмпирических данных может изменяться для различных значений аргумента, т.е. качество аппроксимации различно для различных фрагментов функции и эмпирических данных.

Ясно, что качество аппроксимирующей функции не может быть выше качества ее фрагмента, наиболее плохо аппроксимирующего эти эмпирические данные. Вполне понятно и стремление математиков-практиков повысить качество аппроксимации. Но что предлагают в этом плане математики-теоретики?

Если эмпирических данных, выпадающих из закономерности, отражаемой аппроксимирующей функцией, не очень много, то их объявляют «артефактами» и это дает теоретические основания просто игнорировать их путем **удаления** из исследуемой выборки. Ясно, что после этой операции качество аппроксимации заметно улучшается.

Но является ли это решением проблемы? По мнению автора формально является, т.к. вроде как качество модели возрастает, но конечно фактически это не решение, т.к. основано на порочном принципе: «Если факты не вписываются в теорию (в нашем случае аналитическую модель), то тем хуже для фактов». Фактически это «страусиный» способ решения проблем, который состоит просто в том, чтобы не видеть их или делать вид, что их не существует. При этом исследователь часто не отдает себе в этом отчет и впадает в иллюзию (гипостазирование), что он моделирует саму реальность и исследует ее путем исследования созданной им ее модели, тогда как в действительности он исследует только ту часть реальности, которую смог смоделировать при своих ограниченных возможностях моделирования. Профессор А.И.Орлов пишет, что это равносильно тому, чтобы «искать под фонарем, а не там, где потеряли» [1].

Конечно, разработка таких более мощных методов моделирования ведется [2]. Но ознакомление с ними математиков-практиков, и даже руководителей науки, далеко отстает от фактической потребности применения этих методов [2].

Приведем простейший пример, иллюстрирующий высказанные мысли. Если данные не вписываются в линейную модель, то можно игнорировать или удалить из исследуемой те из них, которые вносят основной вклад в суммарную ошибку, а можно использовать квадратичную модель, которая точно описывает эти данные во всей их полноте (таблица 2, рисунки 1, 2 и 3):

Таблица 2 – Исходные данные для примера

Значение аргумента	1	2	3	4	5	6	7
Значение функции	1	4	9	16	25	36	49

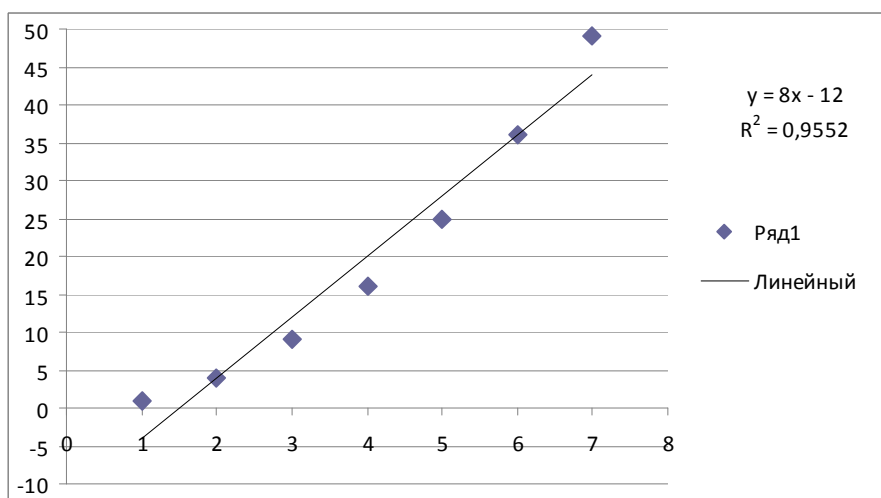


Рисунок 1. Линейная модель не адекватно отражает исходные данные

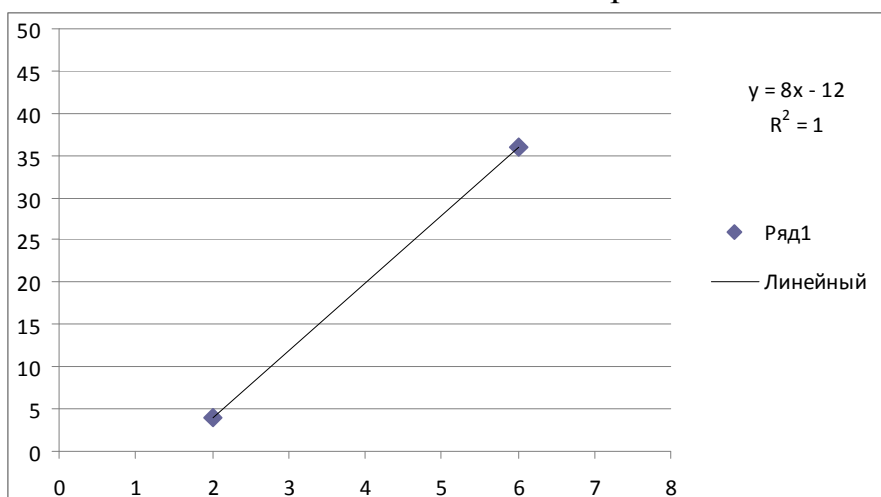


Рисунок 2. Линейная модель адекватно отражает исходные данные, Из которых удалены все наблюдения, кроме 2-го и 6-го

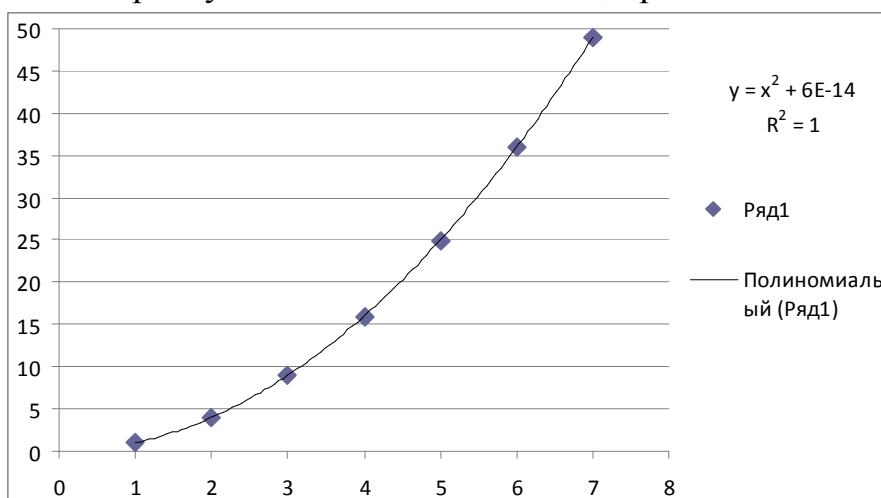


Рисунок 3. Квадратичная модель адекватно отражает все исходные данные

2. Взвешенный метод наименьших квадратов (ВМНК) как традиционный путь решения проблемы

Но есть и более развитые идеи и методы улучшения модели по формальным критериям качества: не вообще удалять неудобные данные, а просто уменьшать их значение или вес и делать это тем в большей степени, чем более эти данные неудобны, т.е. с чем большей ошибкой они отражаются в модели. На этой идее основан взвешенный метод наименьших квадратов (ВМНК), который является традиционным путем решения поставленной проблемы. Фактически в этом методе данные сначала преобразуются взвешиванием наблюдений (делением на величину, пропорциональную предполагаемому стандартному отклонению случайных ошибок), а к предварительно взвешенным данным уже применяется обычный стандартный метод наименьших квадратов.

Профессор А.И.Орлов пишет¹ о том, что:

- на подавление выбросов нацелены робастные методы;
- вероятностно-статистическая модель порождения данных – первична, а метод оценивания параметров качества модели – вторичен;
- точность восстановления зависимости традиционно оценивается дисперсиями и доверительным интервалами;
- если в разные моменты времени проводится различное количество наблюдений, вследствие чего их надежность, погрешности и другие характеристики, вообще говоря, оказываются зависящими от времени², то *взвешивание данных действительно необходимо*.

Тем ни менее к взвешенному методу наименьших квадратов также может быть адресован ряд критических замечаний, которые мы кратко рассмотрим ниже.

3. Недостатки традиционного решения проблемы (ВМНК)

Все те возражения, которые были высказаны выше в отношении процедуры удаления из исходных данных «артефактов» полностью сохраняют силу и для взвешенного метода наименьших квадратов.

Но здесь появляются и дополнительные возражения.

Прежде всего, возникают взаимосвязанные вопросы о цели моделирования и цели повышения качества моделирования.

Если целью моделирования является наиболее полное и адекватное отражение реальности в моделях, а так по наивности обычно все и думают, то повышение качества моделирования должно осуществляться не путем выбора наиболее легко и просто моделируемой предметной области, а пу-

¹ В переписке по статье

² а это практически всегда так, но иногда этим можно корректно пренебречь, а иногда нельзя.

тем совершенствования математического аппарата и программного инструментария моделирования.

Но если исходить из этой логики, то в методе взвешенных наименьших квадратов вес наблюдений должен быть принят не обратно пропорциональным вносимым этими наблюдениями ошибкам аппроксимации простым МНК, а **наоборот** пропорциональным этим ошибкам. Проще говоря, чем сложнее некоторые данные отразить в модели, тем более пристальное внимание должно быть им уделено, а не наоборот, как в ВМНК, где фактически от таких данных просто отмахиваются игнорируя их и теоретически обосновывая их якобы «несущественность».

Но в чем **фактически** состоит причина, по которой эти данные вдруг стали считаться несущественными? Да просто в том, что «они портят всю картину», такую стройную и удобную, т.е. ухудшают **формальное** качество модели. Поэтому **если цель (точнее ее называть самоцелью) моделирования состоит не в адекватном отражении реальности, а в повышении формального качества модели**, то от таких данных надо избавиться, но уже не просто удалив их из исследуемой выборки как «артефакты», а более цивилизованным способом, т.е. приписав им меньший вес, в т.ч. вес, равный нулю.

Более того, в статистических пакетах предоставлена возможность задавать веса вручную, позволяет регулировать вклад тех или иных данных в результаты построения моделей. Иначе говоря, предоставляется возможность **вручную практически произвольно по своему усмотрению** влиять на модель путем подбора нужных весовых коэффициентов. Но если так, то может быть проще использовать не статистические пакеты, а просто взять и сразу написать в аналитическом отчете, что «компьютер посчитал так...» и нарисовать в графическом редакторе нужные выходные формы. С аналогичными подходами мы сталкиваемся и при проведении кластерного анализа [30].

4. Предлагаемое решение проблемы: метод взвешенных наименьших квадратов, модифицированный путем применения теории информации для расчета весовых коэффициентов наблюдений

В работах [1, 2] рассматриваются точки роста и перспективы статистических методов, и дается положительная оценка методу автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программно-инструментарно – интеллектуальной системе «Эйдос».

В АСК-анализе факторы формально описываются шкалами, а значения факторов – градациями шкал [3]. Существует три основных группы факторов: физические, социально-экономические и психологические (субъективные) и в каждой из этих групп есть много различных видов факторов, т.е. есть много различных физических факторов, много социально-

экономических и много психологических, но в АСК-анализе все факторы рассматриваются *с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта, на который они действуют, в определенные будущие состояния, и при этом сила и направление влияния всех значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации*. Именно по этой причине вполне корректно складывать силу и направление влияния всех действующих на объект значений факторов, независимо от их природы, и определять результат *совместного* влияния на объект *системы* значений факторов. При этом в общем случае объект является *нелинейным* и факторы внутри него взаимодействуют друг с другом, т.е. для них не выполняется принцип суперпозиции.

Если же разные факторы измеряются в различных единицах измерения, то результаты сравнения объектов будут зависеть от этих единиц измерения, что совершенно недопустимо с теоретической точки зрения [3].

Введем определение когнитивной функции: когда функция используется для отображения причинно-следственной зависимости, т.е. информации (согласно концепции Шенка-Абельсона [34]), или *знаний*, если эта информация полезна для достижения целей [35], то будем называть такую функцию *когнитивной функцией*, от англ. «*cognition*»³ [3].

Смысл когнитивной функциональной зависимости в том, что в значении аргумента содержится определенное количество информации о том, какое значение примет функция, т.е. когнитивная функция отражает знания о степени соответствия значений функции значениям аргумента [3].

Очень важно, что этот подход позволяет автоматически решить проблему сопоставимой обработки многих факторов, измеряемых в различных единицах измерения, т.к. в этом подходе рассматриваются не сами факторы, какой бы природы они не были и какими бы шкалами не формализовались, а количество информации, которое в них содержится о поведении моделируемого объекта [3].

Необходимо также отметить, что представление о полностью линейных объектах (системах) является *абстракцией* и реально все объекты являются принципиально нелинейными. Вместе с тем для большинства систем нелинейные эффекты можно считать эффектами второго и более высоких порядков и такие системы *в первом приближении* можно считать линейными. Возможны различные модели *взаимодействия факторов*, в частности, развиваемые в форме системного обобщения теории множеств. Этот подход в перспективе может стать одним из вариантов развития теории нелинейных систем [3].

³ <http://lingvo.yandex.ru/cognition/c%20английского/>

Отметим, что математическая модель АСК-анализа (системная теория информации) *органично* учитывает принципиальную нелинейность всех объектов. Это проявляется в нелокальности нейронной сети системы «Эйдос» [46], приводящей к зависимости *всех* информативностей от *любого* изменения в исходных данных, а не как в методе обратного распространения ошибки. В результате *значения матрицы информативностей количественно отражают факторы не как множество, а как систему*.

В АСК-анализе ставится задача метризации шкал, т.е. преобразования к наиболее формализованному виду, и предлагается 7 способов метризации всех типов шкал, обеспечивающих совместную сопоставимую количественную обработку разнородных факторов, измеряемых в различных единицах измерения за счет преобразования всех шкал к одним универсальным единицам измерения в качестве которых выбраны единицы измерения количества информации. Все эти способы метризации реализованы в АСК-анализе и системе «Эйдос» [3]. В работах [4, 5, 6] кратко описаны суть и история появления и развития метода АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос», поэтому здесь мы их излагать не будем. Отметим лишь, что эти методы созданы довольно давно и уже в 1987 году были акты внедрения интеллектуальных приложений, в которых формировались информационные портреты классов и значений факторов [7]⁴.

Поэтому для нас является вполне естественным предположить, что в качестве весов наблюдений целесообразно использовать количество информации, которое содержится в этих наблюдениях о том, что интересующие нас выходные параметры объекта моделирования примут те или иные значения или сам объект моделирования перейдет в состояния, соответствующие тем или иным классам или окажется принадлежащим к определенным обобщающим категориям (группам). В этом и состоит основная идея предлагаемого решения поставленной проблемы.

В АСК-анализе на основе **системной теории информации** [7, 17] развит математический аппарат, обеспечивающий формальное описание поведения сложных нелинейных объектов моделирования под воздействием систем управляющих факторов и окружающей среды, а также созданы инструментальные средства, реализующие этот математический аппарат.

В частности в АСК-анализе предложено понятие **когнитивных функций**, которое рассмотрено и развито в ряде работ автора и соавторов [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18] и поэтому здесь нет смысла подробно останавливаться на этом понятии. Отметим лишь суть. В работе [16] кратко рассматриваются классическое понятие функциональной зависимости в математике, определяются ограничения применимости этого понятия для адекватного моделирования реальности и формулируется проблема, со-

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

стоящая в поиске такого обобщения понятия функции, которое было бы более пригодно для адекватного отражения причинно-следственных связей в реальной области. Далее рассматривается теоретическое и практическое решения поставленной проблемы, состоящие в том, что:

а) предлагается универсальный не зависящий от предметной области способ вычисления количества информации в значении аргумента о значении функции, т.е. когнитивные функции;

б) предлагается программный инструментарий: интеллектуальная система «Эйдос», позволяющая на практике осуществлять эти расчеты, т.е. строить когнитивные функции на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности.

Предлагаются понятия нередуцированных, частично и полностью редуцированных прямых и обратных, позитивных и негативных когнитивных функций и метод формирования редуцированных когнитивных функций, являющийся вариантом известного взвешенного метода наименьших квадратов, отличающимся от стандартного *ВМНК учетом в качестве весов наблюдений количества информации в значениях аргумента о значениях функции*.

Конечно, применение теории информации для решения проблем и развития статистики не является абсолютно новой идеей⁵. Как указывает в своих работах [1, 2] профессор А.И.Орлов, сходные идеи развивал еще в середине XX века С.Кульбак [19], а в эпиграф данной статьи вынесено программное высказывание выдающегося российского математика А.Н. Колмогорова: «... навыки мысли и аналитический аппарат теории информации должны, по-видимому, привести к заметной перестройке здания математической статистики», которые содержатся в его предисловии к той же книге С.Кульбака и также приведенное в работах [1, 2]. В наше время в этом направлении продуктивно работают Дуглас Хаббард [20], а также российский математик В.Б.Вяткин [21-28]⁶.

Кроме того, иногда авторы, излагающие в частности взвешенный метод наименьших квадратов, может быть не вполне осознанно используют слово «информация» не как научный термин, а в обиходном разговорном смысле. Например, в работе, приведенной на сайте: http://lib.alnam.ru/book_prs2.php?id=38, автор пишет: «Чтобы учесть *разницу в информации, которую несет каждое наблюдение*, для нахождения оценки необходимо минимизировать взвешенную сумму квадратов отклонений» (отмечено мной, авт.). Казалось бы, остается «лишь» посчитать это количество информации и вариант взвешенного метода наименьших квадра-

⁵ Наверное абсолютно новых идей вообще не существует.

⁶ Может быть синергетическая теория информации, созданная трудами В.Б.Вяткина, также может быть использована для расчета количества информации в наблюдениях, что приведет к еще одному варианту взвешенного метода наименьших квадратов.

тов, основанный на теории информации, готов, но, однако мы видим, что ниже идет изложение стандартного ВМНК.

Таким образом, даже если принять в принципе изложенные выше идеи о применении количества информации в наблюдении в качестве веса наблюдения во взвешенном методе наименьших квадратов, то все равно остается очень существенный и принципиальный вопрос о том, *каким способом возможно реально посчитать это количество информации*. Этот вопрос разбивается на две части:

– с помощью какого математического аппарата возможно посчитать количество информации в наблюдении?

– с помощью какого программного инструментария, реализующего этот математический аппарат, возможно посчитать количество информации в наблюдении?

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его математическая модель (системная теория информации), а также реализующий их программный инструментарий АСК-анализа – система «Эйдос» – это и есть ответы на этот вопрос. Таким образом, АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой современную *интеллектуальную инновационную* (полностью готовую к внедрению) технологию взвешенного метода наименьших квадратов, модифицированного путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в них.

При этом при принятии решений о применении для решения поставленной проблемы этой интеллектуальной инновационной технологии естественно возникает вопрос о степени точности восстановления в создаваемых с помощью нее моделях исследуемых эмпирических зависимостей в АСК-анализе и системе «Эйдос».

Традиционно точность восстановления зависимости оценивается дисперсиями и доверительными интервалами. В АСК-анализе *смысловым* аналогом доверительного интервала, в определенной степени, конечно, является количество информации в аргументе о значении функции. Поэтому *необходимо* исследовать соотношение смыслового содержания этих понятий: доверительного интервала и количества информации.

На математическом уровне это планируется сделать в будущем, а в данной статье отметим лишь, что *чем больше доверительный интервал, тем выше неопределенность наших знаний о значении функции, соответствующем значению аргумента, а чем он меньше, тем эта определенность выше*. Но информация и определяется как количественная мера степени снятия неопределенности. Учитывая это можно утверждать, что *чем больше доверительный интервал, тем меньше информации о значении функции, соответствующем значению аргумента мы получаем, а чем он меньше, тем это количество информации больше*. Забегая вперед, отметим, что в *частично-редуцированных* когнитивных функциях, например изображенных на рисунке 15, количество информации в зна-

чениях аргумента о значениях функции наглядно изображено шириной полосы функции, что не только по смыслу, но внешне очень сходно с доверительным интервалом. При этом отметим еще один интересный момент, который состоит в том, что если традиционный доверительный интервал при экстраполяции при удалении от эмпирических значений ко все далее отстоящим от них в будущем все время увеличивается, то в степень редукции когнитивной функции то увеличивается, то уменьшается. Это связано с тем, что *АСК-анализ и система «Эйдос» позволяют не только прогнозировать будущие события, но и прогнозировать достоверность или риски этих прогнозов* [7]⁷, т.е. прогнозировать продолжительность периодов эргодичности и точки бифуркации (качественного изменения закономерностей в моделируемой предметной области), что наглядно и отображается в такой форме.

В частности при этом при нулевом доверительном интервале **формально** получается, что мы имеем бесконечное количество информации о значении функции, но **на практике** это вообще невозможно [17] и даже в теории возможно только для отдельных точек **целых** значений аргумента и функции. При бесконечном доверительном интервале в значении аргумента функции содержится ноль информации о значении функции.

Ниже на простом численном примере мы кратко рассмотрим технологию, позволяющую на практике и в любой предметной области посчитать, какое количество информации содержится в наблюдении. В связи с ограничениями на объем статьи автор не имеет возможности полностью раскрыть все позиции на приведенных ниже скриншотах и рисунках, т.е. фактически предполагается некоторое предварительное знакомство читателя с системой «Эйдос». Если же такое знакомство недостаточно полное, то автор отсылает автора к публикациям в списке литературы и к сайту: <http://lc.kubagro.ru/>.

5. Численный пример

В АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован аппарат когнитивных функций, который может быть применен для иллюстрации варианта взвешенного метода наименьших квадратов. На важность подобных наглядных примеров также указывал А.Н. Колмогоров: «По-видимому, внедрение предлагаемых методов⁸ в практическую статистику будет облегчено, если тот же материал будет изложен более доступно и проиллюстрирован на подробно разобранных содержательных примерах» [1, 2, 19].

⁷ Подробнее об этом см., например, раздел: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/7.4.htm>.

⁸ Имеются в виду методы статистики, основанные на теории информации

Для этой цели рассмотрим численный пример, основанный на исходных данных, приведенных в работе (таблица 3) [29]⁹.

Необходимо отметить, что данные в таблице 3 достаточно *условные*, поскольку не содержат полного (адекватного) набора исходных данных, от которых зависит цена предложения квартиры (которая, кстати, в них и не содержится). В частности в таблице 3 нет числа комнат, указаны не все возможные типы домов, не учтена инфраструктура, как на сайте: http://1bezposrednikov.ru/krasnodar/kalkulyator_stoimosti/, не указано, входит ли площадь кухни в площадь квартиры, т.е. что это за площадь: общая или жилая, и т.д. Вместе с тем для целей данной статьи, т.е. для иллюстрации излагаемых в ней идей и методов, они достаточны (после некоторых корректировок, о которых сказано ниже).

Таблица 3 – Исходные данные для эконометрического моделирования¹⁰

№ наблюдения	Стоимость 1 кв.м. квартиры (руб./м ²)	Жилая площадь квартиры (м ²)	Тип дома	Наличие балкона	Площадь кухни (м ²)	Тип жилья
1	360,000	80	0	0	25	0
2	388,015	110	0	1	23	0
3	328,393	127	0	0	30	0
4	319,000	135	0	1	20	0
5	343,600	76	0	0	16	0
6	360,000	75	0	1	16	0
7	315,499	107	0	0	12	0
8	470,000	62	0	0	16	0
9	305,006	137	0	0	20	0
10	338,398	72	0	1	20	0
11	309,632	147	1	0	50	0
12	396,660	45	1	1	11,3	0
13	300,400	120	0	1	14	0
14	390,400	70	0	1	14	0
15	257,151	154	0	1	25	0
16	342,000	58	0	1	15	0
17	348,840	58	0	1	15,3	0
18	360,000	64	0	1	18	0
19	355,000	108	0	0	13	0
20	330,060	113	0	1	15	0
21	315,904	99	0	1	25	0
22	303,100	136	0	0	18	0
23	317,152	120	0	1	30	0
24	290,500	156	0	1	20	1
25	374,000	105	0	1	25	1
26	288,000	110	0	1	10,8	1
27	298,200	63	1	1	12	1
28	177,419	97	1	0	10	1
29	201,100	80	1	0	10	1
30	212,470	50	1	1	9	1
31	330,000	63	0	0	15	1
32	258,000	66	1	1	13	1
33	200,300	87	1	0	11	1
34	206,940	104	1	0	10	1
35	313,000	43	1	1	13	1

⁹ Очень хорошие описательные шкалы и градации, а также обучающую выборку можно сгенерировать с использованием калькулятора стоимости квартиры, приведенного на сайте: http://1bezposrednikov.ru/krasnodar/kalkulyator_stoimosti/.

¹⁰ Источник информации [3]: <http://www.scienceforum.ru/2014/489/626>

36	213,600	74	1	0	18	1
37	257,140	70	1	1	10	1
38	308,440	77	0	1	10,4	1
39	315,860	104	0	1	25	0
40	354,200	90	0	1	23	0
41	402,000	86	0	1	31	0
42	360,300	158	0	1	18	1
43	240,600	180	0	0	20	1
44	350,270	83	0	0	16	1
45	390,000	80	0	1	10	1
46	430,000	54	0	0	20	0
47	290,800	138	0	0	14	0
48	315,800	110	1	0	35	0
49	253,013	76	1	1	12	1
50	154,221	102	1	0	12,5	1
51	183,025	103	1	1	10,2	1
52	253,187	65	1	1	10	1
53	275,000	79	1	1	14	1
54	290,231	65	1	0	10	1
55	219,700	86	1	1	12	1
56	296,270	125	0	1	25	1
57	224,800	82	1	1	14	1
58	241,260	54	1	1	9,6	1
59	308,000	118	0	1	22,2	1
60	180,263	118	1	1	15	1
61	300,000	140	0	1	20	1
62	364,602	93	0	1	14	1
63	485,400	75	0	1	18	0
64	221,400	180	0	1	30	1
65	208,600	49	1	0	10	1
66	307,850	75	1	1	13	1
67	263,600	55	1	0	6,5	1
68	307,260	51	0	1	10	0
69	264,600	108	0	0	15	0
70	255,430	46	1	1	12	1
71	294,290	53	1	0	15	0
72	327,800	61	0	0	9	1
73	333,600	74	0	0	15	1
74	200,200	90	1	1	9	0
75	495,640	78	0	1	30	0

Факторы, от которых зависит стоимость квартиры, делятся на 2 типа:

1. Количественные:

- жилая площадь квартиры (без площади кухни)¹¹;
- площадь кухни.

2. Качественные:

- тип дома: 0 – монолитный, 1 – панельный;
- наличие балкона: 0 – нет; 1 – есть;
- тип жилья: 0 – новостройка, 1 – вторичное жилье.

В таблице 3 произведена замена числовых кодов качественных факторов на лингвистические переменные. Это обеспечивает более высокую наглядность и читаемость выходных форм, а система «Эйдос» обеспечивает такую возможность, поэтому эта замена и была произведена. Кроме того

¹¹ Нами конкретизировано, что здесь имеется в виду именно жилая площадь, а не общая. Возможны и другие варианты, но для наших целей (численной иллюстрации метода) не играет роли, какой из них выбран.

добавлена расчетная колонка «Стоимость квартиры», равная произведению стоимости одного квадратного метра квартиры на ее *общую* площадь, а общая площадь (в явном виде не указанная в таблице) равна сумме жилой площади квартиры и площади кухни.

В результате этих операций получена таблица 4, которая является исходной для ввода в систему «Эйдос» с помощью одного и ее стандартных программных интерфейсов с внешними базами данных (режим 2.3.2.2).

Таблица 4 – Исходные данные для разработки интеллектуального приложения, иллюстрирующего модификацию взвешенного метода наименьших квадратов путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в аргументе о значении функции

№ наблюдения	Стоимость квартиры (руб.)	Стоимость 1 кв.м. квартиры (руб./м ²)	Жилая площадь квартиры (м ²)	Тип дома	Наличие балкона	Площадь кухни (м ²)	Тип жилья
1	30800,000	360,000	80	монолитный	нет	25,0	новостройка
2	45211,650	388,015	110	монолитный	есть	23,0	новостройка
3	45515,911	328,393	127	монолитный	нет	30,0	новостройка
4	45765,000	319,000	135	монолитный	есть	20,0	новостройка
5	27329,600	343,600	76	монолитный	нет	16,0	новостройка
6	28200,000	360,000	75	монолитный	есть	16,0	новостройка
7	35042,393	315,499	107	монолитный	нет	12,0	новостройка
8	30132,000	470,000	62	монолитный	нет	16,0	новостройка
9	44525,822	305,006	137	монолитный	нет	20,0	новостройка
10	25804,656	338,398	72	монолитный	есть	20,0	новостройка
11	52865,904	309,632	147	панельный	нет	50,0	новостройка
12	18358,200	396,660	45	панельный	есть	11,3	новостройка
13	37728,000	300,400	120	монолитный	есть	14,0	новостройка
14	28308,000	390,400	70	монолитный	есть	14,0	новостройка
15	43451,254	257,151	154	монолитный	есть	25,0	новостройка
16	20706,000	342,000	58	монолитный	есть	15,0	новостройка
17	21120,120	348,840	58	монолитный	есть	15,3	новостройка
18	24192,000	360,000	64	монолитный	есть	18,0	новостройка
19	39744,000	355,000	108	монолитный	нет	13,0	новостройка
20	38991,780	330,060	113	монолитный	есть	15,0	новостройка
21	33749,496	315,904	99	монолитный	есть	25,0	новостройка
22	43669,600	303,100	136	монолитный	нет	18,0	новостройка
23	41658,240	317,152	120	монолитный	есть	30,0	новостройка
24	48438,000	290,500	156	монолитный	есть	20,0	вторичное жилье
25	41895,000	374,000	105	монолитный	есть	25,0	вторичное жилье
26	32868,000	288,000	110	монолитный	есть	10,8	вторичное жилье
27	19542,600	298,200	63	панельный	есть	12,0	вторичное жилье
28	18179,643	177,419	97	панельный	нет	10,0	вторичное жилье
29	16888,000	201,100	80	панельный	нет	10,0	вторичное жилье
30	11073,500	212,470	50	панельный	есть	9,0	вторичное жилье
31	21735,000	330,000	63	монолитный	нет	15,0	вторичное жилье
32	17886,000	258,000	66	панельный	есть	13,0	вторичное жилье
33	18383,100	200,300	87	панельный	нет	11,0	вторичное жилье
34	22561,760	206,940	104	панельный	нет	10,0	вторичное жилье
35	14018,000	313,000	43	панельный	есть	13,0	вторичное жилье
36	17138,400	213,600	74	панельный	нет	18,0	вторичное жилье
37	18699,800	257,140	70	панельный	есть	10,0	вторичное жилье
38	24550,680	308,440	77	монолитный	есть	10,4	вторичное жилье
39	35449,440	315,860	104	монолитный	есть	25,0	новостройка
40	33948,000	354,200	90	монолитный	есть	23,0	новостройка
41	37238,000	402,000	86	монолитный	есть	31,0	новостройка
42	59771,400	360,300	158	монолитный	есть	18,0	вторичное жилье
43	46908,000	240,600	180	монолитный	нет	20,0	вторичное жилье
44	30400,410	350,270	83	монолитный	нет	16,0	вторичное жилье
45	32000,000	390,000	80	монолитный	есть	10,0	вторичное жилье
46	24300,000	430,000	54	монолитный	нет	20,0	новостройка

47	42062,400	290,800	138	монолитный	нет	14,0	новостройка
48	38588,000	315,800	110	панельный	нет	35,0	новостройка
49	20140,988	253,013	76	панельный	есть	12,0	вторичное жилье
50	17005,542	154,221	102	панельный	нет	12,5	вторичное жилье
51	19902,175	183,025	103	панельный	есть	10,2	вторичное жилье
52	17107,155	253,187	65	панельный	есть	10,0	вторичное жилье
53	22831,000	275,000	79	панельный	есть	14,0	вторичное жилье
54	19515,015	290,231	65	панельный	нет	10,0	вторичное жилье
55	19926,200	219,700	86	панельный	есть	12,0	вторичное жилье
56	40158,750	296,270	125	монолитный	есть	25,0	вторичное жилье
57	19581,600	224,800	82	панельный	есть	14,0	вторичное жилье
58	13546,440	241,260	54	панельный	есть	9,6	вторичное жилье
59	38963,600	308,000	118	монолитный	есть	22,2	вторичное жилье
60	23041,034	180,263	118	панельный	есть	15,0	вторичное жилье
61	44800,000	300,000	140	монолитный	есть	20,0	вторичное жилье
62	35209,986	364,602	93	монолитный	есть	14,0	вторичное жилье
63	37755,000	485,400	75	монолитный	есть	18,0	новостройка
64	45252,000	221,400	180	монолитный	есть	30,0	вторичное жилье
65	10711,400	208,600	49	панельный	нет	10,0	вторичное жилье
66	24063,750	307,850	75	панельный	есть	13,0	вторичное жилье
67	14855,500	263,600	55	панельный	нет	6,5	вторичное жилье
68	16180,260	307,260	51	монолитный	есть	10,0	новостройка
69	30196,800	264,600	108	монолитный	нет	15,0	новостройка
70	12301,780	255,430	46	панельный	есть	12,0	вторичное жилье
71	16392,370	294,290	53	панельный	нет	15,0	новостройка
72	20544,800	327,800	61	монолитный	нет	9,0	вторичное жилье
73	25796,400	333,600	74	монолитный	нет	15,0	вторичное жилье
74	18828,000	200,200	90	панельный	есть	9,0	новостройка
75	40999,920	495,640	78	монолитный	есть	30,0	новостройка


По условиям задачи, рассматриваемой в данной работе в качестве численного примера применения предлагаемого метода, на основе исходных данных, приведенных в таблице 4, необходимо найти *зависимости* стоимости квартиры от всех ее характеристик, приведенных в этих исходных данных.

Для решения этой задачи прежде всего необходимо скачать и установить систему «Эйдос». Скачать систему «Эйдос-X++» (самую новую на текущий момент версию) или обновление системы до текущей версии, можно на сайте: <http://lc.kubagro.ru/> по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>. По этой ссылке всегда находится наиболее полная на данный момент незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы (не требующая инсталляции) с исходными текстами, находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 50 Мб) (инструкция).


ИНСТРУКЦИЯ

по скачиванию и установке системы «Эйдос» (объем около 50 Мб)


Система не требует инсталляции, не меняет никаких системных файлов и содержимого папок операционной системы, т.е. является портативной (portable) программой. Но чтобы она работала необходимо аккуратно выполнить следующие пункты.

1. Скачать самую новую на текущий момент версию системы «Эйдос-X++» по ссылке: <http://lc.kubagro.ru/a.rar> (ссылки для обновления системы даны в режиме 6.2)
2. Разархивировать этот архив в любую папку с правами на запись с коротким латинским именем и путем доступа, включающим только папки с такими же именами (лучше всего в корневого каталога какого-нибудь диска).
3. Запустить систему. Файл запуска: _AIDOS-X.exe
4. Задать имя: 1 и пароль: 1 (потом их можно поменять в режиме 1.2).
5. Перед тем как запустить новый режим НЕОБХОДИМО ЗАВЕРШИТЬ предыдущий


(Help можно не закрывать). Окна закрываются в порядке, обратном порядку их открытия.

* Разработана программа: «_START_AIDOS.exe», полностью снимающая с пользователя системы «Эйдос-X++» заботу о проверке наличия и скачивании обновлений. Эту программу надо просто скачать по ссылке: http://lc.kubagro.ru/Install_Aidos-X/_START_AIDOS.exe, поместить в папку с исполнимым модулем системы и всегда запускать систему с помощью этого файла.


При запуске программы _START_AIDOS.EXE система Эйдос не должна быть запущена, т.к. она содержится в файле обновлений и при его разархивировании возникнет конфликт, если система будет запущена.

1. Программа _START_AIDOS.exe определяет дату системы Эйдос в текущей папке, и дату обновлений на FTP-сервере не скачивая их, и, если система Эйдос в текущей папке устарела, скачивает обновления. (Если в текущей папке нет исполнимого модуля системы Эйдос, то программа пытается скачать полную инсталляцию системы, но не может этого сделать из-за ограниченной функциональности демо-версии библиотеки Xb2NET.DLL).

2. После этого появляется диалоговое окно с сообщением, что надо сначала разархивировать систему, заменяя все файлы (опция: «Yes to All» или «OverWrite All»), и только после этого закрыть данное окно.

3. Потом программа _START_AIDOS.exe запускает обновления на разархивирование. После окончания разархивирования окно архиватора с отображением стадии процесса исчезает.

4. После закрытия диалогового окна с инструкцией (см. п.2), происходит запуск обновленной версии системы Эйдос на исполнение.


Для работы программы _START_AIDOS.exe необходима библиотека: Xb2NET.DLL, которую можно скачать по ссылке: http://lc.kubagro.ru/Install_Aidos-X/Xb2NET.DLL. Перед первым запуском этой программы данную библиотеку необходимо скачать и поместить либо в папку с этой программой, а значит и исполнимым модулем системы «Эйдос-X++», либо в любую другую папку, на которую в операционной системе прописаны пути поиска файлов, например в папку: c:\Windows\System32\ . Эта библиотека стоит около 500\$ и у меня ее нет, поэтому я даю только бесплатную демо-версию, которая выдает сообщение об ограниченной функциональности, но для наших целей ее достаточно.

Лицензия:

Автор отказывается от какой бы то ни было ответственности за последствия применения или не применения Вами системы «Эйдос».

Проще говоря, пользуйтесь если понравилось, а если не понравилось – сотрите и забудьте, а лучше вообще не скачивайте.

Необходимо отметить, что на папку с системой у пользователя должны быть все права доступа, иначе система не сможет корректировать свои базы данных и индексные массивы, что необходимо для ее нормальной работы.

Затем записываем таблицу 4 в виде Excel-файла с именем Inp_data.xls в папку: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\Inp_data.xls и запускаем систему (файл запуска: _AIDOS-X.exe).

При запуске системы появляется окно авторизации:

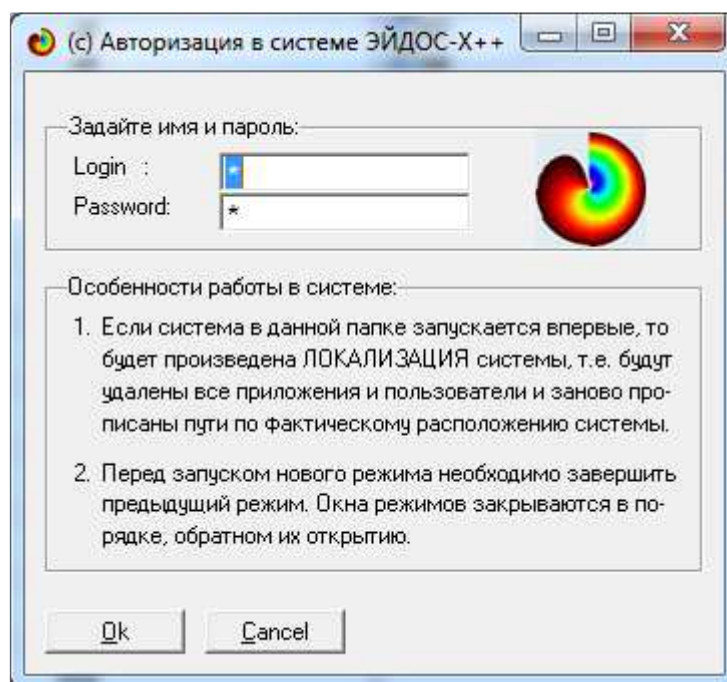


Рисунок 4. Окно авторизации системы «Эйдос»

Вводим начальные имя 1 и пароль 1, которые в последующем можно изменить в режиме 1.2.

Отметим, что система «Эйдос» является программным инструментом АСК-анализа и автоматизирует все его этапы, кроме первого:

1. Когнитивная структуризация предметной области (неформализованный этап). На этом этапе решается, что мы хотим прогнозировать и на основе чего.

2. Формализация предметной области. На этом этапе разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации, а затем с их использованием исходные данные кодируются и представляются в форме баз событий, между которыми могут быть выявлены причинно-следственные связи.

3. Синтез и верификация моделей (оценка достоверности, адекватности). Повышение качества модели. Выбор наиболее достоверной модели для решения в ней задач.

4. Решение задач идентификации и прогнозирования.

5. Решение задач принятия решений и управления.

6. Решение задач исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

На рисунке 3 приведены автоматизированные в системе «Эйдос» этапы АСК-анализа, которые обеспечивают последовательное повышение степени формализации модели путем преобразования исходных данных в информацию, а далее в знания:

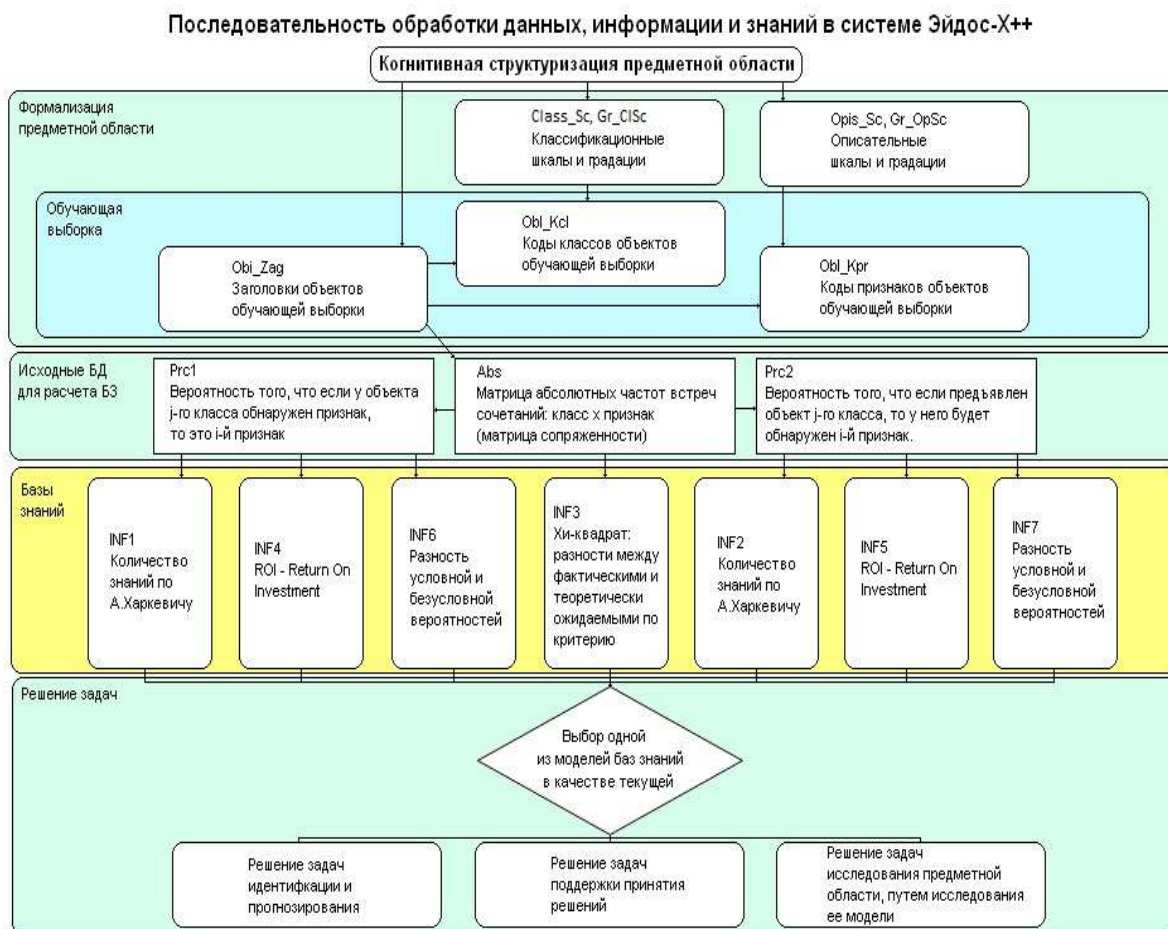


Рисунок 5. Этапы последовательного преобразования данных в информацию, а ее в знания в системе "Эйдос"

Для выполнения 2-го этапа АСК-анализа запускаем универсальный программный интерфейс ввода данных из внешних баз данных (режим 2.3.2.2) (рисунок 6):

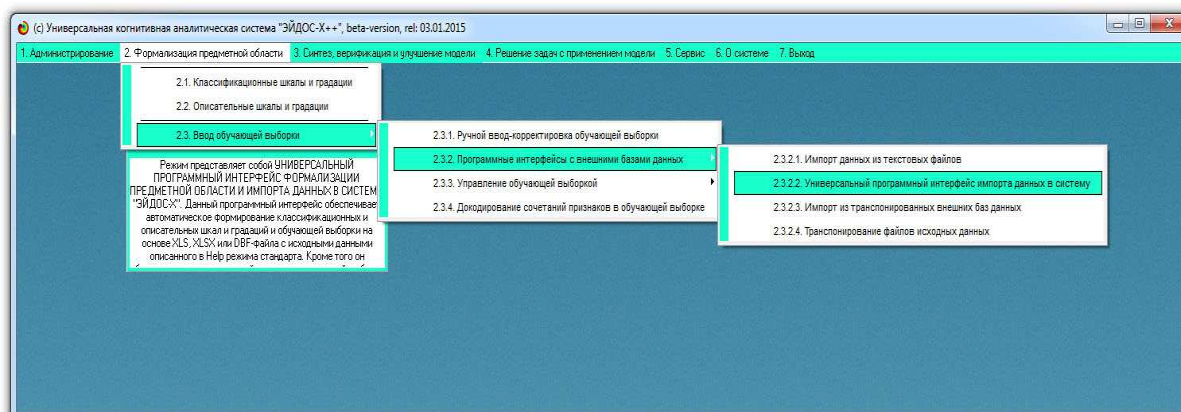


Рисунок 6. Запуск универсального программного интерфейса ввода данных из внешних баз данных

Появляется следующая экранная форма (рисунок 7):

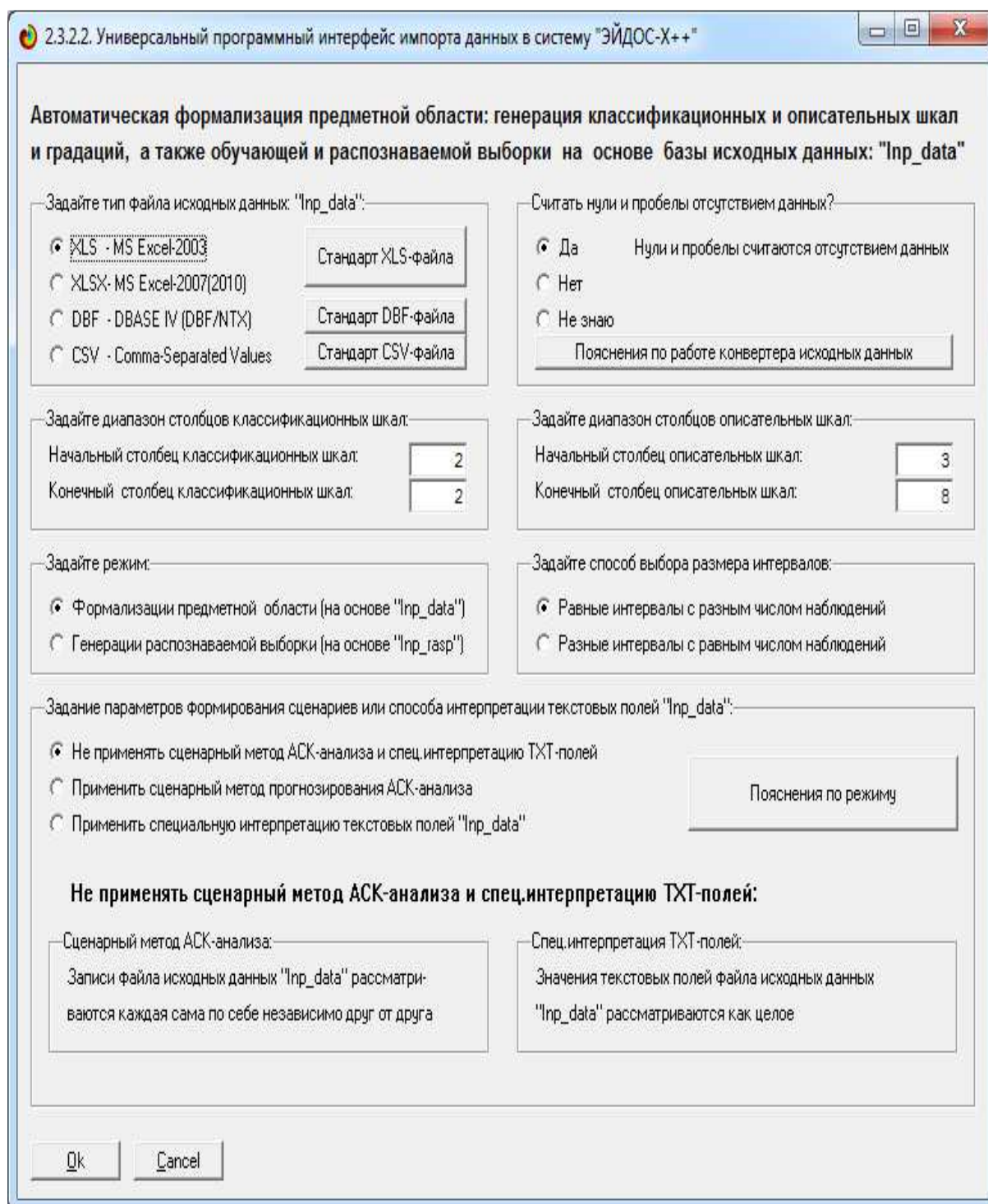


Рисунок 7. Экранная форма задания параметров универсального программного интерфейса ввода данных из внешних баз данных

На рисунке 6 показаны нужные в данном случае значения задаваемых параметров.

Help данного режима приведен на рисунке 8:



Рисунок 8. Экранная форма Help универсального программного интерфейса ввода данных из внешних баз данных

Таблица 4 соответствует требованиям системы «Эйдос» к внешним базам данных, приведенным на рисунке 8.

Если кликнуть ОК на экранной форме, приведенной на рисунке 6, то начинается автоматический процесс формализации предметной области, который начинается с конвертирования Excel-файла в dbf-файл. При этом на заднем фоне может возникнуть окно, приведенное на рисунке 9:

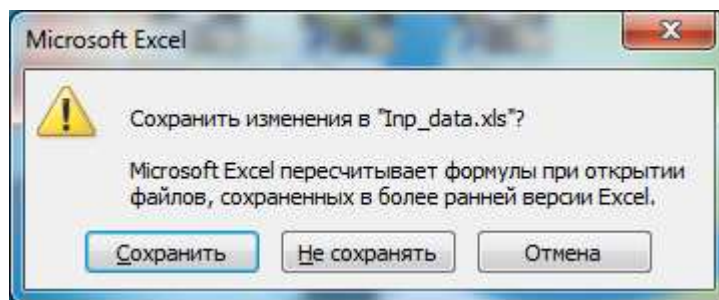


Рисунок 9. Окно на заднем фоне, возникающее при пересчете Excel-файла в процессе его преобразования в dbf-файл

Чтобы увидеть это окно надо кликнуть по иконке системы «Эйдос» на панели задач при всех свернутых окнах других приложений или их отсутствии. На этом окне можно выбрать любой вариант, кроме отмены.

Сразу же после этого система находит классификационные и описательные шкалы и градации, определяет тип данных в шкалах и отображает окно, приведенное на рисунке 10:

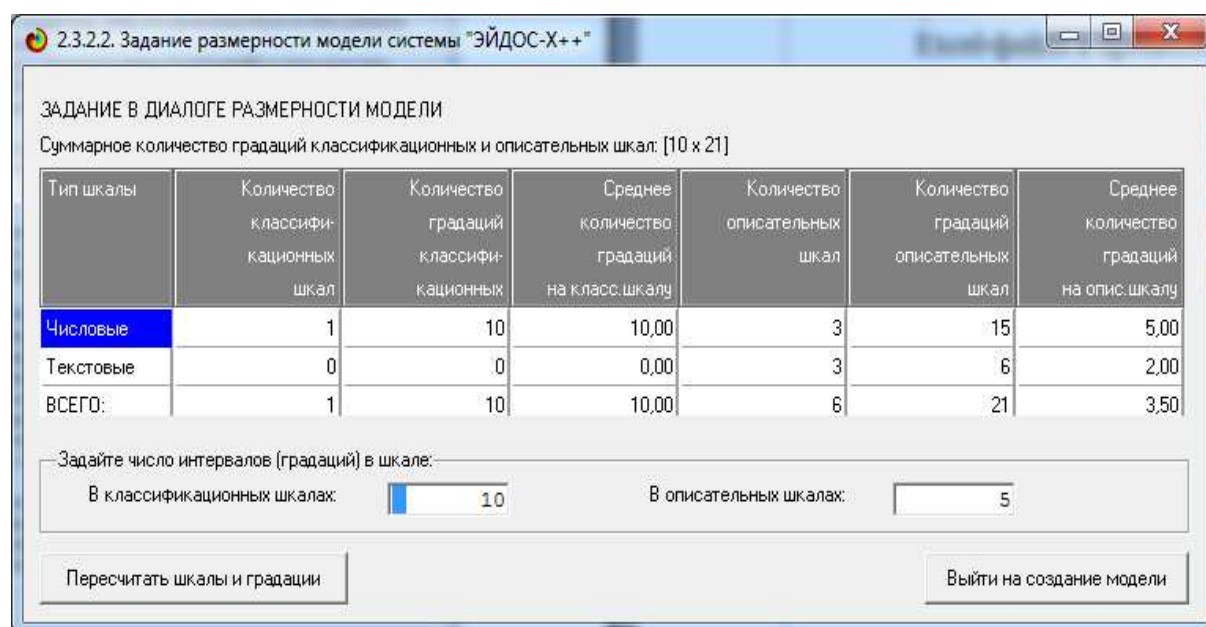


Рисунок 10. Внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса импорта данных из внешних баз данных

Если в таблице исходных данных есть числовые шкалы, то появляется возможность задать количество интервальных числовых значений (интервалов в числовых шкалах) в них отдельно для классификационных и описательных шкал. Принцип определения разумного количества интервалов такой. Если их задать очень много, то в некоторых интервалах вообще не будет данных или будет очень мало (меньше 5), что нежелательно. Если задать интервалов очень мало, то они будут очень большого размера и точность модели будет не высока. Таким образом, можно сделать такой вывод, что чем больше объем выборки, тем меньшего размера мы можем

позволить себе задавать интервалы. Но не нужно этим особенно увлекаться, т.е. если есть возможность сделать очень маленькие интервалы, но нам не нужна такая точность, то лучше делать интервалы такого размера, чтобы они обеспечили необходимую точность, но не меньшего размера. В режиме 2.3.2.2 есть возможность задавать либо равные интервалы с разным числом наблюдений, либо разные интервалы с примерно одинаковым числом измерений. Это может иметь смысл, если в исходных данных в числовых шкалах представлен широкий спектр частот, и мы не хотим терять высокочастотные гармоники, которые могут оказаться не оцифрованными при равных интервалах. Это позволяет автоматически ставить точки тем чаще, чем выше кривизна кривых, построенных на шкалах. Все эти рассуждения напоминает какие-то следствия теоремы Котельникова об отсчетах.

В данной экранной форме задаем количество интервалов в классификационных и описательных шкалах. Если оно изменяется, то необходимо кликнуть по кнопке «Пересчитать шкалы и градации», а затем, когда будет выбран окончательный вариант, выйти на создание модели.

Сразу же начинается процесс импорта данных в систему «Эйдос», этапы и прогноз времени исполнения которого отображаются на экранной форме (рисунок 11):

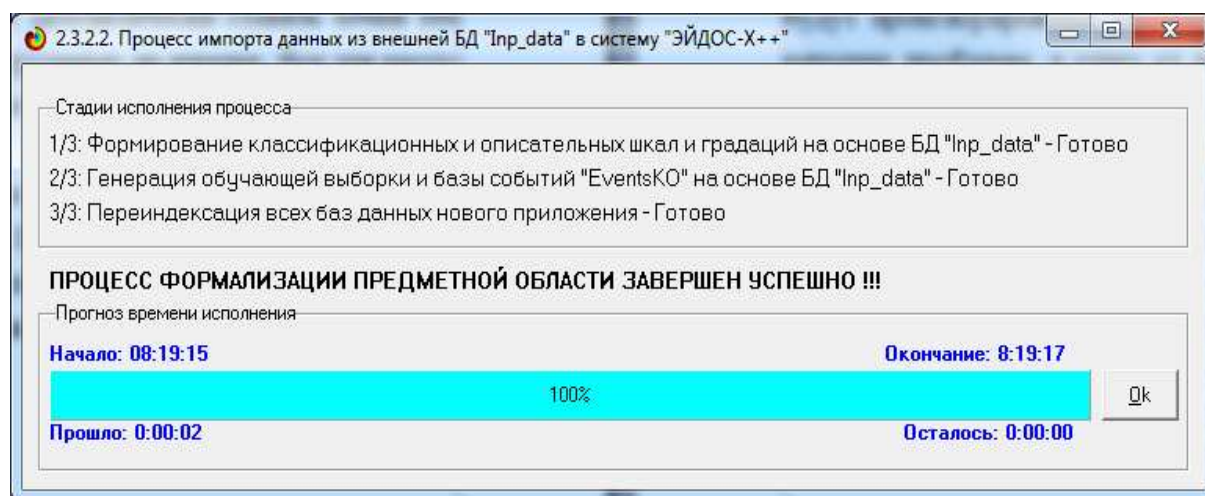


Рисунок 11. Внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса импорта данных из внешних баз данных

Затем в режиме 3.5 системы «Эйдос» с параметрами по умолчанию (рисунок 12) выполняется 3-й этап АСК-анализа, т.е. синтез и верификация модели:

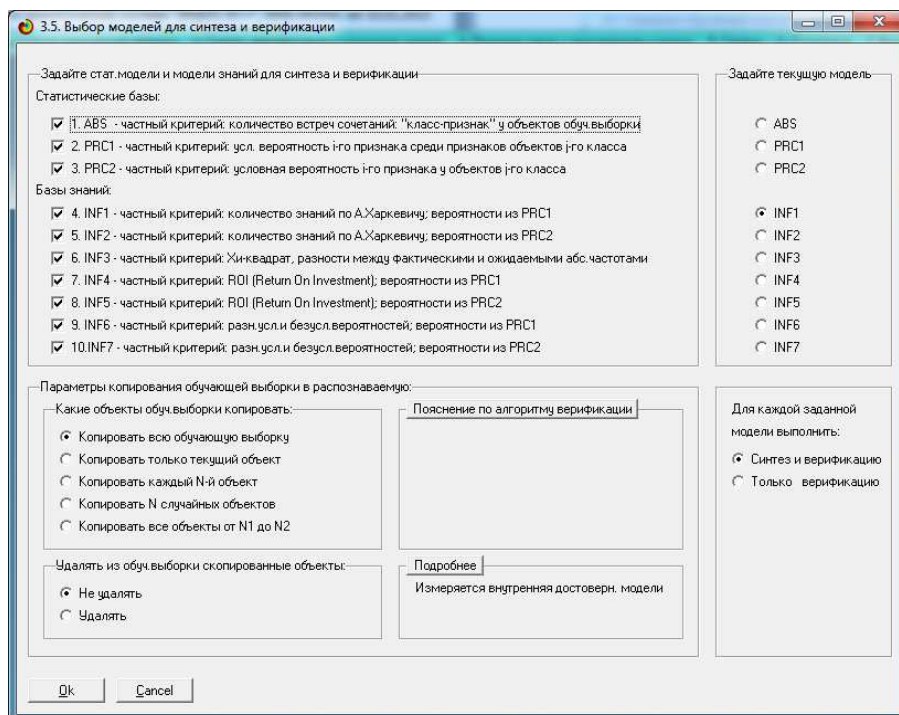


Рисунок 12. Экранная форма задания параметров режима синтеза и верификации модели системы «Эйдос»

Этапы выполнения данного режима и прогноз времени исполнения отображаются на экранной форме (рисунок 13):

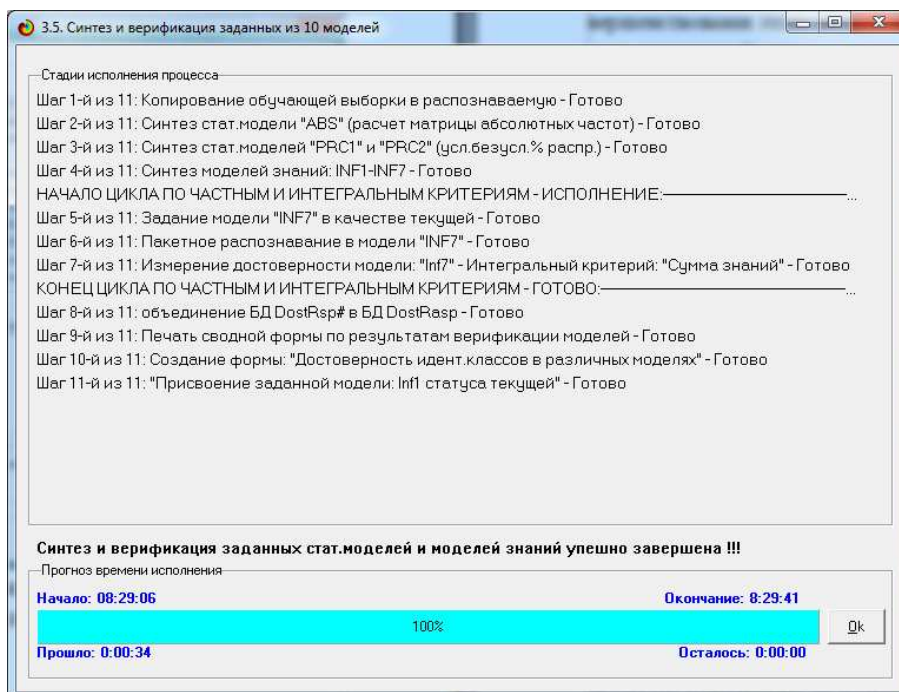


Рисунок 13. Экранная форма с отображением этапов прогнозом времени исполнения режима синтеза и верификации модели системы «Эйдос»

Перейдем теперь в режим 4.5 «Визуализация когнитивных функций» (рисунок 14):

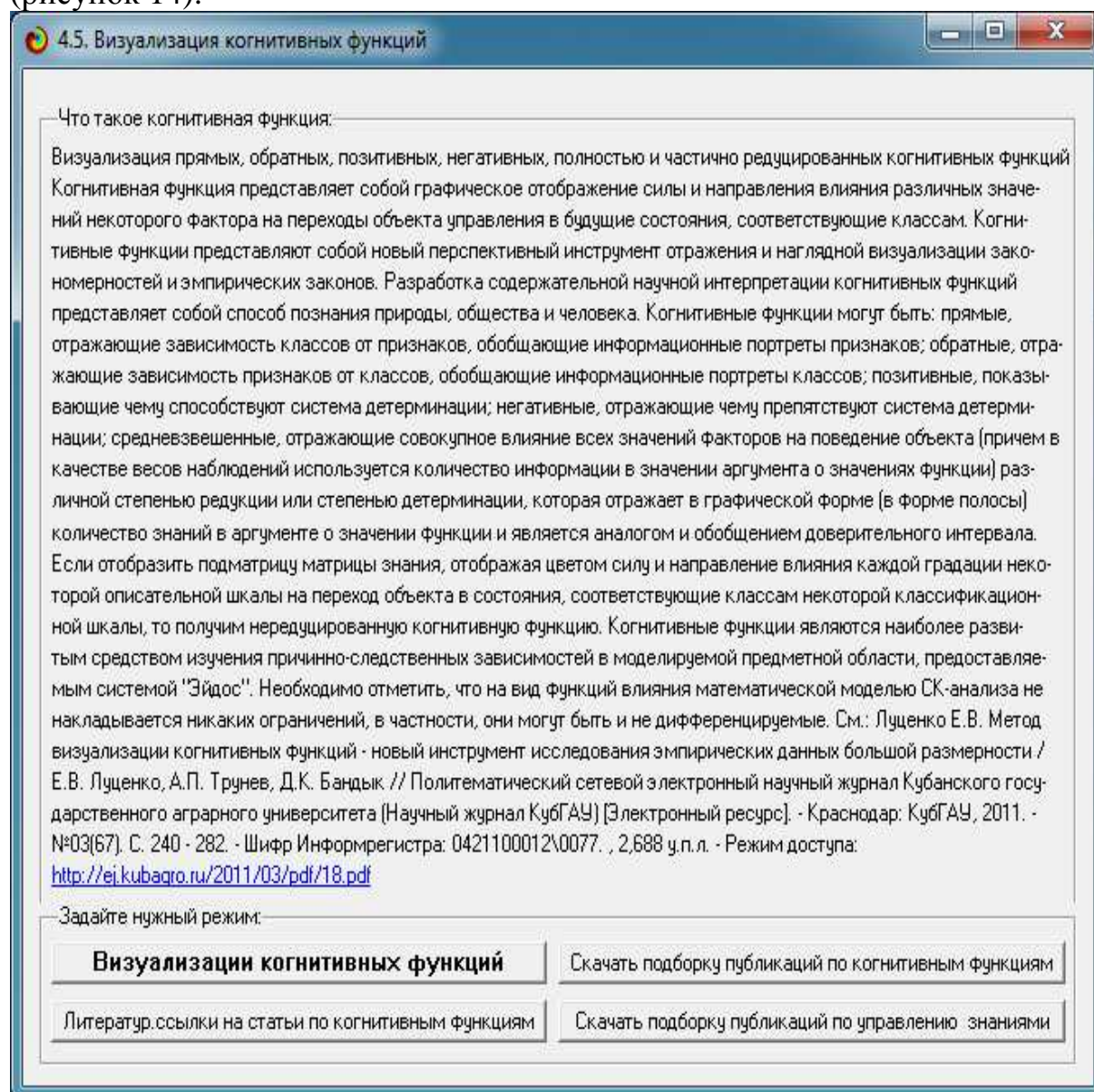


Рисунок 14. Начальная экранная форма режима визуализации когнитивных функций системы «Эйдос»

На рисунке 15 приведены визуализации когнитивной функции (КФ) зависимости стоимости квартиры от стоимости одного квадратного метра ее площади при разных способах определения и визуализации частично редуцированных когнитивных функций.

Программная реализация данного режима визуализации когнитивных функций разработан по постановке автора разработчиком интеллектуальных, графических и музыкальных систем из Белоруссии Дмитрием Константиновичем Бандык [30].

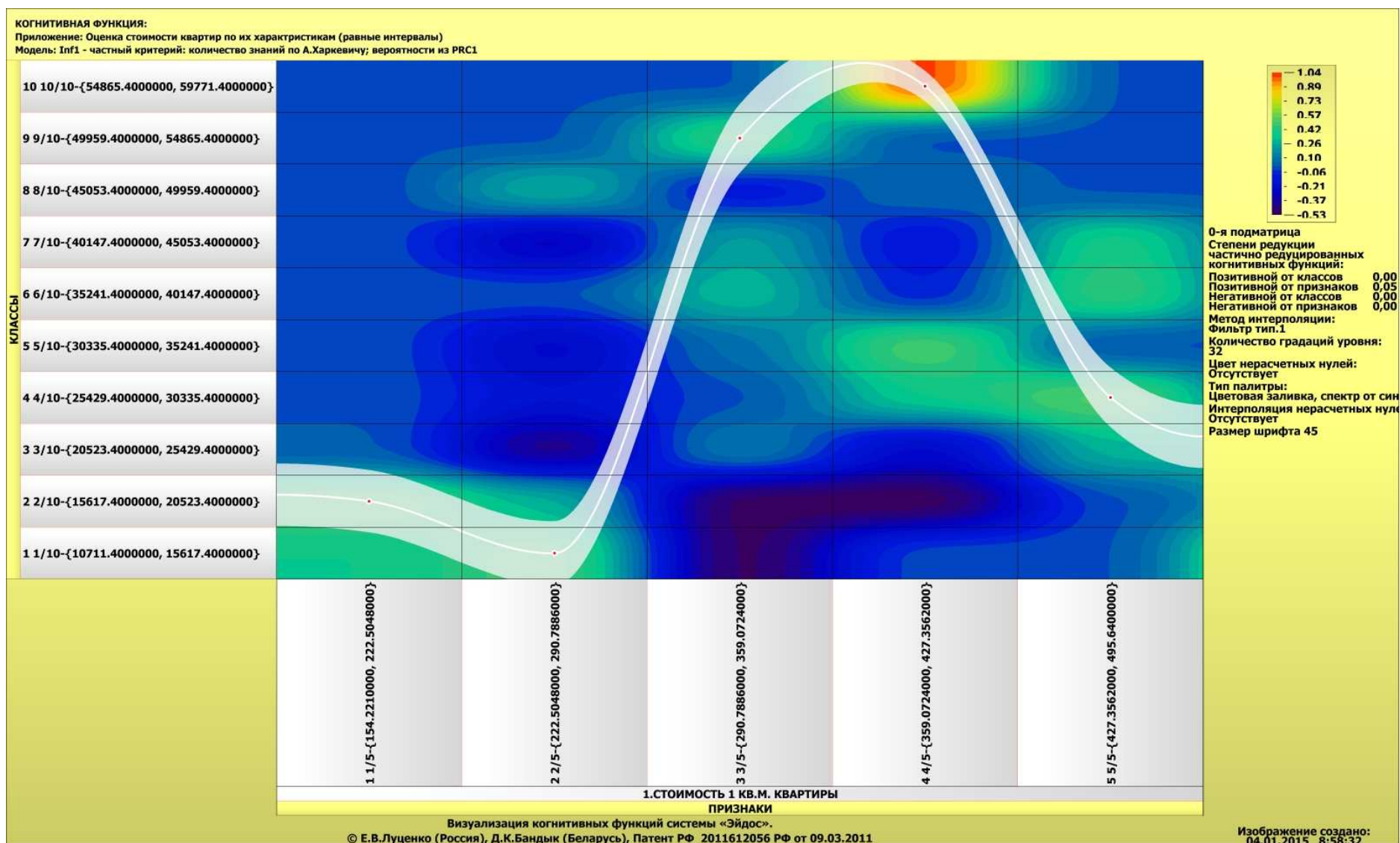


Рисунок 15-а. Визуализации когнитивной функции зависимости стоимости квартиры от стоимости 1 кв.метра: частично-редуцированная КФ проведена по значениям функции, о которых в аргументе содержится максимальное количество информации

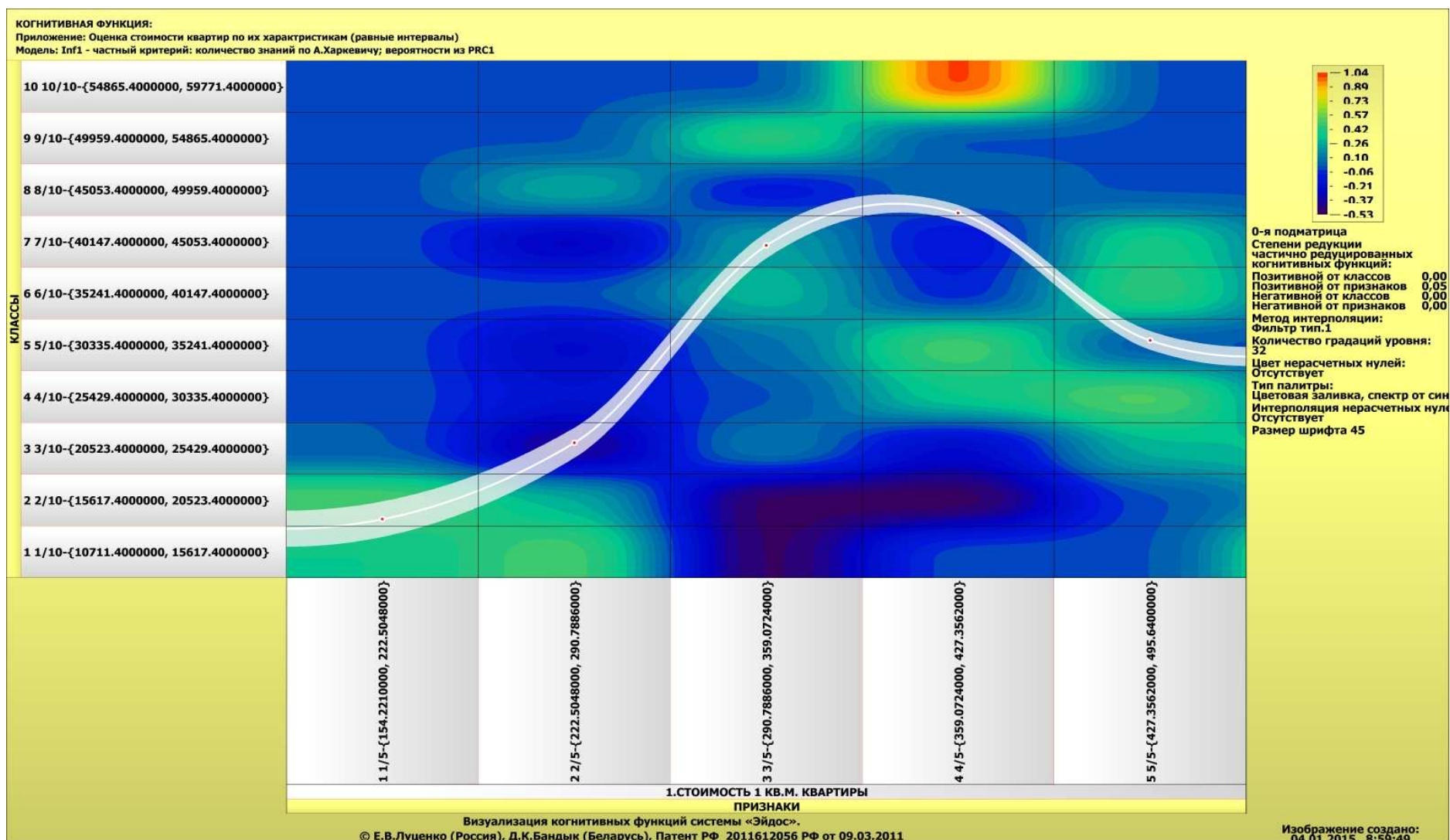


Рисунок 15-б. Визуализации когнитивной функции зависимости стоимости квартиры от стоимости 1 кв.метра: частично-редуцированная КФ проведена по точкам, полученным путем применения предложенной модификации взвешенного метода наименьших квадратов, в котором в качестве весов наблюдений используется количество информации в аргументе о значении функции.

При этом применены настройки параметров отображения когнитивных функций, приведенные, приведенные на рисунке 16:

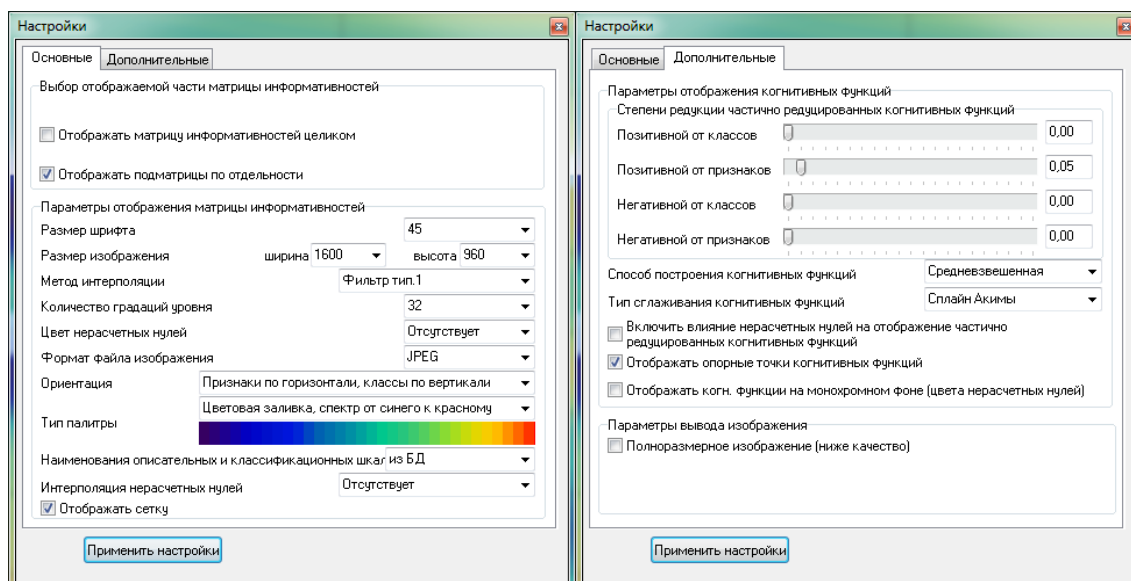


Рисунок 16. Настройки параметров отображения когнитивных функций в режиме 4.5 системы «Эйдос»

Из рисунка 15 мы видим, что у дешевых квартир минимальная стоимость 1 кв.метра, а максимальной она вопреки ожиданиям является у просто дорогих квартир, а не у самых дорогих.

По осям координат приведены интервальные числовые значения:

- по оси X: стоимости 1 квадратного метра жилья;
- по оси Y: стоимости квартиры.

Графики оцененной зависимости, полученные с помощью предложенной модификации взвешенного метода наименьших квадратов, основанного на применении в качестве весов наблюдений количества информации в аргументе о значении функции, будут приведены ниже.

Естественно возникает вопрос о степени точности восстановления исследуемых эмпирических зависимостей в моделях, созданных с применением АСК-анализе и системе «Эйдос».

Традиционно точность восстановления зависимости оценивается дисперсиями и доверительным интервалами. В АСК-анализе **смысловым** аналогом доверительного интервала, в определенной степени, конечно, является количество информации в аргументе о значении функции. Поэтому **необходимо** исследовать соотношение смыслового содержания этих понятий: доверительного интервала и количества информации.

На математическом уровне это планируется сделать в будущем, а в данной статье отметим лишь, что **чем больше доверительный интервал,**

тем выше неопределенность наших знаний о значении функции, соответствующем значению аргумента, а чем он меньше, тем эта определенность выше. Но информация и определяется как количественная мера степени снятия неопределенности. Учитывая это можно утверждать, что *чем больше доверительный интервал, тем меньше информации о значении функции, соответствующем значению аргумента мы получаем, а чем он меньше, тем это количество информации больше.* Забегая вперед, отметим, что в *частично-редуцированных* когнитивных функциях, например изображенных на рисунке 15, количество информации в значениях аргумента о значениях функции наглядно изображено шириной полосы функции, что не только по смыслу, но внешне очень сходно с доверительным интервалом. При этом отметим еще один интересный момент, который состоит в том, что если традиционный доверительный интервал при экстраполяции при удалении от эмпирических значений ко все более отстоящим от них в будущем все время увеличивается, то в степень редукции когнитивной функции то увеличивается, то уменьшается. Это связано с тем, что *АСК-анализ и система «Эйдос» позволяют не только прогнозировать будущие события, но и прогнозировать достоверность или риски этих прогнозов* [7]¹², т.е. прогнозировать продолжительность периодов эргодичности и точки бифуркации (качественного изменения закономерностей в моделируемой предметной области), что наглядно и отображается в такой форме.

В частности при этом при нулевом доверительном интервале **формально** получается, что мы имеем бесконечное количество информации о значении функции, но **на практике** это вообще невозможно [17] и даже в теории возможно только для отдельных точек **целых** значений аргумента и функции. При бесконечном доверительном интервале в значении аргумента функции содержится ноль информации о значении функции.

Когнитивные функции, приведенные на рисунке 15, получены на основе модели знаний, основанной на мере А.Харкевича, в которой учтены все переменные, т.е. факторы или описательные шкалы модели и отражено их взаимное влияние друг на друга и выходные параметры. Это влияние отражено в результатах кластерно-конструктивного анализа, отображенных в форме семантических сетей на рисунках 17 и 18:

¹² Подробнее об этом см., например, раздел: <http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/7.4.htm>.

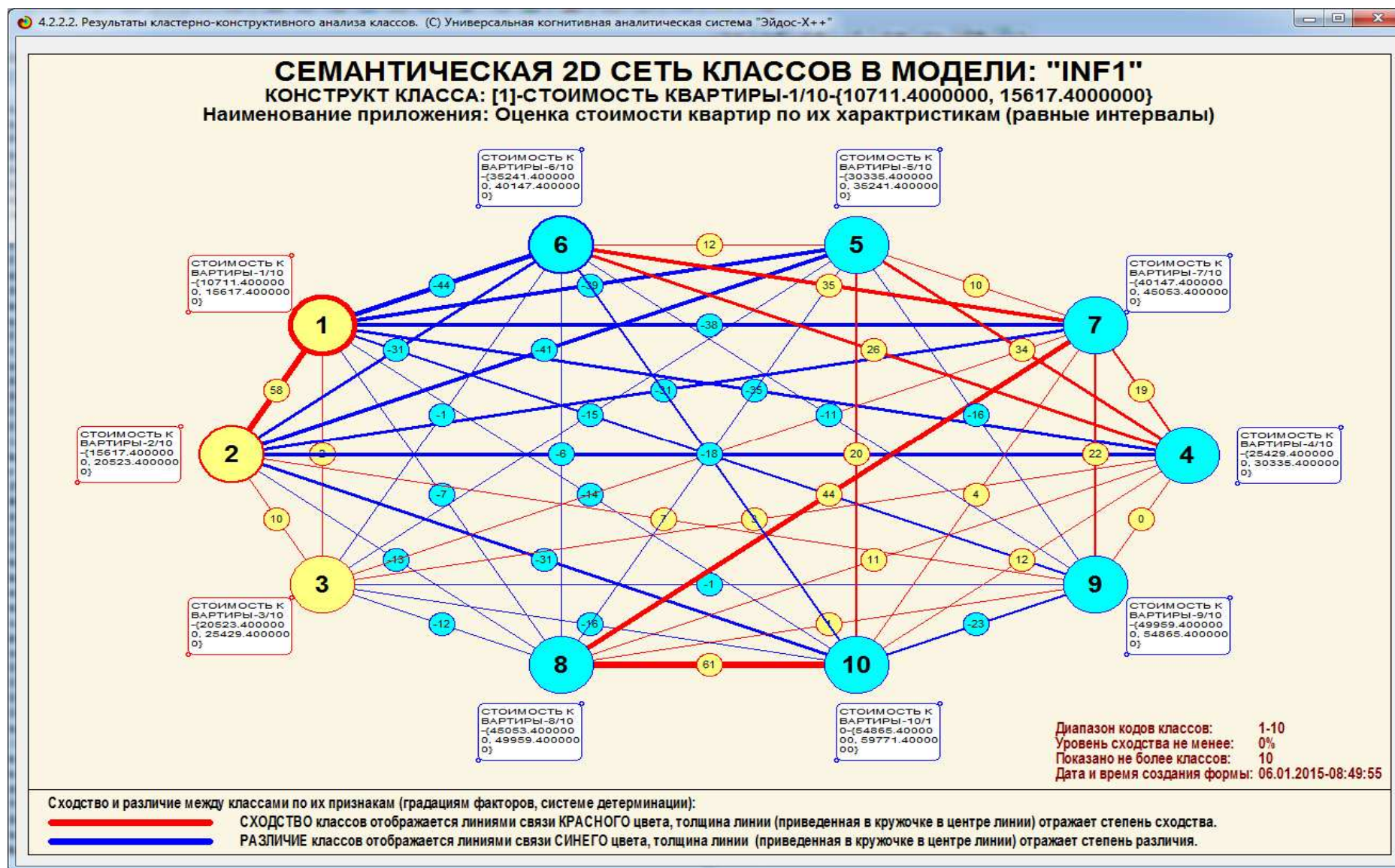


Рисунок 17. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов, т.е. их сходство и различие по системе детерминации

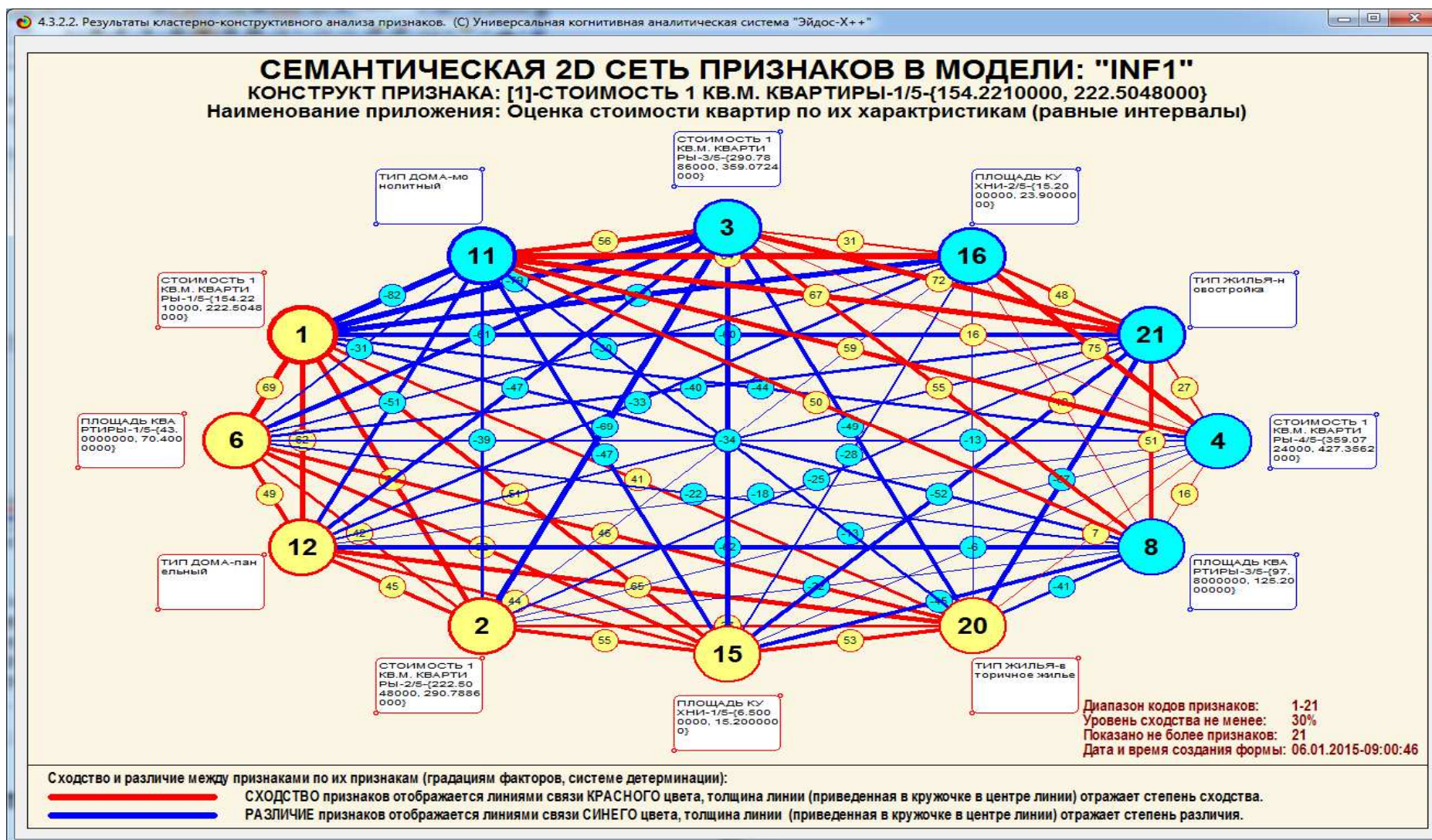


Рисунок 18. Результаты кластерно-конструктивного анализа значений факторов, т.е. их сходство и различие по классам, принадлежность и не принадлежность к которым они обуславливают

Итак, из рисунка 17 мы видим, что классификационные шкалы, являющиеся осями в когнитивном пространстве классов, зависят друг от друга, т.е. неортонормированны. Из рисунка 18 мы видим, что описательные шкалы (факторы), являющиеся осями в когнитивном пространстве факторов, также зависят друг от друга, т.е. неортонормированны.

Таким образом, когнитивное (фазовое) пространство модели знаний системы «Эйдос» является неортонормированным, а модель, следовательно, является нелинейной. Поэтому очень важно, что в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется неметрический интегральный критерий, не основанный на предположении об ортонормированности пространства [7].

Рассмотрим теперь применение предложенной модификации взвешенного метода наименьших квадратов, в котором в качестве весов наблюдений используется количество информации в аргументе о значении функции. Для этой цели разработан режим 4.6 «Подготовка баз данных для визуализации когнитивных функций в MS Excel».

При разработке этого режима использованы следующие *идеи*.

1. MS Excel (особенно версии начиная с 2007) обладает очень удобными средствами регрессионного анализа, использующими *стандартный* метод наименьших квадратов, которые целесообразно использовать.

2. Однако, поскольку MS Excel в регрессионном анализе использует лишь *стандартный* метод наименьших квадратов, в котором все наблюдения имеют одинаковый (единичный) вес, то предлагается отражать вес наблюдения количеством точек.

3. Поскольку вес наблюдения в предлагаемой нами модификации взвешенного метода наименьших квадратов равен количеству информации в аргументе о значении функции, то для того, чтобы посчитать это количество точек для каждого наблюдения необходимо приписать точке определенное количество информации.

4. Это можно сделать расчетным путем для каждого наблюдения зная количество информации в данном наблюдении и количество точек в наблюдении с максимальным количеством информации. Количество информации в данном наблюдении определяется при синтезе и верификации моделей в системе «Эйдос», а количество точек в наблюдении с максимальным количеством информации необходимо задать в диалоге.

5. Если для каждого наблюдения все точки, количество которых отражает количество информации в данном наблюдении, отображать с их точными координатами, то они все попадают в одну точку на изображении. Чтобы было видно, сколько этих точек в данном наблюдении предлагается задавать небольшое случайное рассеяние этих точек вокруг точки с точными значениями координат. Величину этого рассеяния можно задавать в диалоге в процентах от диапазона значений описательной и классификационной шкалы отображаемой подматрицы.

6. Стандартный режим регрессионного анализа MS Excel будет строит регрессии с учетом всех точек каждого наблюдения, сгенерированных в количестве, пропорциональном количеству информации в этом наблюдении. Поэтому полученная регрессия будет соответствовать предлагаемой модификации взвешенного метода наименьших квадратов.

При запуске режима 4.6 «Подготовка баз данных для визуализации когнитивных функций в MS Excel» отображается окно настройки параметров (рисунок 19):

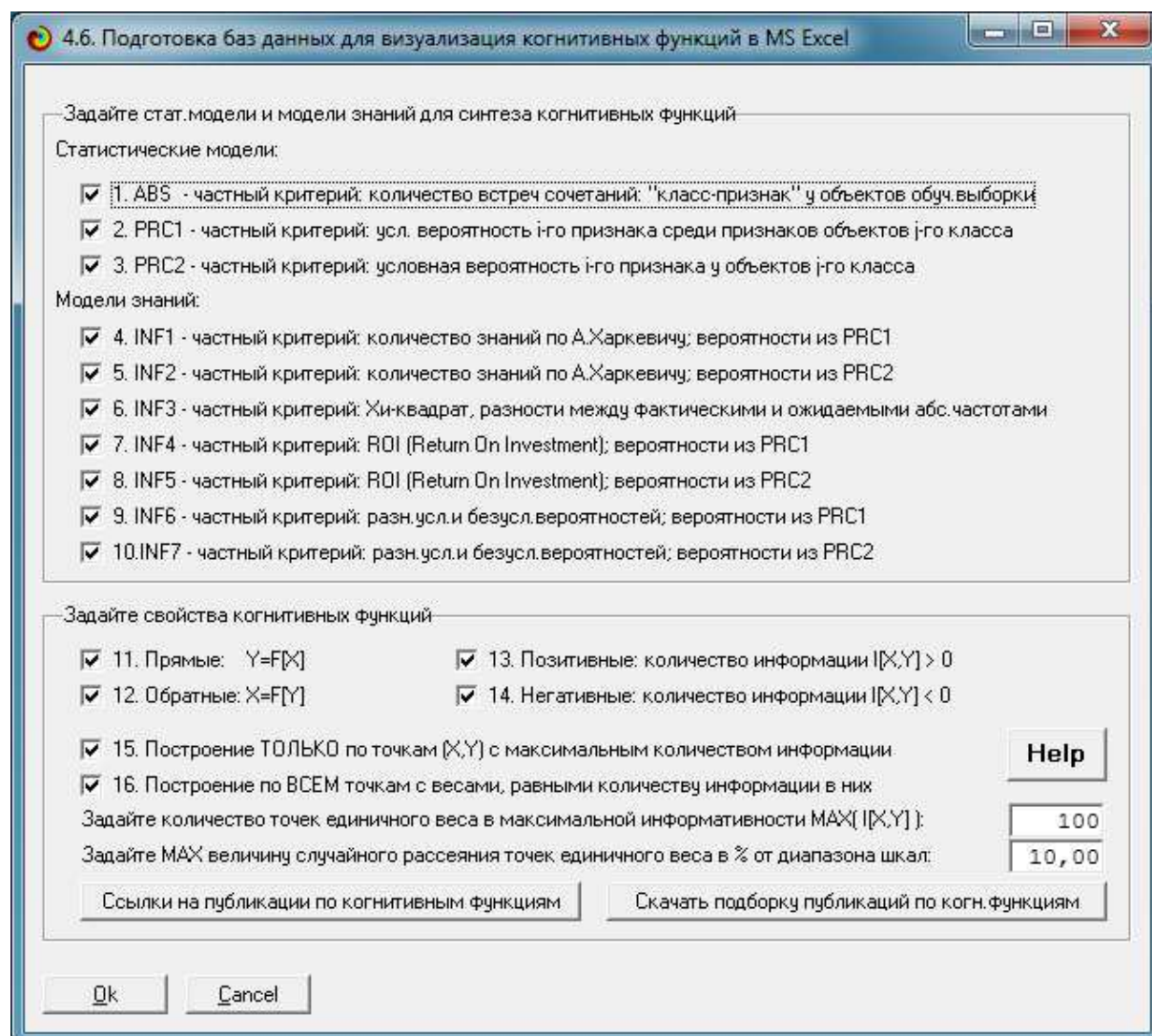


Рисунок 19. Настройки параметров создаваемых баз данных для визуализации когнитивных функций в режиме 4.6 системы «Эйдос»

Выполняется этот режим довольно быстро (несколько секунд), т.к. его алгоритм сводится к выборкам данных из ранее посчитанных статистических баз и баз знаний, представленных в системе «Эйдос» в нечеткой декларативной форме. Если бы в системе «Эйдос» использовалась четкая процедурная модель представления знаний, при котором генерация знаний производилась бы с различными степенями нечеткости непосредственно

перед их использованием, то данный режим работал бы на много порядков медленнее и был бы непригоден для реального практического применения.

По окончании работы режима выводится экранная форма, представленная на рисунке 20:

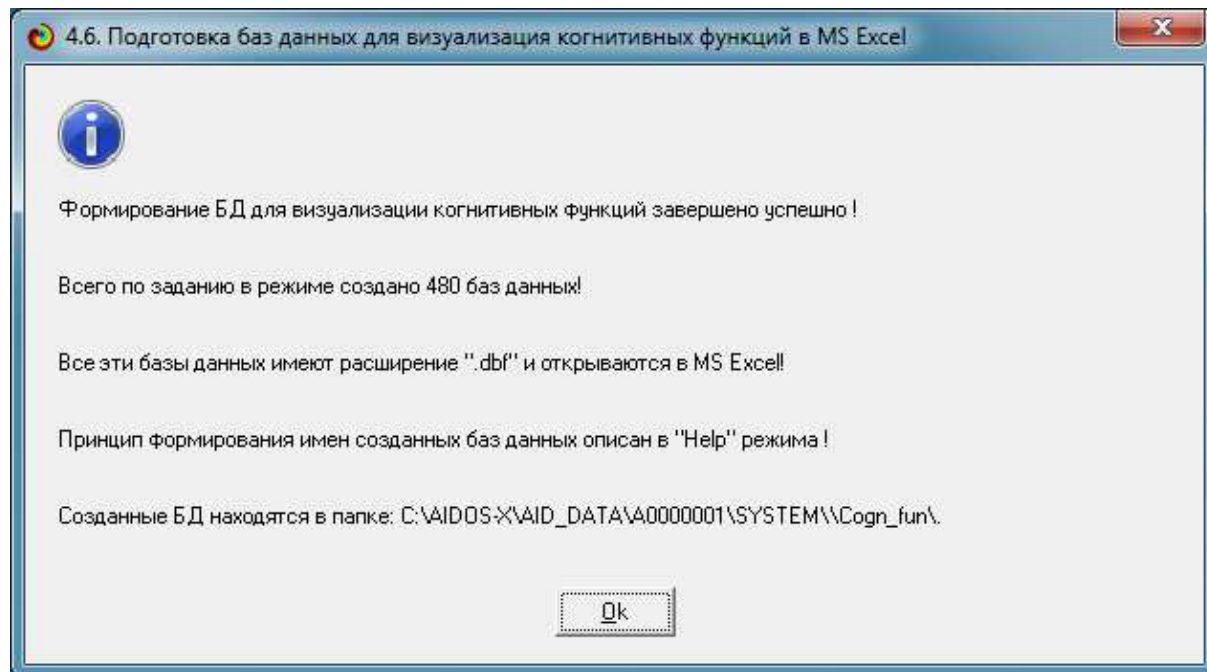


Рисунок 20. Экранная форма, отображаемая по окончании выполнения режима 4.6 системы «Эйдос»

В результате работы режима 4.6 формируются базы данных для визуализации редуцированных когнитивных функций, имена которых формируются способом, который поясняет таблица 5.

На рисунке 18 приведен скриншот, на котором показано содержимое папки: `..\AID_DATA\A#####\System\Cogn_fun\` с базами данных для визуализации когнитивных функций и регрессий, созданных в режиме 4.6 в соответствии с параметрами, приведенными на рисунке 16.

Из всех созданных баз данных рассмотрим только те, которые позволяют отобразить те же подматрицы баз знаний (сочетания классификационных и описательных шкал), что и на рисунке 15, это базы данных с именами:

- Inf1-Y(X)-Pos-One_point-1-1.dbf;
- Inf1-Y(X)-Pos-All_points-1-1.dbf.

Таблица 5 – Виды и имена баз данных для визуализации когнитивных функций, формируемые в режиме 4.6

Прямые и обратные	Позитивные и негативные	Построенные по точкам с максимальным количеством информации или по ВСЕМ точкам с весами, равными количеству информации в них	Имена баз данных для визуализации КФ в MS Excel
Прямые: $Y=F[X]$	Позитивные: количество информации $I[X,Y] > 0$	Построение ТОЛЬКО по точкам (X,Y) с максимальным количеством информации	КФ-1: #####-Y(X)-Pos-One_point-##-##.dbf
		Построение по ВСЕМ точкам с весами, равными количеству информации в них	КФ-2: #####-Y(X)-Pos-All_points-##-##.dbf
	Негативные: количество информации $I[X,Y] < 0$	Построение ТОЛЬКО по точкам (X,Y) с максимальным количеством информации	КФ-3: #####-Y(X)-Neg-One_point-##-##.dbf
		Построение по ВСЕМ точкам с весами, равными количеству информации в них	КФ-4: #####-Y(X)-Neg-All_points-##-##.dbf
Обратные: $X=F[Y]$	Позитивные: количество информации $I[X,Y] > 0$	Построение ТОЛЬКО по точкам (X,Y) с максимальным количеством информации	КФ-5: #####-X(Y)-Pos-One_point-##-##.dbf
		Построение по ВСЕМ точкам с весами, равными количеству информации в них	КФ-6: #####-X(Y)-Pos-All_points-##-##.dbf
	Негативные: количество информации $I[X,Y] < 0$	Построение ТОЛЬКО по точкам (X,Y) с максимальным количеством информации	КФ-7: #####-X(Y)-Neg-One_point-##-##.dbf
		Построение по ВСЕМ точкам с весами, равными количеству информации в них	КФ-8: #####-X(Y)-Neg-All_points-##-##.dbf

Эти базы данных формируются для всех моделей (в начале имен БД наименования моделей): {**Abs, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7**} и для всех сочетаний классификационных и описательных шкал (в конце имен БД коды шкал) и записываются в папку: `..\AID_DATA\A#####\System\Cogn_fun\`.

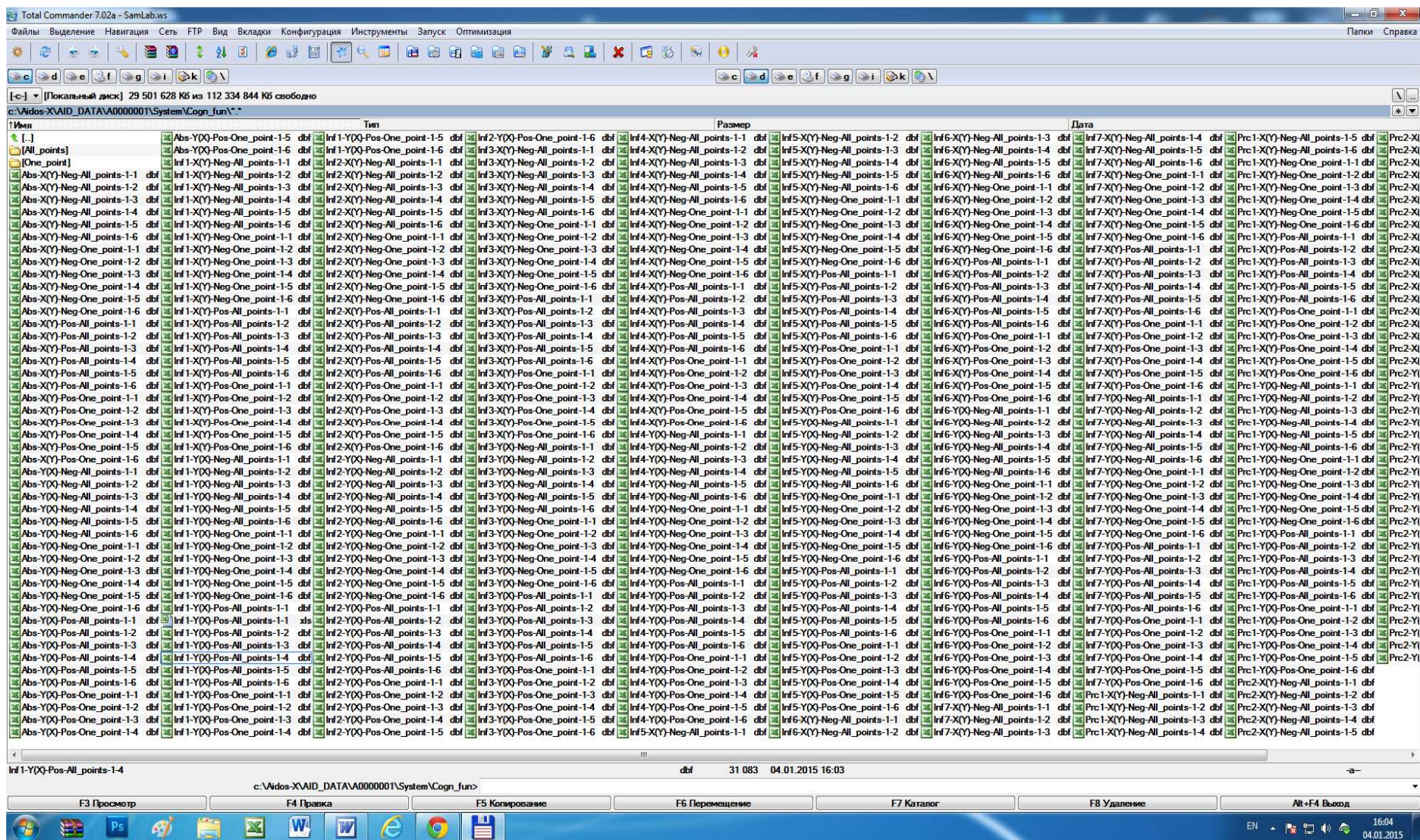


Рисунок 21. Скриншот, на котором показано содержимое папки: ..\AID_DATA\A#####\System\Cogn_fun\ с базами данных для визуализации когнитивных функций и регрессий, созданных в режиме 4.6 в соответствии с параметрами, приведенными на рисунке 19

В таблице 6 приведена база данных Inf1-Y(X)-Pos-One_point-1-1.dbf, а в таблице 7 – фрагмент базы данных Inf1-Y(X)-Pos-All_points-1-1.dbf.

Таблица 6 – База данных «Inf1-Y(X)-Pos-One_point-1-1.dbf» для визуализации когнитивных функций по точкам с максимальным количеством информации в наблюдениях

Наименование градации описательной шкалы	Наименование градации классификационной шкалы	Градация опис.шкалы	Градация класс.шкалы
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	188,3629000	18070,4000000
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	256,6467000	13164,4000000
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	9/10-{49959.4000000, 54865.4000000}	324,9305000	52412,4000000
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	393,2143000	57318,4000000
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	461,4981000	27882,4000000

Таблица 7 – База данных «Inf1-Y(X)-Pos-All_points-1-1.dbf» для визуализации когнитивных функций по всем наблюдениям с весами, равными количеству информации в наблюдениях (пример, когда макс. количество информации отражено 10 точками)

Наименование градации описательной шкалы	Наименование градации классификационной шкалы	Градация опис.шкалы	Градация класс.шкалы	№ точки	Кол-во Информации (бит)
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	181,3450917	13836,3479983	1	0,3555752
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	184,1479638	11120,4317504	2	0,3555752
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	214,2460175	13164,3999991	3	0,3555752
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	194,2899689	19021,1910145	1	0,5120035
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	177,4300036	18394,0312272	2	0,5120035
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	186,5090552	17059,1910253	3	0,5120035
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	190,7028171	16524,8359564	4	0,5120035
1/5-{154.2210000, 222.5048000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	215,2246262	18070,3999972	5	0,5120035
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	263,1092915	15879,1332606	1	0,4982368
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	239,6950459	15189,3525096	2	0,4982368
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	238,4616221	12770,1180014	3	0,4982368
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	261,9259384	11842,9811896	4	0,4982368
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	1/10-{10711.4000000, 15617.4000000}	266,1218665	13164,3999952	5	0,4982368
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	249,5484524	19604,3972972	1	0,2777635
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	248,3602013	15067,0561877	2	0,2777635
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	2/10-{15617.4000000, 20523.4000000}	282,0905272	18070,3999955	3	0,2777635
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	8/10-{45053.4000000, 49959.4000000}	244,8125363	50085,6627054	1	0,2777635
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	8/10-{45053.4000000, 49959.4000000}	246,2892018	45281,3162081	2	0,2777635
2/5-{222.5048000, 290.7886000}	8/10-{45053.4000000, 49959.4000000}	267,2780252	47506,3999981	3	0,2777635
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	3/10-{20523.4000000, 25429.4000000}	330,3995391	22976,3999957	1	0,1335549
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	5/10-{30335.4000000, 35241.4000000}	336,2903636	32788,3999976	1	0,0862421
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	311,5579867	38177,8804718	1	0,3067154
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	322,0267662	34029,3776279	2	0,3067154
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	345,0736688	37694,3999979	3	0,3067154
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	7/10-{40147.4000000, 45053.4000000}	303,6228369	42600,4000020	1	0,2426704
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	7/10-{40147.4000000, 45053.4000000}	351,0653550	42600,3999999	2	0,2426704
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	9/10-{49959.4000000, 54865.4000000}	324,9305000	55754,6396374	1	0,4631437
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	9/10-{49959.4000000, 54865.4000000}	318,2936322	52412,4000015	2	0,4631437
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	9/10-{49959.4000000, 54865.4000000}	324,9305000	48191,0420545	3	0,4631437
3/5-{290.7886000, 359.0724000}	9/10-{49959.4000000, 54865.4000000}	333,6471197	52412,3999997	4	0,4631437
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	387,1796851	31381,3608947	1	0,3625915
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	385,3991840	27427,9773700	2	0,3625915
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	408,7770130	27882,3999987	3	0,3625915
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	5/10-{30335.4000000, 35241.4000000}	397,3995679	33782,5078177	1	0,5104565
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	5/10-{30335.4000000, 35241.4000000}	382,6745617	33842,3004182	2	0,5104565
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	5/10-{30335.4000000, 35241.4000000}	373,9232543	31680,3234310	3	0,5104565
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	5/10-{30335.4000000, 35241.4000000}	396,2378521	31184,3967189	4	0,5104565
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	5/10-{30335.4000000, 35241.4000000}	394,3929650	32788,3999992	5	0,5104565
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	8/10-{45053.4000000, 49959.4000000}	407,4816485	47506,3999964	1	0,0695099
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	395,3594729	58358,6771743	1	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	399,7423185	58346,4692167	2	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	390,3208291	58284,1852927	3	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	386,6324428	58108,7857112	4	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	368,9816470	57318,4000001	5	1,0437864

4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	378,8259286	56283,9047843	6	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	387,5061798	54242,0098802	7	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	401,1296802	56338,7738351	8	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	411,7426326	54808,1590574	9	1,0437864
4/5-{359.0724000, 427.3562000}	10/10-{54865.4000000, 59771.4000000}	414,4819519	57318,3999978	10	1,0437864
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	3/10-{20523.4000000, 25429.4000000}	452,2921759	26071,3518690	1	0,2899832
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	3/10-{20523.4000000, 25429.4000000}	459,3299898	21906,1611866	2	0,2899832
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	3/10-{20523.4000000, 25429.4000000}	465,1941402	22976,3999955	3	0,2899832
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	467,8300951	28755,7846561	1	0,5357519
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	458,4054364	28646,9649134	2	0,5357519
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	443,7581067	27314,1840382	3	0,5357519
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	466,2508313	24877,3928943	4	0,5357519
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	4/10-{25429.4000000, 30335.4000000}	466,8937851	27882,3999948	5	0,5357519
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	461,4981000	39595,7426313	1	0,4631437
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	440,8689611	37694,4000022	2	0,4631437
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	461,4981000	33375,7515244	3	0,4631437
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	6/10-{35241.4000000, 40147.4000000}	472,2978060	37694,3999977	4	0,4631437
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	7/10-{40147.4000000, 45053.4000000}	461,4981000	44621,2671468	1	0,3990987
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	7/10-{40147.4000000, 45053.4000000}	455,0021052	42600,4000026	2	0,3990987
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	7/10-{40147.4000000, 45053.4000000}	461,4981000	39932,4565020	3	0,3990987
5/5-{427.3562000, 495.6400000}	7/10-{40147.4000000, 45053.4000000}	468,1049593	42600,3999976	4	0,3990987

Стандартными средствами MS Excel на основе таблиц 6 и 7 построены регрессии, изображенные на рисунке 22.

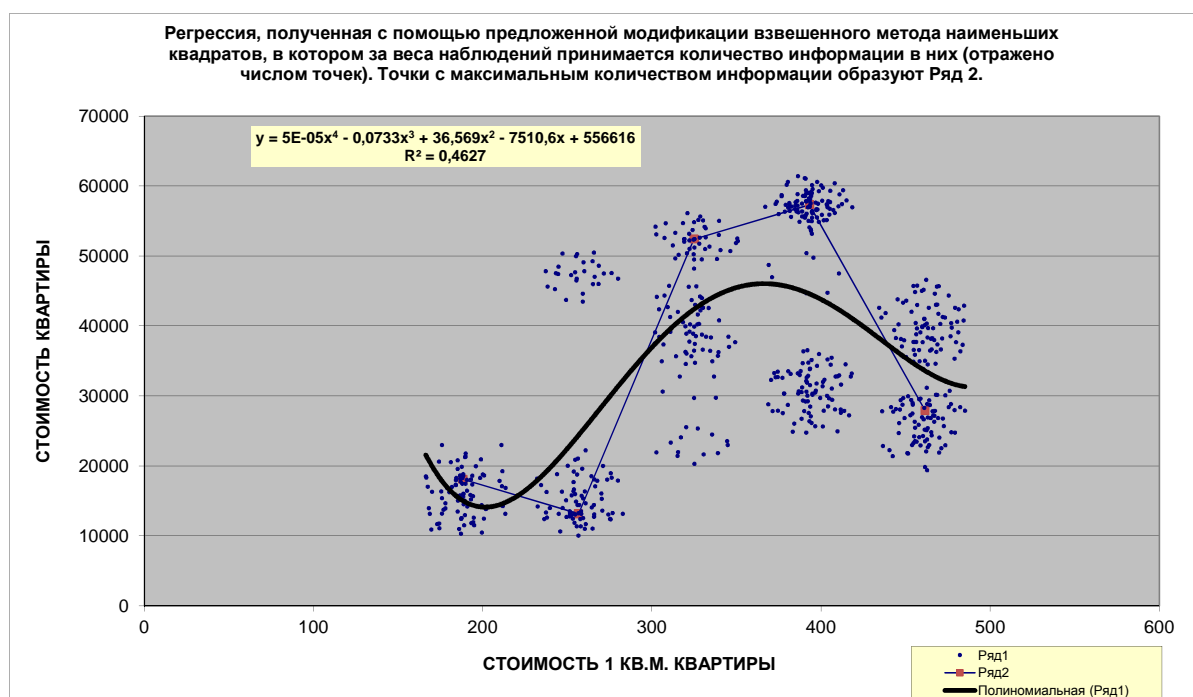


Рисунок 22. Регрессия, построенная на основе всех наблюдений с учетом количества информации в них (в ряду 2 показаны также наблюдения с максимальным количеством информации)

На рисунке 22 число точек, на которых строится регрессия, значительно превосходит число параметров, т.к. каждая точка модели, соответствующая наблюдению, представляется в форме ряда точек, количество которых соответствует количеству информации в этом наблюдении.

Сравнивая когнитивные функции зависимости стоимости квартиры от стоимости 1 кв.метра, приведенные на рисунке 15, с аппроксимацией на рисунке 22 мы видим, что они совпадают. Это и не удивительно, т.е. так и должно быть, т.к. они построены на основе одной и той же модели знаний.

Но здесь важно не только это, но и то, что *режим 4.6 позволяет привлечь для построения и исследования когнитивных функций в виде регрессий весь хорошо разработанный аппарат регрессионного анализа*, в том числе и аппарат оценки качества регрессий с помощью дисперсий и доверительных интервалов.

Программная реализация режима подготовки баз данных для визуализации когнитивных функций в MS Excel (режим 4.6) системы «Эйдос» и исходный текст всей системы «Эйдос» приведена по ссылке: <ftp://lc.kubagro.ru/Downloads.exe>. Для того, чтобы в исходном тексте системы «Эйдос», т.е. в файле _AIDOS-X.doc, найти исходный текст программы описанного в данной статье режима необходимо найти в этом файле контекст: «N F4_6()».

Ниже приведен **алгоритм режима** подготовки баз данных для визуализации когнитивных функций в MS Excel, приведен ниже. Но с целью экономии места сделано это не в традиционной форме блок-схемы, а в более компактной форме списка шагов.

- Шаг-0. Вход режима подготовки баз данных для визуализации когнитивных функций в MS Excel.
- Шаг-1. Определение массивов и переменных, используемых в режиме.
- Шаг-2. Выйти из режима, если нет авторизации в системе.
- Шаг-3. Если не запущен режим, работающий с БД, то перейти в папку выбранного приложения
- Шаг-4. Создать папку для баз данных визуализации когнитивных функций "Cogn_fun" в папке текущего приложения, если ее не было.
- Шаг-5. Проверить созданы ли в папке текущего приложения базы данных статистических моделей и моделей знаний: {Abs.dbf, Prc1.dbf, Prc2.dbf, Inf1.dbf, Inf2.dbf, Inf3.dbf, Inf4.dbf, Inf5.dbf, Inf6.dbf, Inf7.dbf}. Если их нет, то выдать сообщение о том, что для того, чтобы создать их необходимо выполнить режим 3.4 или 3.5 и выйти из режима, а иначе продолжить.
- Шаг-6. Проверить, существует ли файл с заданием на создание баз данных для визуализации когнитивных функций. Если он существует, загрузить его и присвоить значения из него массиву параметров диалога. Если же не существует – то присвоить значения по умолчанию массиву параметров и записать его в виде файла.
- Шаг-7. Организовать экранную форму для задания параметров создания баз данных для визуализации когнитивных функций с параметрами из массива с параметрами.
- Шаг-8. Проверить, задана ли хотя бы одна стат.модель или модель знаний для создания БД для визуализации КФ. Если нет – выдать сообщение и выйти, иначе продолжить.
- Шаг-9. Записать файл с информацией о параметрах создания БД для визуализации КФ.
- Шаг-10. Удалить все dbf-файлов из папки: "Cogn_fun».
- Шаг-11. Открыть базы данных классификационных и описательных шкал и градаций.
- Шаг-12. Определить максимальную длину наименования градации описательной шкалы.
- Шаг-13. Определить максимальную длину наименования градации классификационной шкалы.
- Шаг-14. Занести в БД описательных и классификационных шкал информацию о начальной и конечной градации каждой шкалы
- Шаг-15. Открыть все базы данных статистических моделей и моделей знаний: {Abs.dbf, Prc1.dbf, Prc2.dbf, Inf1.dbf, Inf2.dbf, Inf3.dbf, Inf4.dbf, Inf5.dbf, Inf6.dbf, Inf7.dbf}.
- Шаг-16. Определение число операций, необходимых для создания БД для визуализации КФ. Это необходимо для отображения стадии исполнения режима.

Шаг-17. Организовать отображение стадии исполнения режима.

Шаг-18. Начало цикла по моделям: {Abs.dbf, Prc1.dbf, Prc2.dbf, Inf1.dbf, Inf2.dbf, Inf3.dbf, Inf4.dbf, Inf5.dbf, Inf6.dbf, Inf7.dbf}.

Шаг-19. Создавать КФ по данной модели? Если да, то на следующий шаг, а иначе – на конец цикла по моделям.

Шаг-20. Создавать КФ-1: прямые, позитивные, построенные ТОЛЬКО по точкам с максимальным количеством информации? Если да, то на следующий шаг, иначе на проверку создания других видов КФ (Шаг-39).

Шаг-21. Начало цикла по подматрицам текущей модели.

Шаг-22. Начало цикла по классификационным шкалам.

Шаг-23. Определить диапазон градаций текущей классификационной шкалы.

Шаг-24. Начало цикла по описательным шкалам.

Шаг-25. Создать БД для визуализации КФ с нужным именем и открыть ее.

Шаг-26. Определить диапазон градаций текущей описательной шкалы.

Шаг-27. Начало цикла по градациям описательной шкалы текущей модели.

Шаг-28. Для каждой градации описательной шкалы найти градацию классификационной шкалы с Max информативностью и занести их в БД КФ.

Шаг-29. Если градация найдена, то на следующий шаг, а иначе на проверку, создавать ли следующий вид когнитивных функций (Шаг-35).

Шаг-30. Извлечь наименование градации описательной шкалы

Шаг-31. Если описательная шкала числовая, то посчитать среднее значение числового интервала градации, а иначе значением градации считать ее код.

Шаг-32. Если классификационная шкала числовая, то посчитать среднее значение числового интервала градации, а иначе значением градации считать ее код.

Шаг-33. Записать в БД визуализации КФ новую запись с именами градаций описательной и классификационной шкал и значениями этих градаций.

Шаг-34. Конец проверки на наличие градации (Шаг-29).

Шаг-35. Конец цикла по градациям описательной шкалы текущей модели (Шаг-27).

Шаг-36. Закрыть БД визуализации КФ.

Шаг-37. Конец цикла по описательным шкалам (Шаг-24).

Шаг-38. Конец цикла по классификационным шкалам (Шаг-22).

Шаг-39. Конец проверки на создание 1-го вида когнитивных функций (Шаг-20).

Шаг-40. Создавать КФ-2: прямые, позитивные, построение по ВСЕМ точкам с весами, равными количеству информации в них? Если да, то на следующий шаг, иначе на проверку создания других видов КФ (Шаг-60).

Шаг-41. Начало цикла по классификационным шкалам текущей модели.

Шаг-42. Определить диапазон градаций текущей классификационной шкалы.

Шаг-43. Начало цикла по описательным шкалам.

Шаг-44. Создать БД для визуализации КФ с нужным именем и открыть ее.

Шаг-45. Определить диапазон градаций текущей описательной шкалы.

Шаг 46. Найти максимальную и минимальную информативность в подматрице БД INF# и использовать ее для расчета весового коэффициента и определения количества точек с единичным весом в единице информации для $l_{ij} > 0$. Заодно определить диапазоны изменения значений градаций классификационных и описательных шкал и градаций для подматрицы функции.

Для каждой градации описательной шкалы найти все градации классификационной шкалы и для каждой из них занести в БД визуализации КФ количество точек единичного веса, соответствующее количеству информации в значении аргумента о значении функции.

Шаг-47. Начало цикла по градациям описательной шкалы текущей модели.

Шаг-48. Начало цикла по градациям классификационной шкалы текущей модели.

Шаг-49. Извлечь из БД текущей модели количество информации в текущей градации описательной шкалы о текущей градации классификационной шкалы.

Шаг-50. Если это количество информации положительное, то перейти на следующий шаг, а иначе – на проверку следующего элемента матрицы текущей модели (Шаг-56).

Шаг-51. Определить диапазон градаций текущей описательной шкалы.

Шаг-52. Определить диапазон градаций текущей классификационной шкалы.

Шаг-53. Посчитать количество точек, соответствующее количеству информации в градации.

Шаг-54. Посчитать угол в градусах между соседними точками рассеяния.

Шаг-55. Занести в БД визуализации КФ количество точек единичного веса, соответствующее количеству информации в значении аргумента о значении функции (для каждой точки создать запись в БД).

Шаг-56. Конец проверки на положительность количества информации в элементе матрицы модели (Шаг-50).

Шаг-57. Конец цикла по градациям классификационной шкалы текущей модели (Шаг-48).

Шаг-58. Конец цикла по градациям описательной шкалы текущей модели (Шаг-47).

Шаг-59. Закрыть БД визуализации КФ.

Шаг-60. Конец цикла по описательным шкалам (Шаг-43).

Шаг-61. Конец цикла по классификационным шкалам (Шаг-41).

Шаг-62. Конец проверки на создание 2-го вида когнитивных функций (Шаг-40).

Остальные 6 видов когнитивных функций, классифицированные в таблице 5, рассчитываются аналогично КФ-1 и КФ-2 с небольшими изменениями в алгоритмах их расчета по сравнению с приведенными выше.

Шаг-63. Конец проверки на расчет БД для данной модели.

Шаг-64. Конец цикла по моделям.

Шаг-65. Закрытие структуры отображения стадии исполнения.

Шаг-66. Закрытие всех баз данных.

Шаг-67. Отображение окна с информацией об окончании работы режима.

Шаг-68. Выход из режима подготовки БД для визуализации КФ.

Конец алгоритма режима 4.6 системы «Эйдос».

6. Выводы

Метод наименьших квадратов (МНК) широко известен и пользуется заслуженной популярностью. Вместе с тем не прекращаются попытки усовершенствования этого метода. Результатом одной из таких попыток является взвешенный метод наименьших квадратов (ВМНК), суть которого в том, чтобы придать наблюдениям вес обратно пропорциональный погрешностям их аппроксимации. Этим самым фактически наблюдения игнорируются тем в большей степени, чем сложнее их аппроксимировать. В результате такого подхода формально погрешность аппроксимации снижается, но фактически это происходит путем частичного отказа от рассмотрения «проблемных» наблюдений, вносящих большую ошибку. Если эту идею, лежащую в основе ВМНК довести до крайности (и тем самым до абсурда), то в пределе такой подход приведет к тому, что из всей совокупности наблюдений останутся только те, которые практически точно ложатся на тренд, полученный методом наименьших квадратов, а остальные просто будут проигнорированы. Однако, по мнению автора, фактически это не решение проблемы, а отказ от ее решения, хотя внешне и выглядит как решение. В работе предлагается именно решение, основанное на теории информации: считать весом наблюдения количество информации в аргументе о значении функции. Этот подход был обоснован в рамках нового инновационного метода искусственного интеллекта: метода автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализа) и реализован еще 30 лет назад в его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» в виде так называемых «когнитивных функций». В данной

статье приводится алгоритм и программная реализация данного подхода, проиллюстрированные на подробном численном примере.

Таким образом, автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его математическая модель (системная теория информации), а также реализующий их программный инструментарий АСК-анализа – система «Эйдос» – это и есть ответы на этот вопрос. Таким образом, АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой современную инновационную (готовую к внедрению) технологию взвешенного метода наименьших квадратов, модифицированного путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в них.

Данная статья может быть использована как описание лабораторной работы по дисциплинам:

- 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 время¹³, 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).

7. Ограничения и перспективы

В данной статье не ставилась задача описать математический метод АСК-анализа, обеспечивающий расчет количества информации в наблюдениях, т.к. этому посвящено много монографий и статей автора, размещенных в полном открытом бесплатном доступе:

- <http://lc.kubagro.ru/>;
- <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>;
- <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>;
- <http://www.twirpx.com/user/858406/>;
- http://elibrary.ru/author_items.asp?authorid=123162.

¹³ http://lc.kubagro.ru/My_training_schedule.doc

В будущем планируется дать развернутое математическое обоснование метода взвешенных наименьших квадратов, модифицированного путем применения в качестве весов наблюдений количества информации в них и применения теории информации для расчета этих весовых коэффициентов наблюдений, а также исследовать свойства данной модификации метода взвешенных наименьших квадратов.

Автор благодарен д.т.н., д.э.н., к.ф.-м.н., профессору Александру Ивановичу Орлову за тщательное ознакомление с предварительным вариантом статьи и ряд ценных замечаний, способствовавших ее улучшению.

Литература

1. Орлов А.И. Точки роста статистических методов / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 136 – 162. – IDA [article ID]: 1031409011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/11.pdf>, 1,688 у.п.л.

2. Орлов А.И. Компьютерно-статистические методы: состояние и перспективы / А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 163 – 195. – IDA [article ID]: 1031409012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/12.pdf>, 2,062 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.

4. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.

5. Луценко Е.В. 30 лет системе «Эйдос» – одной из старейших отечественных универсальных систем искусственного интеллекта, широко применяемых и развивающихся и в настоящее время / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 48 – 77. – Шифр Информрегистра: 0420900012(0110, IDA [article ID]: 0540910004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/04.pdf>, 1,875 у.п.л.

6. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Элек-

тронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 у.п.л.

7. 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.¹⁴

8. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(011). С. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>, 1,188 у.п.л.

9. 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.

10. Луценко Е.В. Управление агропромышленным холдингом на основе когнитивных функций связи результатов работы холдинга и характеристик его предприятий / Е.В. Луценко, В.И. Лойко, О.А. Макаревич // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 248 – 260. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0111, IDA [article ID]: 0540910015. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/15.pdf>, 0,812 у.п.л.

11. Луценко Е.В. Когнитивные функции как адекватный инструмент для формального представления причинно-следственных зависимостей / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №09(063). С. 1 – 23. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0233, IDA [article ID]: 0631009001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/01.pdf>, 1,438 у.п.л.

12. 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.

13. 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

¹⁴ Для удобства читателей эта и другие работы автора размещены на личном сайте: <http://lc.kubagro.ru/>

Информрегистра: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 у.п.л.

14. Луценко Е.В. Развитие интеллектуальной системы «Эйдос-астра», снимающее ограничения на размерность баз знаний и разрешение когнитивных функций / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Е.А. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №05(069). С. 353 – 377. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0159, IDA [article ID]: 0691105031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/31.pdf>, 1,562 у.п.л.

15. Луценко Е.В. Применение СК-анализа и системы «Эйдос» для синтеза когнитивной матричной передаточной функции сложного объекта управления на основе эмпирических данных / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(075). С. 681 – 714. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0008, IDA [article ID]: 0751201053. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/53.pdf>, 2,125 у.п.л.

16. Луценко Е.В. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в системной нечеткой интервальной математике / Е.В. Луценко, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 у.п.л.

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

18. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ и система «Эйдос» и их применение для построения интеллектуальных измерительных систем // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2014. Т.80. №5. С.64-74.

19. Кульбак С. Теория информации и статистика. – М.: Наука, 1967. – 408 с.

20. Хаббард Дуглас У. Как измерить все, что угодно. Оценка стоимости нематериального в бизнесе. Олимп-Бизнес. 2009. –320 с. ISBN 978-5-9693-0163-4.

21. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации. Часть 1. Синергетический подход к определению количества информации / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №10(044). С. 174 – 197. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0137, IDA [article ID]: 0440810012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/12.pdf>, 1,5 у.п.л.

22. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации Часть 2. Отражение дискретных систем в плоскости признаков их описания / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 154 – 183. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0001, IDA [article ID]: 0450901012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/12.pdf>, 1,875 у.п.л.

23. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации Часть 3. Информационные функции и энтропия Больцмана / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(046). С. 165 – 174. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0015, IDA [article ID]: 0460902011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/11.pdf>, 0,625 у.п.л.

24. Вяткин В.Б. Хаос и порядок дискретных систем в свете синергетической теории информации / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №03(047). С. 96 – 129. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0027, IDA [article ID]: 0470903008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/03/pdf/08.pdf>, 2,125 у.п.л.

25. Вяткин В.Б. Информационно-синергетический анализ электронных систем атомов химических элементов. Часть 1. Структурная организация электронных систем в плоскости подоболочек / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №04(048). С. 24 – 44. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0036, IDA [article ID]: 0480904003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/04/pdf/03.pdf>, 1,312 у.п.л.

26. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации. Часть 4. Квантовые аспекты отражения конечных множеств / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №05(069). С. 45 – 59. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0169, IDA [article ID]: 0691105006. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/06.pdf>, 0,938 у.п.л.

27. Вяткин В.Б. Синергетическая теория информации: пояснения и терминологические замечания / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №06(080). С. 557 – 592. – IDA [article ID]: 0801206046. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/46.pdf>, 2,25 у.п.л.

28. Вяткин В.Б. Орбитальная система распределения электронов в атоме и структура периодической системы элементов / В.Б. Вяткин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 1460 – 1493. – IDA [article ID]: 0891305100. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/100.pdf>, 2,125 у.п.л.

29. Спиридонова О.Н. Эконометрическое моделирование стоимости квартир в г. Москва, район Замоскворечье // Материалы VI Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/489/626>, <http://www.scienceforum.ru/2014/pdf/1236.pdf>, (дата обращения: 30.12.2014).

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

31. Луценко Е.В. Бандык Д.К. Подсистема визуализации когнитивных (каузальных) функций системы «Эйдос». // Е.В. Луценко (Россия), Д.К. Бандык (Белоруссия). Пат. № 2011612056 РФ. Заяв. № 2011610347 РФ 20.01.2011. Опубл. от 09.03.2011. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612056.jpg>

32. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ. М.: Мир, 1980. – 456 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/95399/>

33. Кендалл М., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды, М.: Наука, Т. 3, 1976. – 736 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/21817/>

34. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л.

35. 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. Orlov A.I. Tochki rosta statisticheskikh metodov / A.I. Orlov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №09(103). S. 136 – 162. – IDA [article ID]: 1031409011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/11.pdf>, 1,688 u.p.l.

2. Orlov A.I. Komp'juterno-statisticheskie metody: sostojanie i perspektivy / A.I. Orlov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №09(103). S. 163 – 195. – IDA [article ID]: 1031409012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/12.pdf>, 2,062 u.p.l.

3. Lucenko E.V. Metrizacija izmeritel'nyh shkal razlichnyh tipov i sovmestnaja sopostavimaja kolichestvennaja obrabotka raznorodnyh faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 u.p.l.

4. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy, tehnologija i instrumentarij avtomatizirovanogo sistemno-kognitivnogo analiza i vozmozhnosti ego primeneniya dlja sopostavimoj ocenki jeffektivnosti vuzov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №04(088). S. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 u.p.l.

5. Lucenko E.V. 30 let sisteme «Jejdos» – odnoj iz starejsih otechestvennyh universal'nyh sistem iskusstvennogo intellekta, shiroko primenjaemyh i razvivajushhihsja i v nastojashhee vremja / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №10(054). S. 48 – 77. – Shifr Informregistra: 0420900012\0110, IDA [article ID]: 0540910004. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/04.pdf>, 1,875 u.p.l.

6. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №09(083). S. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 u.p.l.

7. 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 sistem): Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s.

8. Lucenko E.V. ASK-analiz kak metod vyjavlenija kognitivnyh funkcional'nyh zavisimostej v mnogomernyh zashumlennyh fragmentirovannyh dannyh / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №03(011). S. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>, 1,188 u.p.l.

9. 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.

10. Lucenko E.V. Upravlenie agropromyshlennym holdingom na osnove kognitivnyh funkcij svjazi rezul'tatov raboty holdinga i harakteristik ego predpriyatij / E.V. Lucenko, V.I. Lojko, O.A. Makarevich // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №10(054). S. 248 – 260. – Shifr Informregistra: 0420900012\0111, IDA [article ID]: 0540910015. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/15.pdf>, 0,812 u.p.l.

11. Lucenko E.V. Kognitivnye funkcii kak adekvatnyj instrument dlja formal'nogo predstavlenija prichinno-sledstvennyh zavisimostej / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №09(063). S. 1 – 23. – Shifr Informregistra: 0421000012\0233, IDA [article ID]: 0631009001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2010/09/pdf/01.pdf>, 1,438 u.p.l.

12. Trunev 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. Trunev, E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setевой 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.

13. Lucenko E.V. Metod vizualizacii kognitivnyh funkcij – novyj instrument issledovanija jempiricheskikh dannyh bol'shoj razmernosti / E.V. Lucenko, A.P. Trunev, D.K. Bandyk // Politematicheskij setевой 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.

14. Lucenko E.V. Razvitie intellektual'noj sistemy «Jejdos-astra», snimajushhee ograničhenija na razmernost' baz znaniy i razreshenie kognitivnyh funkciy / E.V. Lucenko, A.P. Trunev, E.A. Trunev // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №05(069). S. 353 – 377. – Shifr Informregistra: 0421100012\0159, IDA [article ID]: 0691105031. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/31.pdf>, 1,562 u.p.l.

15. Lucenko E.V. Primenenie SK-analiza i sistemy «Jejdos» dlja sinteza kognitivnoj matrichnoj peredatočnoj funkcii složnogo ob#ekta upravlenija na osnove jempiričeskikh dannyh / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №01(075). S. 681 – 714. – Shifr Informregistra: 0421200012\0008, IDA [article ID]: 0751201053. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/53.pdf>, 2,125 u.p.l.

16. Lucenko E.V. Kognitivnye funkciy kak obobshhenie klassičeskogo ponjatija funkcional'noj zavisimosti na osnove teorii informacii v sistemnoj nechetkoj interval'noj matematike / E.V. Lucenko, A.I. Orlov // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №01(095). S. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 u.p.l.

17. 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. – Rezhim dostupa: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos14_OL/index.htm

18. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz i sistema «Jejdos» i ih primenenie dlja postroenija intellektual'nyh izmeritel'nyh sistem // Zavodskaja laboratorija. Diagnostika materialov. 2014. T.80. №5. S.64-74.

19. Kul'bak S. Teorija informacii i statistika. – M.: Nauka, 1967. – 408 s.

20. Habbard Duglas U. Kak izmerit' vse, čto ugodno. Ocenka stoimosti nematerial'nogo v biznese. Olimp-Biznes. 2009. –320 s. ISBN 978-5-9693-0163-4.

21. Vjatkin V.B. Sinergetičeskaja teorija informacii. Čast' 1. Sinergetičeskij podhod k opredeleniju količestva informacii / V.B. Vjatkin // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №10(044). S. 174 – 197. – Shifr Informregistra: 0420800012\0137, IDA [article ID]: 0440810012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/10/pdf/12.pdf>, 1,5 u.p.l.

22. Vjatkin V.B. Sinergetičeskaja teorija informacii Čast' 2. Otrazhenie diskretnyh sistem v ploskosti priznakov ih opisaniya / V.B. Vjatkin // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №01(045). S. 154 – 183. – Shifr Informregistra: 0420900012\0001, IDA [article ID]: 0450901012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/12.pdf>, 1,875 u.p.l.

23. Vjatkin V.B. Sinergetičeskaja teorija informacii Čast' 3. Informacionnye funkciy i jentropija Bol'cmana / V.B. Vjatkin // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №02(046). S. 165 – 174. – Shifr Informregistra: 0420900012\0015, IDA [article ID]: 0460902011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/11.pdf>, 0,625 u.p.l.

24. Vjatkin V.B. Haos i porjadok diskretnyh sistem v svete sinergetičeskoj teorii informacii / V.B. Vjatkin // Politematičeskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj

resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №03(047). S. 96 – 129. – Shifr Informregistra: 0420900012\0027, IDA [article ID]: 0470903008. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/03/pdf/08.pdf>, 2,125 u.p.l.

25. Vjatkin V.B. Informacionno-sinergeticheskij analiz jelektronnyh sistem atomov himicheskikh jelementov. Chast' 1. Strukturnaja organizacija jelektronnyh sistem v ploskosti podobolochek / V.B. Vjatkin // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №04(048). S. 24 – 44. – Shifr Informregistra: 0420900012\0036, IDA [article ID]: 0480904003. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/04/pdf/03.pdf>, 1,312 u.p.l.

26. Vjatkin V.B. Sinergeticheskaja teorija informacii. Chast' 4. Kvantovye aspekty otrazhenija konechnyh mnozhestv / V.B. Vjatkin // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №05(069). S. 45 – 59. – Shifr Informregistra: 0421100012\0169, IDA [article ID]: 0691105006. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/06.pdf>, 0,938 u.p.l.

27. Vjatkin V.B. Sinergeticheskaja teorija informacii: pojasnenija i terminologicheskie zamehanija / V.B. Vjatkin // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №06(080). S. 557 – 592. – IDA [article ID]: 0801206046. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/06/pdf/46.pdf>, 2,25 u.p.l.

28. Vjatkin V.B. Orbital'naja sistema raspredelenija jelektronov v atome i struktura periodicheskoy sistemy jelementov / V.B. Vjatkin // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(089). S. 1460 – 1493. – IDA [article ID]: 0891305100. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/100.pdf>, 2,125 u.p.l.

29. Spiridonova O.N. Jekonometricheskoe modelirovanie stoimosti kvartir v g. Moskva, rajon Zamoskvorech'e // Materialy VI Mezhdunarodnoj studencheskoj jelektronnoj nauchnoj konferencii «Studencheskij nauchnyj forum» URL: <http://www.scienceforum.ru/2014/489/626>, <http://www.scienceforum.ru/2014/pdf/1236.pdf>, (data obrashhenija: 30.12.2014).

30. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizacija na osnove znaniy (klasterizacija v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 u.p.l.

31. Lucenko E.V. Bandyk D.K. Podсистема vizualizacii kognitivnyh (kauzal'nyh) funkcij sistemy «Jejdos». // E.V. Lucenko (Rossija), D.K. Bandyk (Belorussija). Pat. № 2011612056 RF. Zajav. № 2011610347 RF 20.01.2011. Opubl. ot 09.03.2011. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2011612056.jpg>

32. Seber Dzh. Linejnyj regressionnyj analiz. M.: Mir, 1980. – 456 s. – Rezhim dostupa: <http://www.twirpx.com/file/95399/>

33. Kendall M., Stjuart A. Mnogomernyj statisticheskij analiz i vremennye rjady, M.: Nauka, T. 3, 1976. - 736 s.. – Rezhim dostupa: <http://www.twirpx.com/file/21817/>

34. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz kak razvitie koncepcii smysla Shenka – Abel'sona / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj

resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №03(005). S. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 u.p.l.

35. Lucenko E.V. Metodologicheskie aspekty vyjavlenija, predstavlenija i ispol'zovanija znaniy v ASK-analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой 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.