

УДК 303.732.4

01.00.00 Физико-математические науки

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ИХ ПИКСЕЛЯМ (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация)<sup>1</sup>**

Луценко Евгений Вениаминович

д.э.н., к.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для ввода (оцифровки) изображений из графических файлов, синтеза обобщенных изображений классов, их абстрагирования, классификации обобщенных изображений классов (кластеры и конструируемые), сравнения конкретных изображений с обобщенными образцами (идентификация) классов, сравнения классов друг с другом. Предлагается применить теорию информации для расчета количества информации, содержащегося в пикселе изображения о том, что это изображение принадлежит к определенному классу изображений. Приводится численный пример, в котором на основе ряда конкретных примеров изображений, принадлежащих к различным классам, формируются обобщенные образы этих классов, независимые от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдосы» этих изображений (в смысле Платона) – прототипы или архетипы изображений (в смысле Юнга). Но система «Эйдос» обеспечивает не только формирование прототипов изображений, в которых количественно отражено количество информации в элементах конкретных изображений об их принадлежности к определенным прототипам, но и сравнение конкретных изображений с обобщенными (идентификация) и самих обобщенных образов изображений друг с другом (классификацию)

**Ключевые слова:** АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», ВВОД, ОЦИФРОВКА ИЗОБРАЖЕНИЙ, СИНТЕЗ ОБОБЩЕННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ, АБСТРАГИРОВАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ, СРАВНЕНИЕ КОНКРЕТНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ОБОБЩЕННЫМИ (ИДЕНТИФИКАЦИЯ)

UDC 303.732.4

Physical-Mathematical sciences

**AUTOMATED SYSTEMIC-COGNITIVE ANALYSIS OF IMAGES PIXELS (generalization, abstraction, classification and identification)**

Lutsenko Eugeny Veniaminovich

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

SPIN-code: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com)*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

In the article the application of systemic-cognitive analysis and its mathematical model i.e. the system theory of the information and its program toolkit which is "Eidos" system for loading images from graphics files, synthesis of the generalized images of classes, their abstraction, classification of the generalized images (clusters and constructs) comparisons of concrete images with the generalized images (identification) are examined. We suggest using the theory of information for processing the data and its size for every pixel which indicates that the image is of a certain class. A numerical example is given in which on the basis of a number of specific examples of images belonging to different classes, forming generalized images of these classes, independent of their specific implementations, i.e., the "Eidoses" of these images (in the definition of Plato) – the prototypes or archetypes of images (in the definition of Jung). But the "Eidos" system provides not only the formation of prototype images, which quantitatively reflects the amount of information in the elements of specific images on their belonging to a particular proto-types, but a comparison of specific images with generic (identification) and the generalization of pictures images with each other (classification)

**Keywords:** ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, INTELLIGENT SYSTEM "EIDOS", INPUT, DIGITIZATION OF IMAGES, SYNTHESIS OF GENERALIZED IMAGES, ABSTRACTION, CLASSIFICATION, COMPARISON SPECIFIC IMAGES WITH GENERIC (IDENTIFICATION)

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ (проект РГНФ №13-02-00440а) и РФФИ (проект РФФИ №15-06-02569 А).

Данная статья может рассматриваться как продолжение серии работ автора [1, 2, 3, 4], посвященных применению автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [2] и его программного инструментария – системы «Эйдос» для интеллектуальной обработки изображений.

Несомненный научный и практический интерес представляет *синтез обобщенных изображений* на основе ряда конкретных примеров. При этом в результате обобщения выясняется *ценность* признаков изображений для их дифференциации, а также *степень характерности* тех или иных признаков для конкретных изображений. Это позволяет без ущерба для адекватности модели *удалить* из нее малоценные признаки, т.е. осуществить *абстрагирование обобщенных изображений*, что обеспечивает в последующем сокращение затрат различных видов ресурсов на сбор и обработку графической информации. Над обобщенными изображениями возможны операции классификации, объединения наиболее сходных из них в кластеры и формирования систем наиболее сильно отличающихся друг от друга кластеров, т.е. конструкторов. Можно также количественно оценивать степень сходства конкретных изображений с обобщенными, т.е. идентифицировать эти конкретные изображения.

При этом могут использоваться различные признаки изображений. Это могут быть и просто отдельные пиксели, и различные системы пикселей, в частности внешние контуры изображений [3, 4].

В данной работе применен подход, аналогичный описанному в работе [2]. Целесообразность написания данной статьи обусловлена тем, что подход, описанный в работе [2], был реализован в DOS-версии системы «Эйдос» [5] и прошедшие с тех пор 6 лет создана новая версия системы «Эйдос-Х++», в которой этот подход развит с использованием новых графических и других возможностей языка программирования [6].

В новой версии системы есть режим 4.7, который так и называется: «АСК-анализ изображений» (рисунок 1):

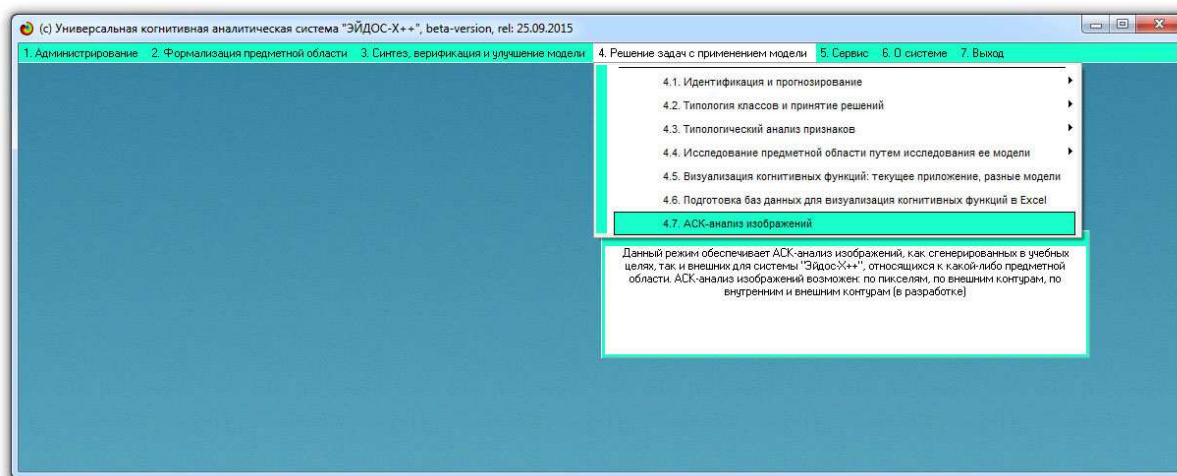


Рисунок 1. Запуск режима: «АСК-анализ изображений»  
из главного меню системы «Эйдос-X++»

В результате появляется главная экранная форма режима «АСК-анализ изображений», представленная на рисунке 2:

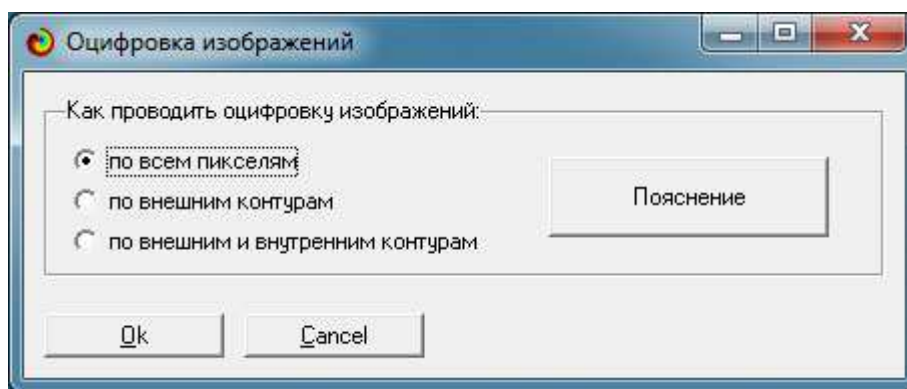


Рисунок 2. Первая экранная форма режима: «АСК-анализ изображений»

Из рисунка 2 мы видим, что системой «Эйдос-X++» предоставляется возможность АСК-анализа изображений по всем их пикселям (чему и посвящена данная статья), а также по их контурам. В работах [3, 4] описан АСК-анализ изображений по их внешним контурам. На рисунке 3 приведен скриншот, поясняющий возможности данных режимов:

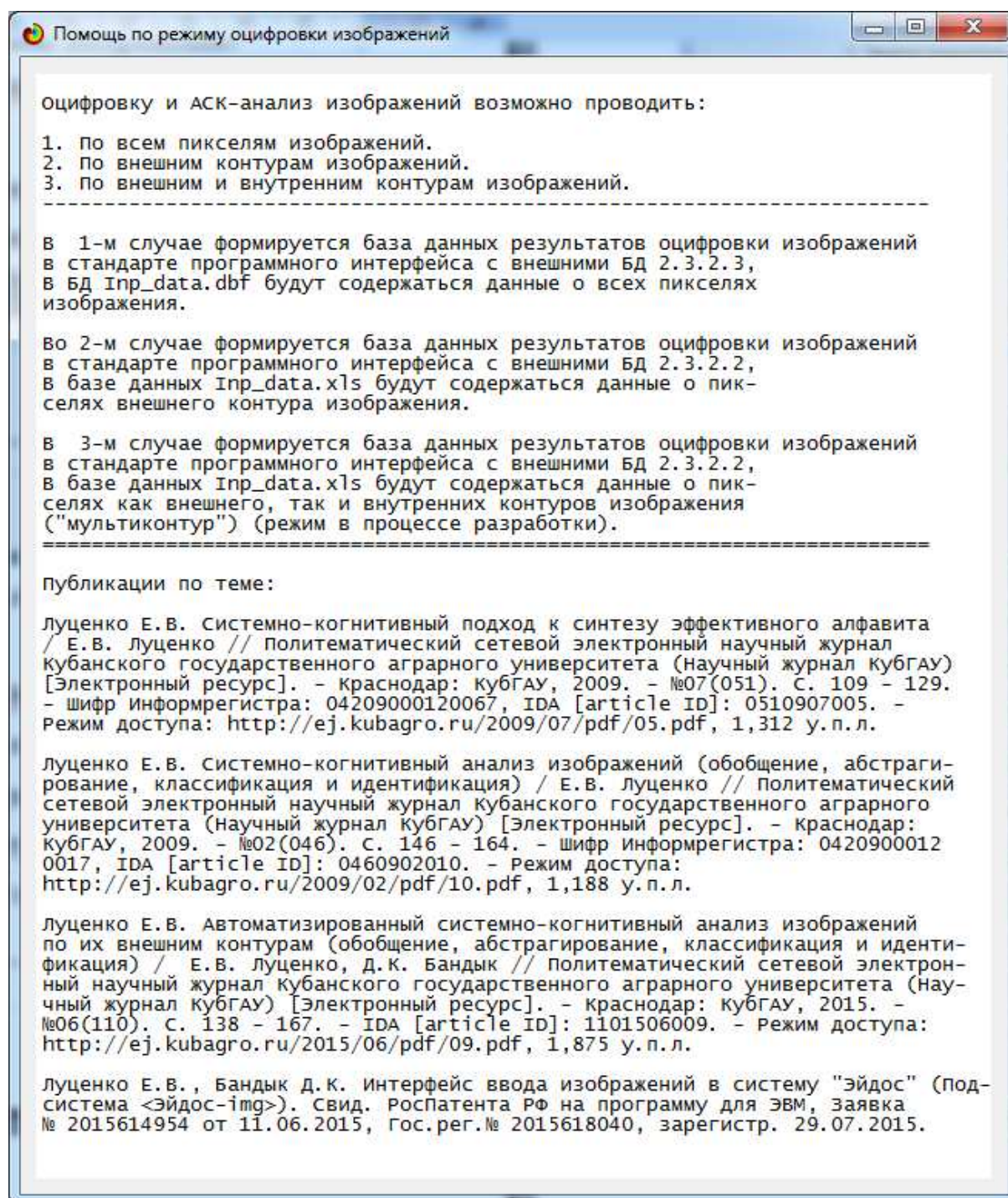


Рисунок 3. Пояснение к режиму: «АСК-анализ изображений»

После выбора оцифровки и АСК-анализ изображений по их пикселям появляется экранная форма, приведенная на рисунке 4:

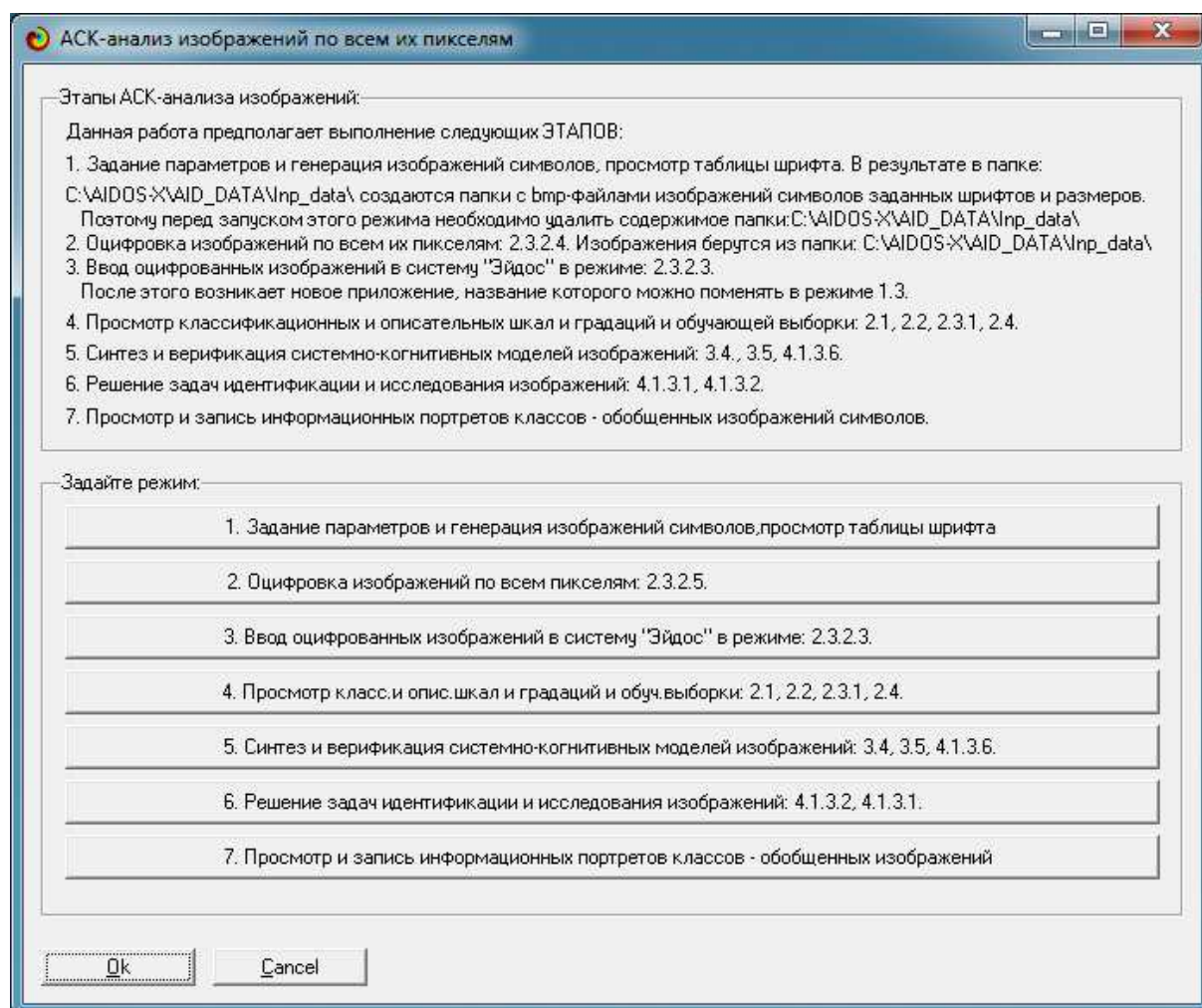


Рисунок 4. Экранная форма режима оцифровки и АСК-анализа изображений по их пикселям

В верхней части экранной формы описаны основные этапы работы в данном режиме и его основные возможности.

В нижней части экранной формы есть кнопки, позволяющие запустить соответствующие режимы на исполнение.

Рассмотрим их по порядку.

АСК-анализ изображений может использоваться для выполнения реальных научных и практических задач обработки изображений в различных предметных областях, а также в качестве учебного режима для освоения различных методов интеллектуальной обработки изображений.

В первом случае изображения, которые мы собираемся анализировать, получены из внешнего источника (фото, сканированные изображения, клип-арты и т.д.). В этом случае они вручную помещаются пользователем в папку: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\.

Во втором случае, который мы и рассмотрим в данной статье, используется генератор изображений символов различных размеров, стилей и шрифтов, встроенный в систему «Эйдос». Эти изображения и используются для анализа. Запуск данного генератора изображений происходит по нажатию кнопки 1 на экранной форме, приведенной на рисунке 4. В результате появляется окно генератора изображений символов, в котором пользователь может задать какие символы генерировать, а также размер и тип шрифта (рисунок 5):

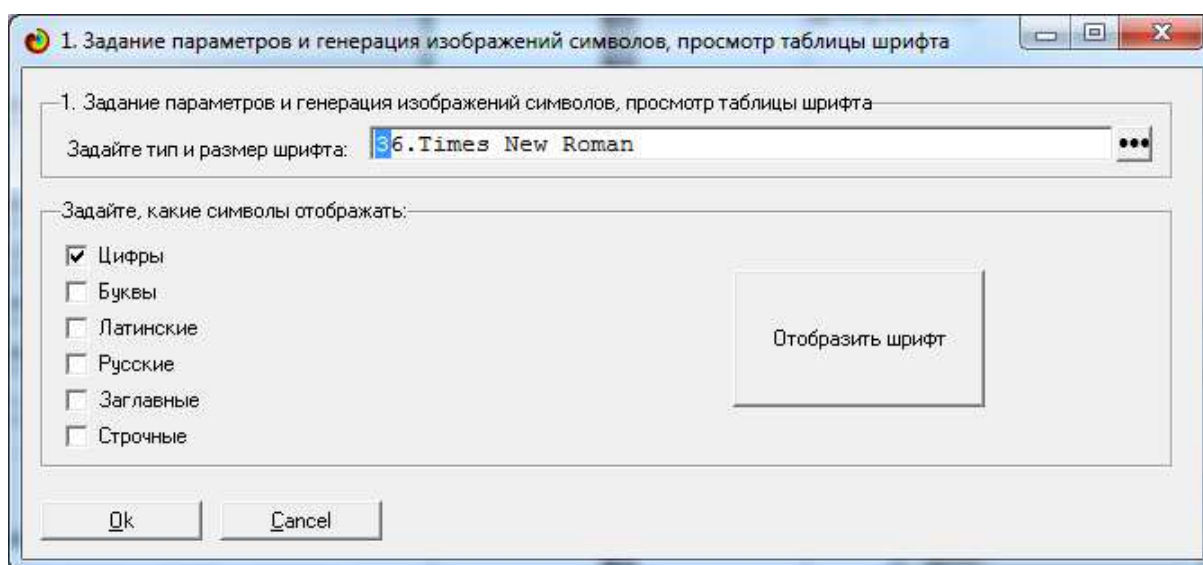



Рисунок 5. Экранная форма генератора изображений символов  
режима: «АСК-анализ изображений»

При нажатии на кнопке:  появляется стандартное окно выбора типа шрифта и его стиля (рисунок 6):

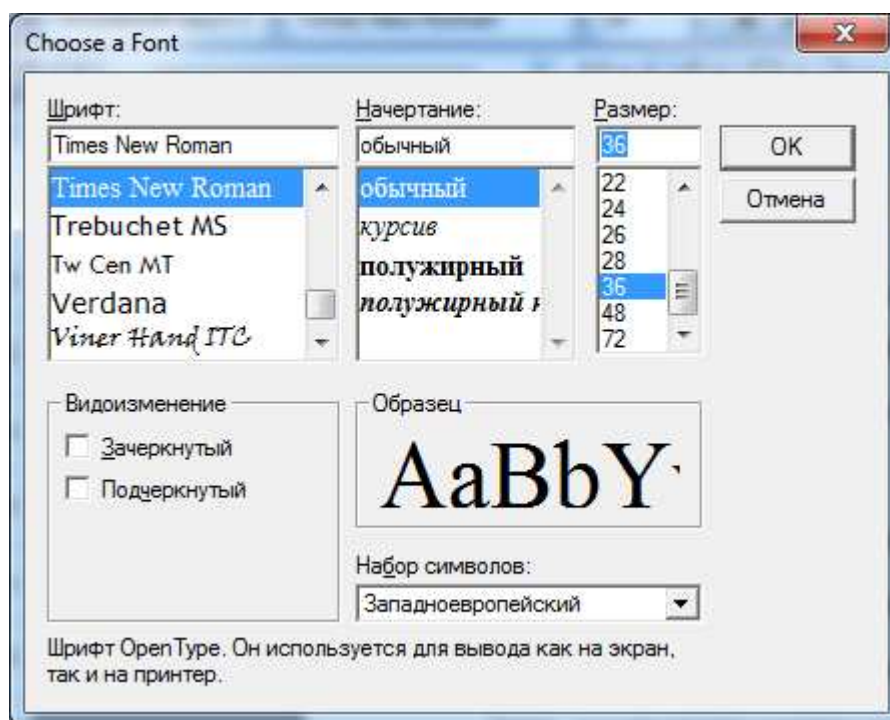
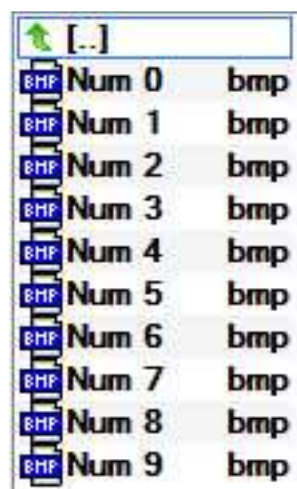


Рисунок 6. Стандартное окно выбора типа шрифта и его стиля

С помощью этого окна выбираем символы и шрифты для численного примера, исследуемого в данной статье. В данном случае это цифры следующих шрифтов. Если в папке: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\ не было поддиректории с изображениями заданных символов заданных шрифтов, то они создаются. В папках имена которых совпадают с наименованиями шрифтов, создаются графические файлы с созданными изображениями заданных символов:



Эти изображения обрезаны по максимальным размерам (ширине и высоте) всех созданных изображений.

Когда изображения для исследования подготовлены и записаны в нужную директорию и поддиректории, то запускается автоматизированный программный интерфейс ввода изображения в систему «Эйдос», т.е. режим оцифровки.

Отметим, что в текущую версию системы «Эйдос-X++» входят два режима оцифровки изображений: по всем пикселям (режим 2.3.2.5) и по их внешним контурам (режим 2.3.2.4<sup>2</sup>). Планируется также разработка режима оцифровки изображений по их внутренним и внешним контурам. Все режимы оцифровки изображений входя в подсистему, содержащую программные интерфейсы системы «Эйдос» с внешними источниками данных, представленных в различных формах: в форме текстов, таблиц и изображений (рисунок 7):

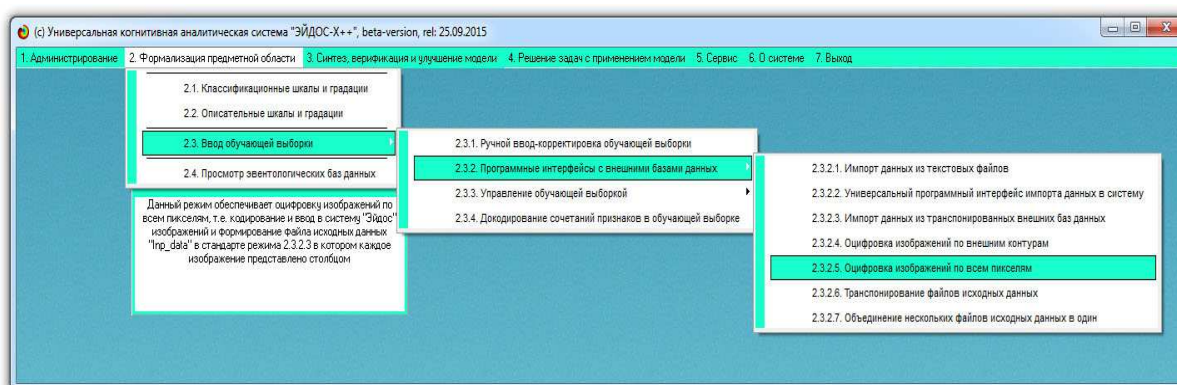


Рисунок 7. Экранная форма главного меню системы «Эйдос-X++» с программными интерфейсами ввода данных в систему из внешних источников данных различных типов

Запуск режима оцифровки изображений по их пикселям возможен из режима 2.3.2.5 (рисунок 7), а также путем нажатия на вторую кнопку в экранной форме, приведенной на рисунке 4. При запуске данного режима оцифровки открывается окно (рисунок 8):

<sup>2</sup> Программное обеспечение режима 2.3.2.4 разработано Д.К.Бандык по постановке и алгоритмам проф.Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015618040.jpg>



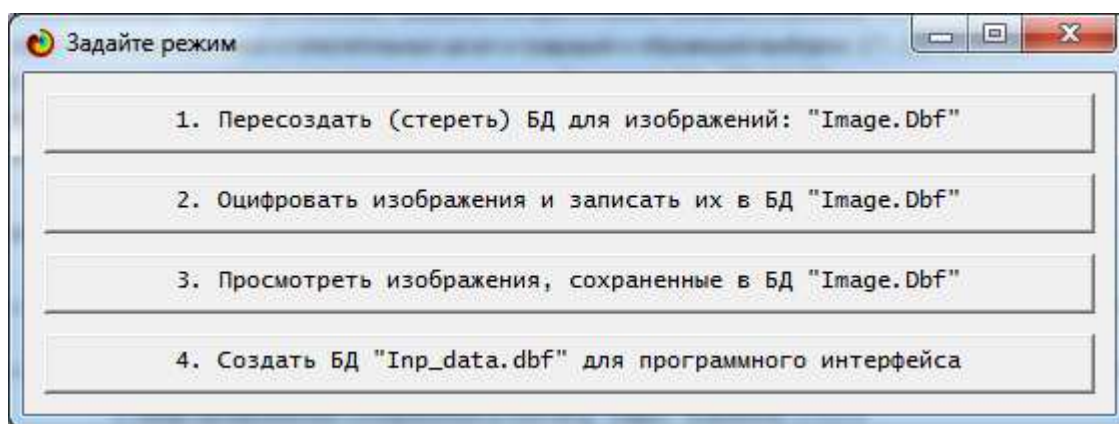


Рисунок 8. Экранная форма режима оцифровки изображений по всем их пикселям

Данный режим создает базу данных оцифрованных изображений. Если этой базы данных нет в текущей папке системы «Эйдос», то она создается, если она уже есть, то оцифрованные изображения просто добавляются в нее. Поэтому, если мы хотим, чтобы в этой базе были только вновь созданные изображения, то предварительно нужно пересоздать (стереть) ее. При выборе второго пункта начинается процесс оцифровки изображений, находящихся в поддиректориях папки: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\. Этот процесс сопровождается отображением тех изображений, которые оцифровываются в данный момент (рисунок 8):

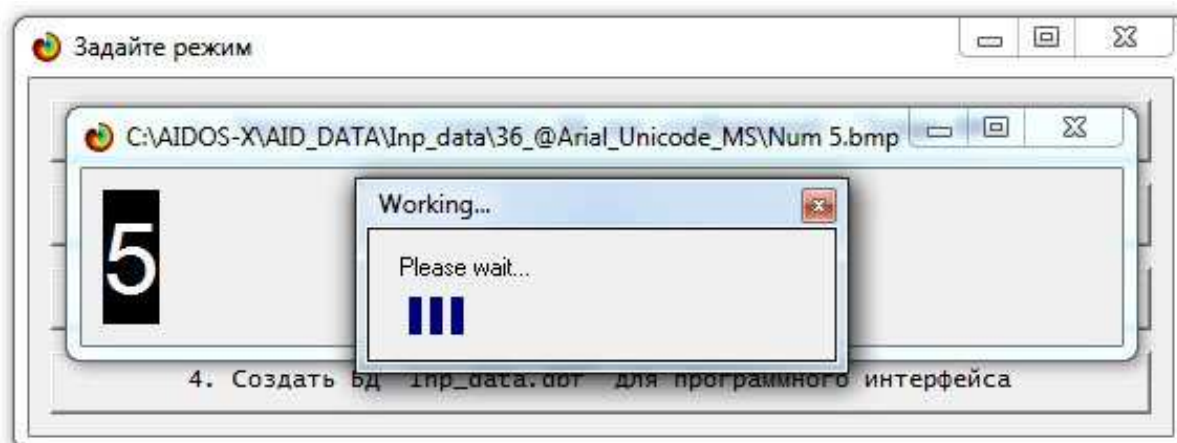


Рисунок 8. Экранная форма отображения стадии оцифровки изображения

В любое время можно просмотреть изображения, накопленные в этой базе, кликнув по 3-й кнопке. После выбора 4-го пункта создается база данных «Inp\_data.dbf» для стандартного программного интерфейса 2.3.2.3 ввода данных в Систему «Эйдос» из внешних баз данных, содержащая информацию об изображениях в стандарте данного интерфейса (рисунок 9):

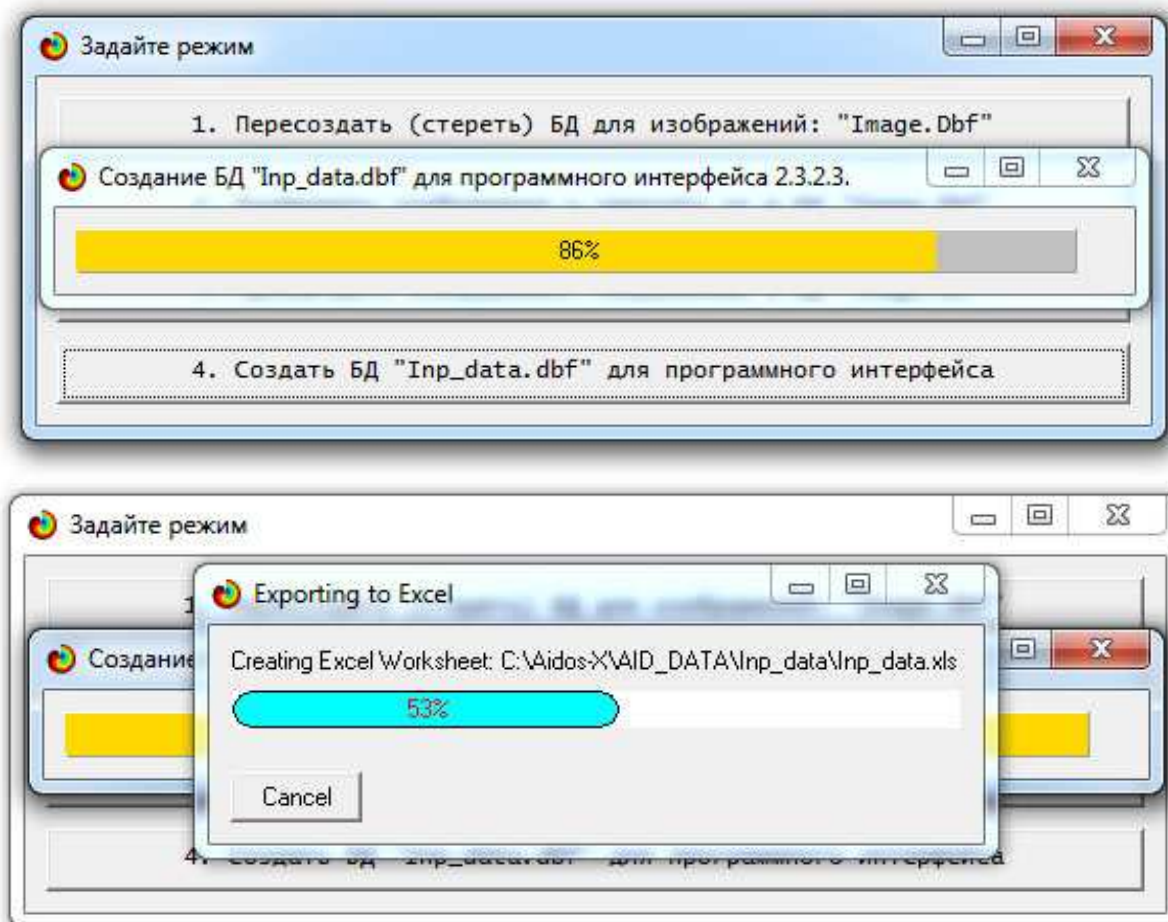


Рисунок 9. Экранные формы отображения стадии исполнения

Всегда создается файл: Inp\_data.dbf, который, если пользователь не отказывается от этого, экспортируется в Excel-файл.

Затем выполняется 3-й этап, приведенный на рисунке 4. При этом отображается экранная форма программного интерфейса 2.3.2.3 (рисунок 10) с нужными параметрами заданными программно (по умолчанию):

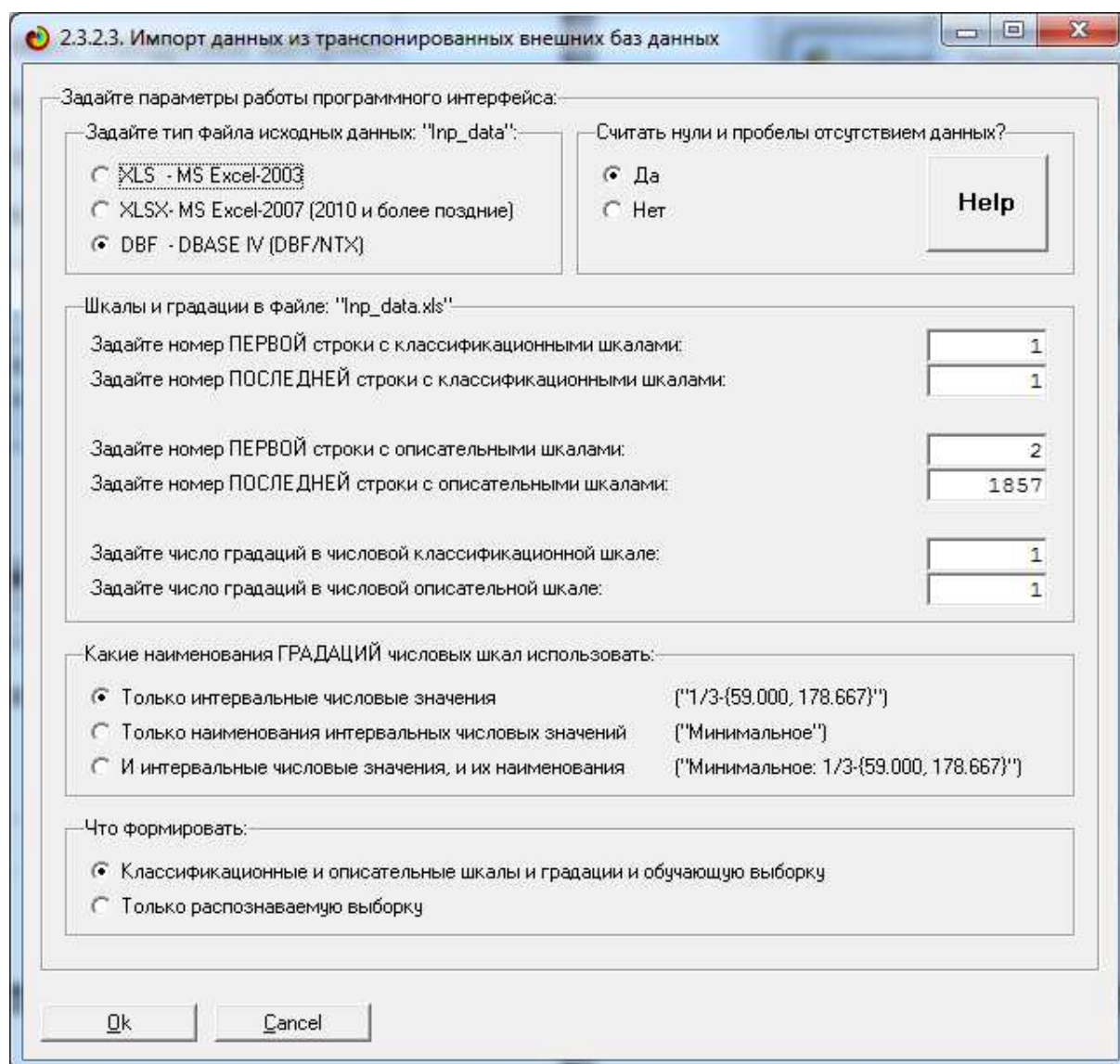


Рисунок 10. Экранная форма программного интерфейса режима 2.3.2.3.

Выполнение данного режима автоматически формирует классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающую выборку, содержащую данные по пикселям всех исследуемых изображений.

Help данного режима, в котором описаны его назначение и требования к исходным данным, приведен на рисунке 11:

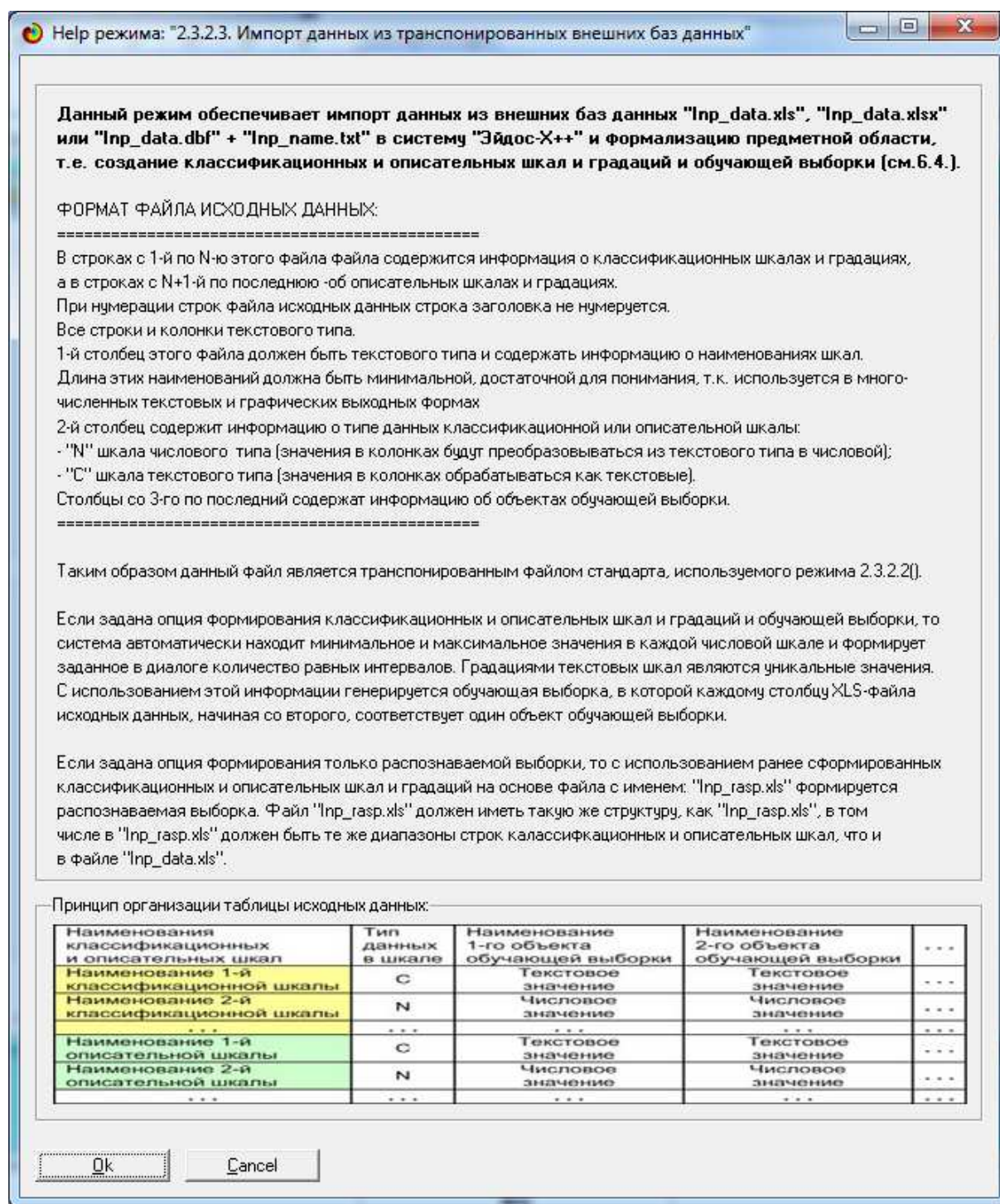


Рисунок 11. Экранная форма Help режима 2.3.2.3.

Программный интерфейс 2.3.2.3 используется в данном случае потому, что у него практически нет ограничения на число классификационных и описательных шкал и градаций.

В результате выполнения данного режима автоматически формируются классификационные и описательные шкалы и градации (рисунок 12) и обучающая выборка (таблица 1), т.е. производится *нормализация* базы исходных данных:

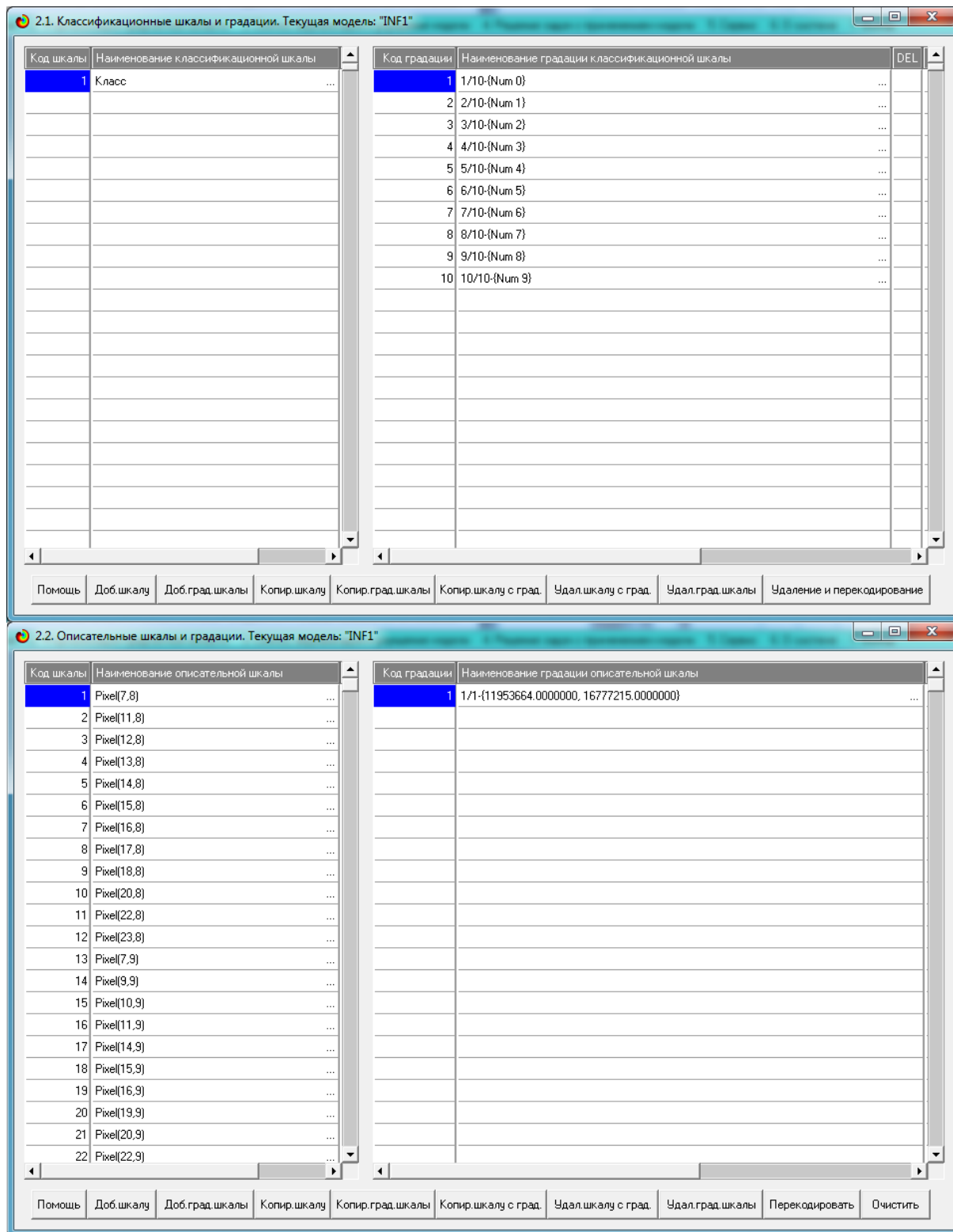


Рисунок 12. Экранные формы с классификационными и описательными шкалами и градациями

Таблица 1 – Обучающая выборка (фрагмент: 65 из 1857 строк)

Наименования шкал	Тип данных в шкале	Краткие наименования объектов обучающей выборки																	
		OBJ1	OBJ2	OBJ3	OBJ4	OBJ5	OBJ6	OBJ7	OBJ8	OBJ9	OBJ10	OBJ11	OBJ12	OBJ13	OBJ14	OBJ15	OBJ16		
Класс	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Pixel(1,1)	N																		
Pixel(2,1)	N																		
Pixel(3,1)	N																		
***																			
Pixel(10,16)	N	160		160	160					160	160	160		160	160				
Pixel(11,16)	N	161		161	161			161		161	161	161		161	161				161
Pixel(12,16)	N	162		162	162			162		162	162	162		162	162				162
Pixel(13,16)	N	163		163	163			163		163	163	163		163	163				163
Pixel(14,16)	N	164		164	164			164		164	164	164		164	164				164
Pixel(15,16)	N	165		165	165			165		165	165	165		165	165				165
Pixel(16,16)	N	166		166	166			166		166	166	166		166	166				166
Pixel(17,16)	N	167		167	167			167		167	167	167		167	167				167
Pixel(18,16)	N	168		168				168		168		168		168	168				168
Pixel(19,16)	N							169				169		169					169
Pixel(20,16)	N																		170
Pixel(21,16)	N																		
Pixel(22,16)	N																		
Pixel(23,16)	N																		
Pixel(24,16)	N																		
Pixel(25,16)	N																		
Pixel(26,16)	N																		
Pixel(27,16)	N																		
Pixel(28,16)	N																		
Pixel(29,16)	N																		
Pixel(1,17)	N																		
Pixel(2,17)	N																		
Pixel(3,17)	N								176										176
Pixel(4,17)	N								177										177
Pixel(5,17)	N								178										178
Pixel(6,17)	N						179		179								179		179
Pixel(7,17)	N			180			180		180								180		180
Pixel(8,17)	N	181		181	181		181		181	181	181	181		181	181		181		181
Pixel(9,17)	N	182		182	182		182	182	182	182	182	182		182	182		182	182	182
Pixel(10,17)	N	183		183	183		183	183	183	183	183	183		183	183		183	183	183
Pixel(11,17)	N	184		184	184		184	184	184	184	184	184		184	184		184	184	184
Pixel(12,17)	N	185		185	185		185	185	185	185	185	185		185	185		185	185	185
Pixel(13,17)	N	186		186	186		186	186	186	186	186	186		186	186		186	186	186
Pixel(14,17)	N	187		187	187		187	187	187	187	187	187		187	187		187	187	187
Pixel(15,17)	N	188	188	188	188		188	188	188	188	188	188		188	188		188	188	188
Pixel(16,17)	N	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189
Pixel(17,17)	N	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
Pixel(18,17)	N	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191	191
Pixel(19,17)	N	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192	192
Pixel(20,17)	N	193		193		193	193	193	193			193	193	193	193	193	193	193	193
Pixel(21,17)	N			194		194	194	194				194				194	194	194	194
Pixel(22,17)	N						195		195					195		195	195	195	195
Pixel(23,17)	N						196		196								196		196
Pixel(24,17)	N						197		197								197		197
Pixel(25,17)	N								198								198		198
Pixel(26,17)	N								199										199
Pixel(27,17)	N																		
Pixel(28,17)	N																		
Pixel(29,17)	N																		
Pixel(1,18)	N																		
Pixel(2,18)	N																		
Pixel(3,18)	N								200										200
Pixel(4,18)	N								201										201
Pixel(5,18)	N								202										202
Pixel(6,18)	N			203	203		203		203	203	203			203	203		203		203
Pixel(7,18)	N	204		204	204		204	204	204	204	204	204		204	204		204	204	204
Pixel(8,18)	N	205		205	205		205	205	205	205	205	205		205	205		205	205	205
Pixel(9,18)	N	206		206	206		206	206	206	206	206	206		206	206		206	206	206
Pixel(10,18)	N	207		207	207		207	207	207	207	207	207		207	207		207	207	207
Pixel(11,18)	N	208		208	208		208	208	208	208	208	208		208	208		208	208	208

В таблице 1 для экономии места в заголовке приведены краткие наименования объектов обучающей выборки. Полные их наименования приведены ниже:

1. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 0.bmp
2. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 1.bmp
3. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 2.bmp
4. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 3.bmp
5. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 4.bmp
6. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 5.bmp
7. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 6.bmp
8. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 7.bmp
9. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 8.bmp
10. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\Num 9.bmp
11. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 0.bmp
12. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 1.bmp
13. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 2.bmp
14. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 3.bmp
15. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 4.bmp
16. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 5.bmp
17. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 6.bmp
18. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 7.bmp
19. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 8.bmp
20. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Arial\_Unicode\_MS\_Bold\Num 9.bmp
21. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 0.bmp
22. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 1.bmp
23. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 2.bmp
24. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 3.bmp
25. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 4.bmp
26. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 5.bmp
27. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 6.bmp
28. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 7.bmp
29. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 8.bmp
30. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_Bold\Num 9.bmp
31. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 0.bmp
32. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 1.bmp
33. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 2.bmp
34. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 3.bmp
35. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 4.bmp
36. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 5.bmp
37. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 6.bmp
38. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 7.bmp
39. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 8.bmp
40. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Courier\_New\Num 9.bmp
41. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 0.bmp
42. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 1.bmp
43. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 2.bmp
44. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 3.bmp
45. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 4.bmp
46. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 5.bmp
47. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 6.bmp
48. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 7.bmp
49. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 8.bmp
50. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\Num 9.bmp
51. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 0.bmp
52. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 1.bmp
53. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 2.bmp
54. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 3.bmp
55. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 4.bmp
56. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 5.bmp
57. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 6.bmp
58. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 7.bmp
59. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 8.bmp
60. C:\AIDOS-X\AID\_DATA\Inp\_data\36\_Times\_New\_Roman\_Bold\Num 9.bmp

Затем запускается режим синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей с параметрами по умолчанию (рисунок 13):

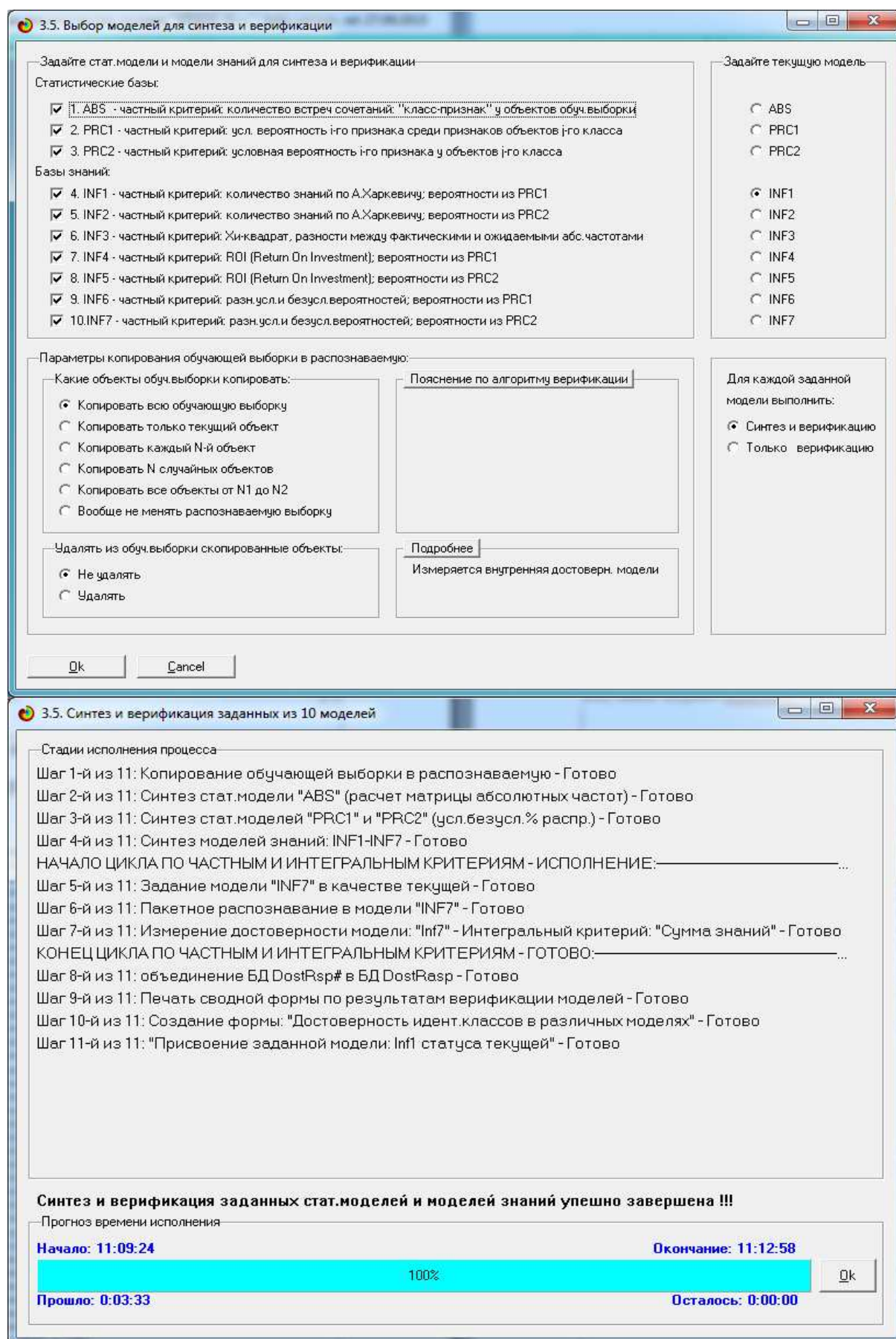


Рисунок 13. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей



В результате работы данного режима создаются и верифицируются 3 статистических модели (корреляционная матрица, матрицы условных и безусловных процентных распределений) и 7 системно-когнитивных моделей (моделей знаний) (рисунок 14):

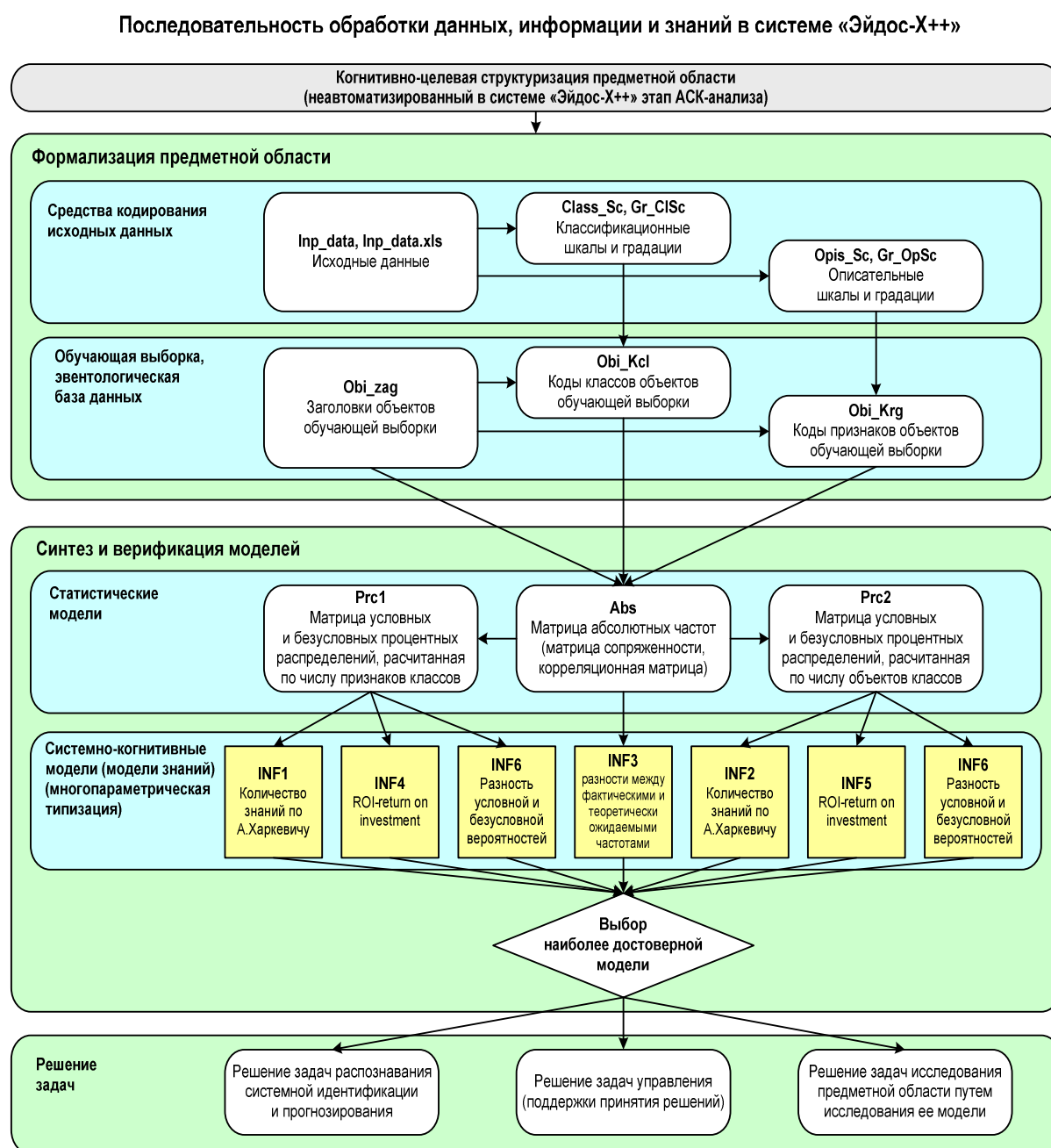


Рисунок 14. Этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям

Из всех этих моделей ниже приведена модель «ABS» и модель «INF1» (таблицы 2 и 3), наименования этих моделей приведены на рисунке 13.

Таблица 2 – Модель «Abs» (фрагмент)

Код	Наименование шкалы и градации	CLS1	CLS2	CLS3	CLS4	CLS5	CLS6	CLS7	CLS8	CLS9	CLS10	Сумма
1	PIXEL(7,8)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}						1		1			2
2	PIXEL(11,8)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}			1	1		1		1	1		5
3	PIXEL(12,8)-1/1-{16758374.0000000, 16777215.0000000}	1		1	1		1		1	1	1	7
4	PIXEL(13,8)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		1		1	1	1	8
5	PIXEL(14,8)-1/1-{16777142.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		1		1	1	1	8
6	PIXEL(15,8)-1/1-{14417919.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		1		1	1	1	8
7	PIXEL(16,8)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1	1	1		1	1	1	9
8	PIXEL(17,8)-1/1-{11993087.0000000, 16777215.0000000}	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9
9	PIXEL(18,8)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9
10	PIXEL(20,8)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}					1	1	1	1			4
11	PIXEL(22,8)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}						1	1	1			3
12	PIXEL(23,8)-1/1-{3838171.0000000, 6731519.0000000}							1	1			2
13	PIXEL(7,9)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}						1		1			2
14	PIXEL(9,9)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}			1	1		1		1	1		5
15	PIXEL(10,9)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}	1		1	1		1		1	1	1	7
16	PIXEL(11,9)-1/1-{16758374.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		1		1	1	1	8
17	PIXEL(14,9)-1/1-{9452032.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		1	1	1	1	1	9
18	PIXEL(15,9)-1/1-{14389306.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
19	PIXEL(16,9)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
20	PIXEL(19,9)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}	1		1	1	1	1	1	1	1	1	9
21	PIXEL(20,9)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}				1	1	1	1	1		1	6
22	PIXEL(22,9)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}						1	1	1			3
23	PIXEL(23,9)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}							1	1			2
24	PIXEL(5,10)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}								2			2
25	PIXEL(6,10)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}						1		2			3
26	PIXEL(7,10)-1/1-{9452032.0000000, 16777215.0000000}				1		2		2			5
27	PIXEL(8,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}		1	1	1		2		2	1		8
28	PIXEL(9,10)-1/1-{11993087.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		2		1	1	1	9
29	PIXEL(10,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		2		1	1	1	9
30	PIXEL(11,10)-1/1-{3801088.0000000, 16777215.0000000}	2	1	2	2		1		1	2	1	12
31	PIXEL(12,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	2	1	2	2		1		1	2	2	13
32	PIXEL(13,10)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1		1	1	1	1	2	10
33	PIXEL(14,10)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
34	PIXEL(15,10)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	12
35	PIXEL(16,10)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	12
36	PIXEL(17,10)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}	2	1	2	2	2	1	2	1	2	2	17
37	PIXEL(18,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	16
38	PIXEL(19,10)-1/1-{58.0000000, 16777215.0000000}	2		1	2	2	1	1	1	2	2	14
39	PIXEL(20,10)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}	1		1	1	2	1	1	1	1	1	10
40	PIXEL(21,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}			1	1	1	1	1	2	1	1	9
41	PIXEL(22,10)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}					1	1	2	2			6
42	PIXEL(23,10)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}						1	2	2			5
43	PIXEL(24,10)-1/1-{58.0000000, 16777215.0000000}						1	2	1			4
44	PIXEL(25,10)-1/1-{102.0000000, 6731519.0000000}							1	1			2
45	PIXEL(5,11)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}								3			3
46	PIXEL(6,11)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}		1		1		1		3			6
47	PIXEL(7,11)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}		1	1	1		2		3	1		9
48	PIXEL(8,11)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	1	1	2	3		2		3	1	1	14
49	PIXEL(9,11)-1/1-{3801088.0000000, 16777215.0000000}	2	1	3	3		3		2	3	2	19
50	PIXEL(10,11)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	3	1	3	3		3		2	3	3	21
51	PIXEL(11,11)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	3	2	2	2		2	1	2	2	3	19
52	PIXEL(12,11)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	2	3	2	2		2	1	2	2	2	18
53	PIXEL(13,11)-1/1-{9452032.0000000, 16777215.0000000}	2	3	2	2		2	1	2	2	2	18

Таблица 3 – Модель «Inf1» (фрагмент)

Код	Наименование шкалы и градации	CLS1	CLS2	CLS3	CLS4	CLS5	CLS6	CLS7	CLS8	CLS9	CLS10	Ценность
1	PIXEL(7,8)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}						542		650			0,253
2	PIXEL(11,8)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}			251	257		235		342	167		0,138
3	PIXEL(12,8)-1/1-{16758374.0000000, 16777215.0000000}	71		138	144		122		230	54	78	0,076
4	PIXEL(13,8)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}	26	178	94	99		77		185	9	34	0,069
5	PIXEL(14,8)-1/1-{16777142.0000000, 16777215.0000000}	26	178	94	99		77		185	9	34	0,069
6	PIXEL(15,8)-1/1-{14417919.0000000, 16777215.0000000}	26	178	94	99		77		185	9	34	0,069
7	PIXEL(16,8)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	-14	139	54	59	27	37		145	-31	-6	0,061
8	PIXEL(17,8)-1/1-{11993087.0000000, 16777215.0000000}	-14		54	59	27	37	-9	145	-31	-6	0,052
9	PIXEL(18,8)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	-14		54	59	27	37	-9	145	-31	-6	0,052
10	PIXEL(20,8)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}					300	310	263	417			0,171
11	PIXEL(22,8)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}						406	360	514			0,209
12	PIXEL(23,8)-1/1-{3838171.0000000, 6731519.0000000}							496	650			0,244
13	PIXEL(7,9)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}						542		650			0,253
14	PIXEL(9,9)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}			251	257		235		342	167		0,138
15	PIXEL(10,9)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}	71		138	144		122		230	54	78	0,076
16	PIXEL(11,9)-1/1-{16758374.0000000, 16777215.0000000}	26	178	94	99		77		185	9	34	0,069
17	PIXEL(14,9)-1/1-{9452032.0000000, 16777215.0000000}	-14	139	54	59		37	-9	145	-31	-6	0,063
18	PIXEL(15,9)-1/1-{14389306.0000000, 16777215.0000000}	-49	103	19	24	-8	2	-44	110	-66	-41	0,061
19	PIXEL(16,9)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	-49	103	19	24	-8	2	-44	110	-66	-41	0,061
20	PIXEL(19,9)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}	-14		54	59	27	37	-9	145	-31	-6	0,052
21	PIXEL(20,9)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}				196	163	174	127	281		130	0,101
22	PIXEL(22,9)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}						406	360	514			0,209
23	PIXEL(23,9)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}							496	650			0,244
24	PIXEL(5,10)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}								883			0,279
25	PIXEL(6,10)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}						406		747			0,256
26	PIXEL(7,10)-1/1-{9452032.0000000, 16777215.0000000}				257		467		575			0,223
27	PIXEL(8,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}		178	94	99		310		417	9		0,148
28	PIXEL(9,10)-1/1-{11993087.0000000, 16777215.0000000}	-14	139	54	59		270		145	-31	-6	0,096
29	PIXEL(10,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	-14	139	54	59		270		145	-31	-6	0,096
30	PIXEL(11,10)-1/1-{3801088.0000000, 16777215.0000000}	122	42	190	196		-59		49	105	-103	0,100
31	PIXEL(12,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	95	15	163	169		-86		22	78	103	0,080
32	PIXEL(13,10)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	-49	103	19	24		2	-44	110	-66	191	0,082
33	PIXEL(14,10)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}	-49	103	19	24	-8	2	-44	110	-66	-41	0,061
34	PIXEL(15,10)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}	-110	275	-43	-37	163	-59	-106	49	-127	-103	0,134
35	PIXEL(16,10)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	-110	275	-43	-37	163	-59	-106	49	-127	-103	0,134
36	PIXEL(17,10)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}	5	-75	73	79	46	-176	10	-68	-12	13	0,078
37	PIXEL(18,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	26	-54	94	99	67	-156	-202	-48	9	34	0,102
38	PIXEL(19,10)-1/1-{58.0000000, 16777215.0000000}	71		-94	144	112	-111	-157	-3	54	78	0,101
39	PIXEL(20,10)-1/1-{6731519.0000000, 16777215.0000000}	-49		19	24	225	2	-44	110	-66	-41	0,089
40	PIXEL(21,10)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}			54	59	27	37	-9	378	-31	-6	0,119
41	PIXEL(22,10)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}					163	174	360	514			0,184
42	PIXEL(23,10)-1/1-{3838171.0000000, 16777215.0000000}						235	421	575			0,214
43	PIXEL(24,10)-1/1-{58.0000000, 16777215.0000000}						310	496	417			0,202
44	PIXEL(25,10)-1/1-{102.0000000, 6731519.0000000}							496	650			0,244
45	PIXEL(5,11)-1/1-{11953664.0000000, 16777215.0000000}								883			0,279
46	PIXEL(6,11)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}		275		196		174		650			0,211
47	PIXEL(7,11)-1/1-{6684672.0000000, 16777215.0000000}		139	54	59		270		514	-31		0,171
48	PIXEL(8,11)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	-162	-10	138	280		122		366	-179	-154	0,186
49	PIXEL(9,11)-1/1-{3801088.0000000, 16777215.0000000}	-32	-112	172	177		155		127	87	-24	0,102
50	PIXEL(10,11)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	71	-146	138	144		122		93	54	78	0,087
51	PIXEL(11,11)-1/1-{102.0000000, 16777215.0000000}	104	121	36	41		19	-260	127	-49	112	0,116
52	PIXEL(12,11)-1/1-{14992.0000000, 16777215.0000000}	-14	275	54	59		37	-242	145	-31	-6	0,132
53	PIXEL(13,11)-1/1-{9452032.0000000, 16777215.0000000}	-14	275	54	59		37	-242	145	-31	-6	0,132

Достоверность моделей оценивается в соответствии с предложенной автором метрикой, сходной по смыслу с известным F-критерием, но не основанной на предположении о нормальности распределения, независимо-сти и аддитивности факторов (рисунок 15):

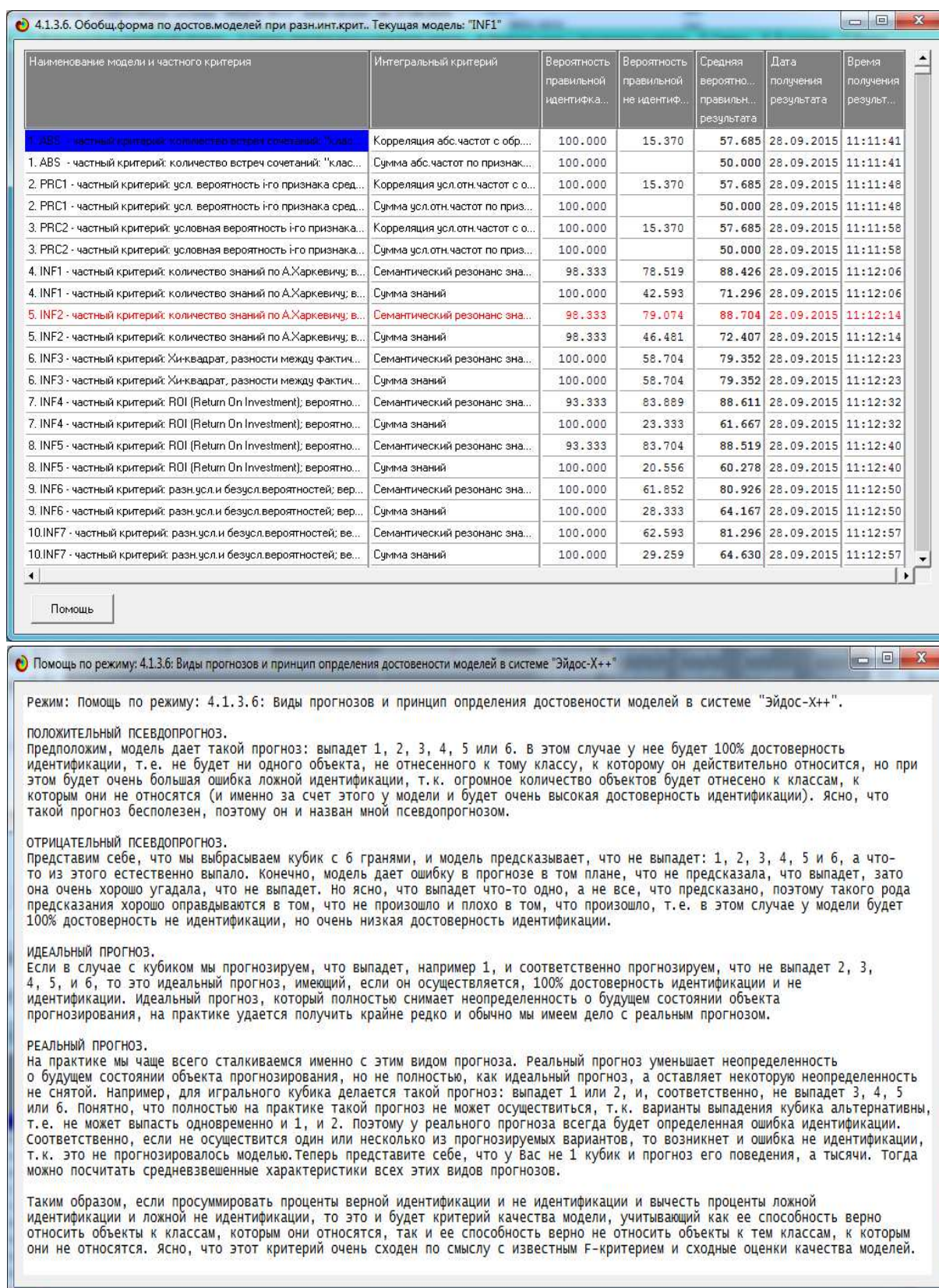


Рисунок 15. Оценка достоверности моделей системы «Эйдос» с помощью непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Из рисунка 15 видно, что наиболее достоверная модель обеспечивает 98% достоверность отнесения объекта к классу, к которому он относится, и 79% достоверность не отнесения объекта к классу, к которому он не относится. При этом объект, относящийся к классу, практически всегда имеет максимальный уровень сходства с ним, по сравнению с другими объектами. Это видно из последующих форм.

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 14 и информацией по достоверности моделей, приведенной на рисунке 15, в режиме 5.6 системы «Эйдос» зададим системно-когнитивную модель INF2 в качестве текущей и проведем в ней пакетную идентификацию в режиме 4.1.2 (рисунок 16):

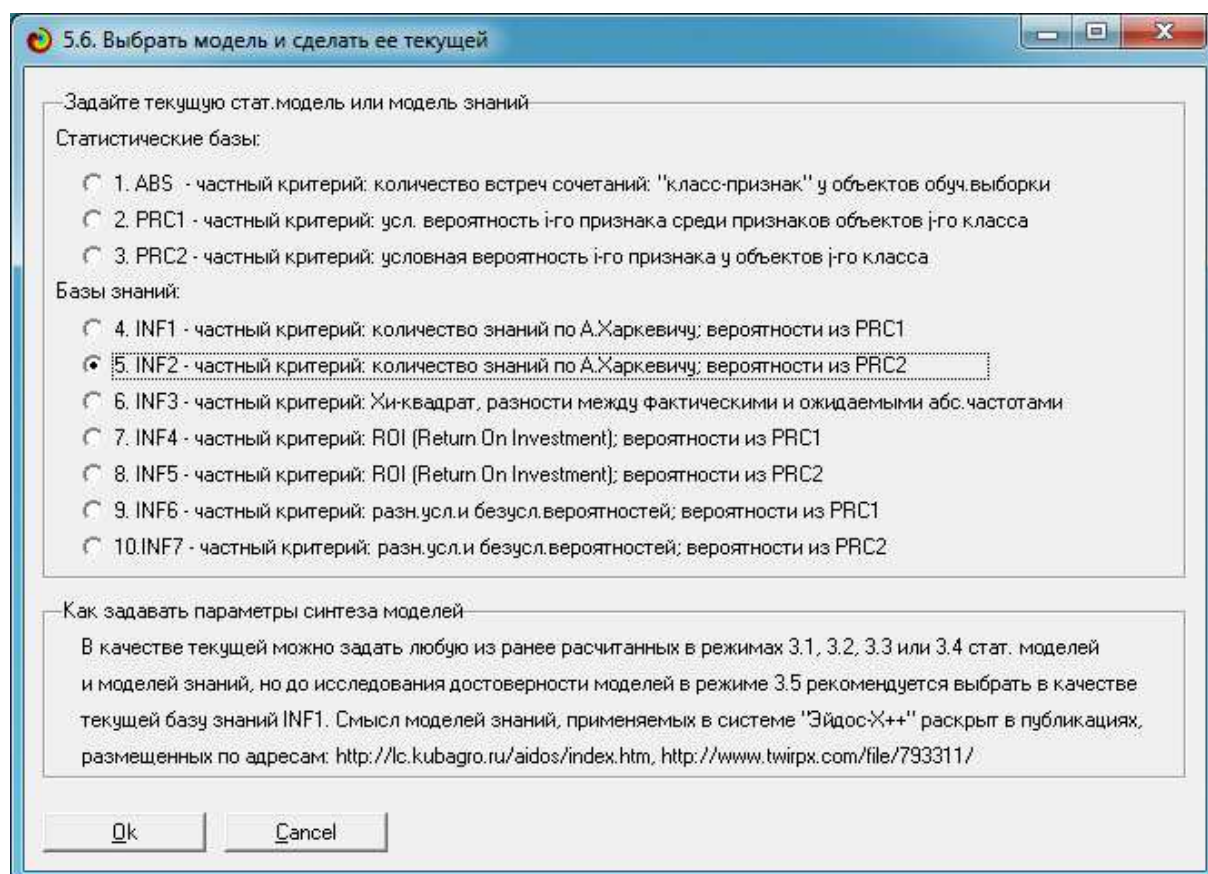


Рисунок 16. Экранная форма режима 5.6

**Решение задачи идентификации.** В режимах 4.1.3.1 и 4.1.3.2 мы получаем экранные формы с результатами идентификации заданного объекта со всеми классами (1-я форма) и всех объектов с заданным классом (2-я форма): (рисунок 17):

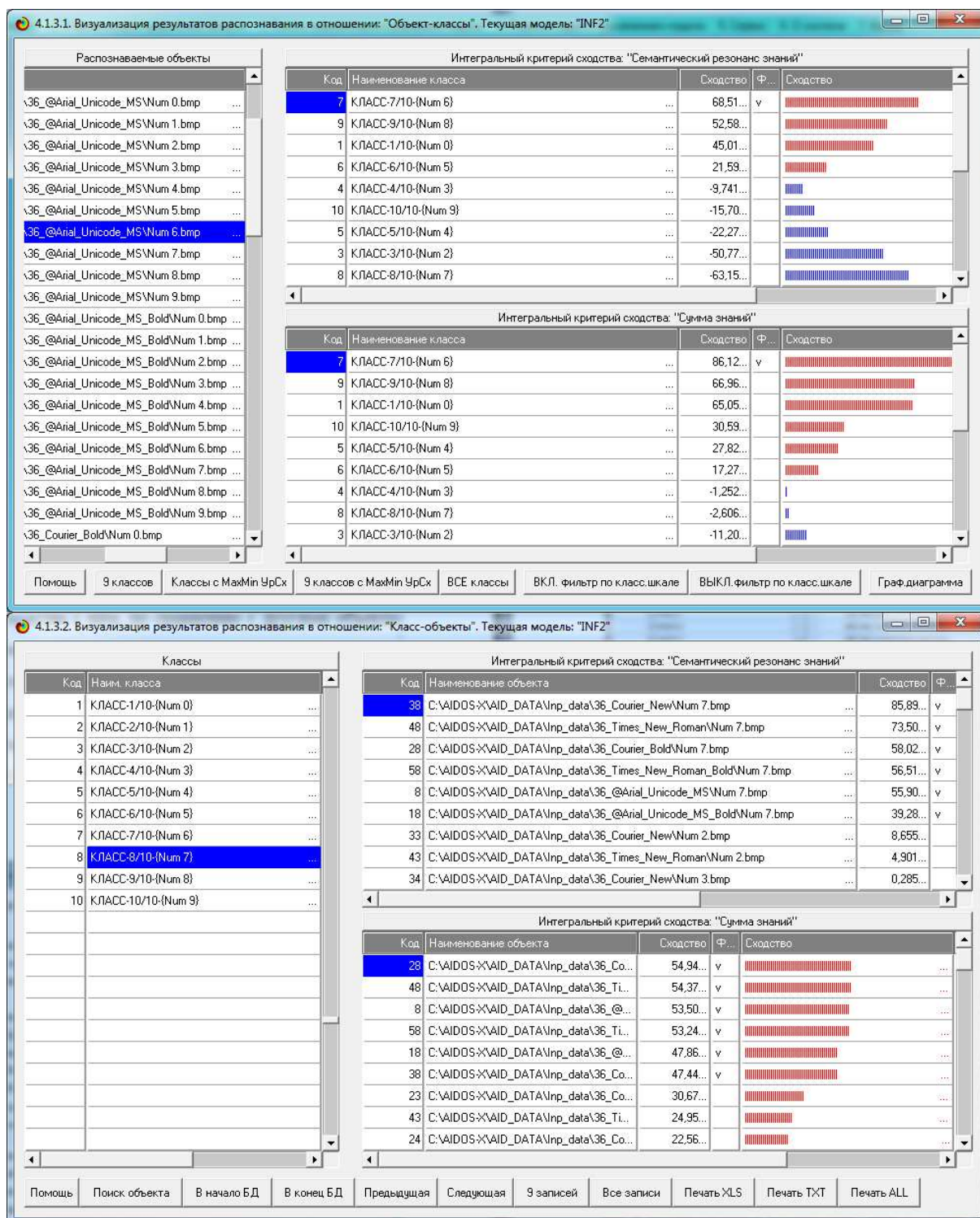


Рисунок 17. Результаты идентификации изображений конкретных символов с обобщенным образом класса: «Num 7»

Мы видим, что полученные результаты весьма разумны.

По нажатию 7-й кнопки «Просмотр и запись информационных портретов классов - обобщенных изображений» на экранной форме, приведенной на рисунке 4, осуществляется отображение на экране и запись в виде файлов информационных портретов классов, т.е. обобщенных изображений, с отображением количества информации в пикселе в форме цвета спектра: максимальное количество информации отображается красным цветом, а минимальное – фиолетовым и пурпурным (рисунок 18):



Рисунок 18. Информационный портрет обобщенного изображения

### **Решение задачи классификации.**

Результаты сравнения друг с другом обобщенных образов классов приведены на рисунках 19:

4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Конструкт класса: 1 "КЛАСС-1/10-{Num 0}" в модели: 5 "INF2"

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	КЛАСС-1/10-{Num 0}	1	1	КЛАСС-1/10-{Num 0}	100.000
2	КЛАСС-2/10-{Num 1}	2	10	КЛАСС-10/10-{Num 9}	49.040
3	КЛАСС-3/10-{Num 2}	3	7	КЛАСС-7/10-{Num 6}	40.145
4	КЛАСС-4/10-{Num 3}	4	9	КЛАСС-9/10-{Num 8}	32.772
5	КЛАСС-5/10-{Num 4}	5	6	КЛАСС-6/10-{Num 5}	11.848
6	КЛАСС-6/10-{Num 5}	6	4	КЛАСС-4/10-{Num 3}	3.272
7	КЛАСС-7/10-{Num 6}	7	3	КЛАСС-3/10-{Num 2}	-0.692
8	КЛАСС-8/10-{Num 7}	8	8	КЛАСС-8/10-{Num 7}	-20.458
9	КЛАСС-9/10-{Num 8}	9	5	КЛАСС-5/10-{Num 4}	-21.679
10	КЛАСС-10/10-{Num 9}	10	2	КЛАСС-2/10-{Num 1}	-26.255

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 График ВКЛ. фильтр по кл.шкале ВЫКЛ. фильтр по кл.шкале Вписать в окно Показать ВСЕ

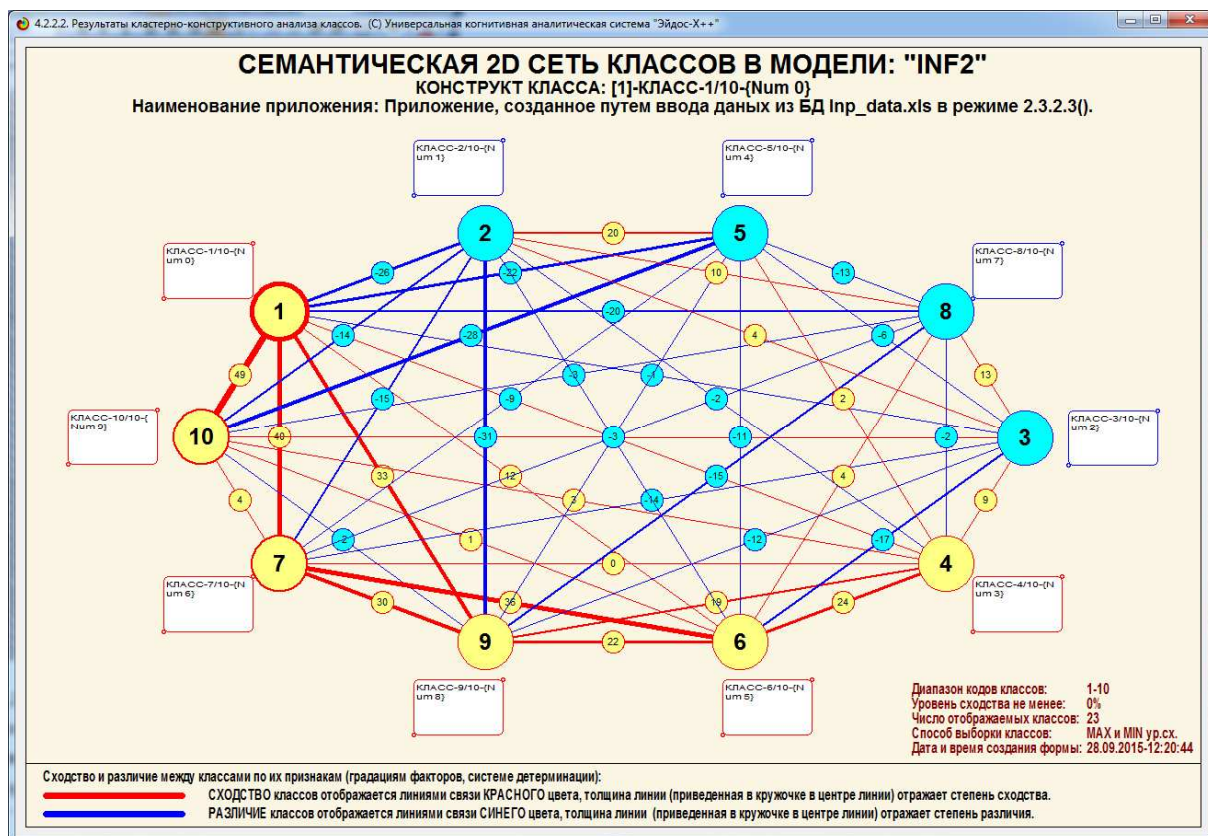


Рисунок 19. Результаты сравнения друг с другом обобщенных образов классов



Видно, что результаты классификации символов по их форме соответствует интуитивным ожиданиям.

**SWOT-анализ изображений.** Система “Эйдос” обеспечивает автоматизированный SWOT-анализ изображений [9]. Характерные и нехарактерные признаки обобщенного изображения класса: «Num 0» приведены на рисунках 20:

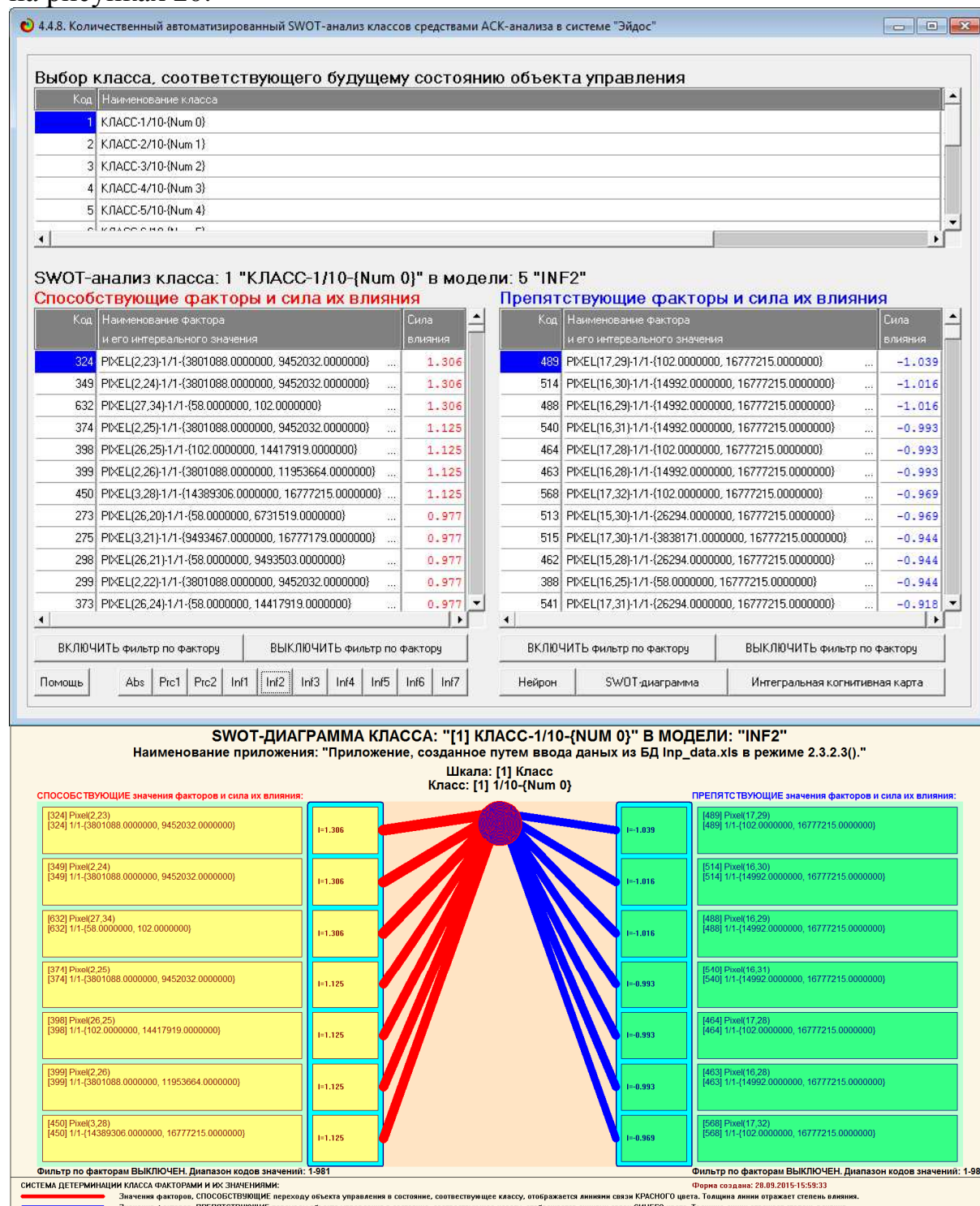


Рисунок 20. Характерные и нехарактерные признаки обобщенного изображения класса: «Num 0»

### Парето-оптимизация (абстрагирование).

Не все описательные шкалы и градации имеют одинаковую ценность для идентификации изображений. Наиболее ценные могут использоваться для решения задач, а наименее ценные вообще могут вообще не учитываться в моделях практически без ущерба для их достоверности (рисунок 21):

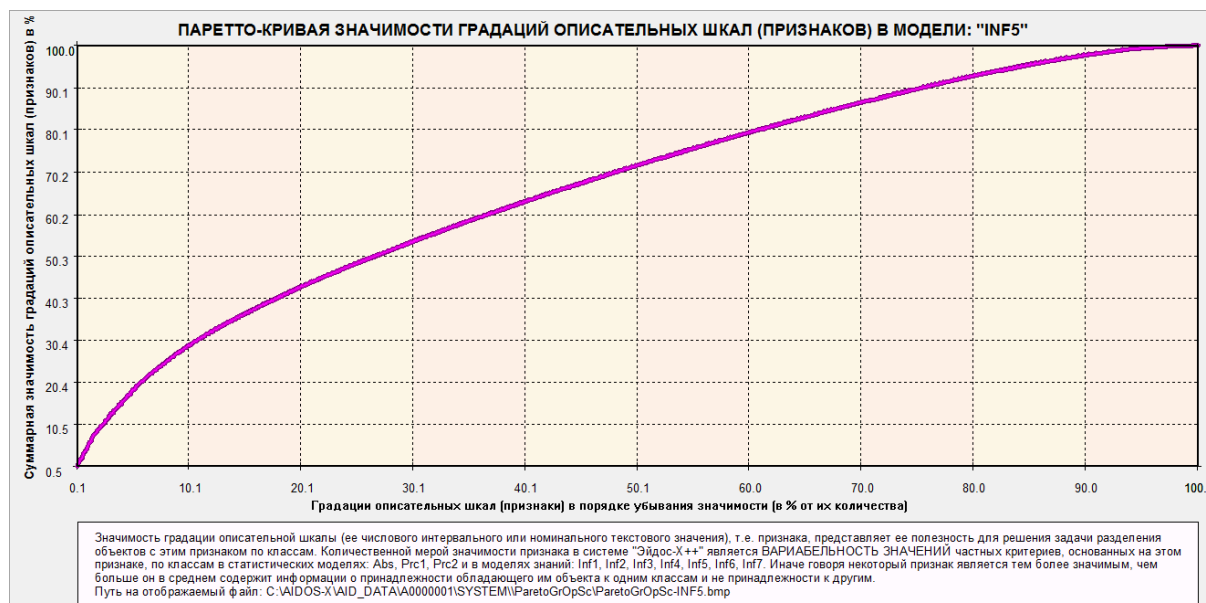


Рисунок 21. Общий вид Парето-кривой ценности градаций описательных шкал (пикселей) для идентификации конкретных изображений с обобщенными образами классов

Расшифровка наименований градаций описательных шкал, ранжированных в порядке убывания их ценности, дается в дополнительных таблицах, которые в данной статье приводить нецелесообразно.

### Выводы.

Рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для ввода (оцифровки) изображений из графических файлов, синтеза обобщенных изображений классов, их абстрагирования, классификации обобщенных изображений классов (кластеры и конструкторы), сравнения конкретных изображений с обобщенными образами (идентификация) классов, сравнения классов друг с другом. Предлагается

применить теорию информации для расчета количества информации, содержащегося в пикселе изображения о том, что это изображение принадлежит к определенному классу изображений. Приводится численный пример, в котором на основе ряда конкретных примеров изображений, принадлежащих к различным классам, формируются обобщенные образы этих классов, независимые от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдосы» этих изображений (в смысле Платона [7]) – прототипы или архетипы изображений (в смысле Юнга). Но система «Эйдос» обеспечивает не только формирование прототипов изображений, в которых количественно отражено количество информации в элементах конкретных изображений об их принадлежности к определенным прототипам, но и сравнение конкретных изображений с обобщенными (идентификация) и самих обобщенных образов изображений друг с другом (классификацию) [8].

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

*Автор благодарен Роджеру Доннэю, профессиональному разработчику программного обеспечения, разработчику высокоэффективной инструментальной системы программирования eXPress++, широко использованной при создании системы "Эйдос-X++" (Roger Donnay, Professional Developer, Developer eXPress++, Boise, Idaho USA, <http://donnay-software.com>), и всем компетентным и отзывчивым участникам форума <http://bb.donnay-software.com/donnay/index.php>, оказавшим действенную и бескорыстную помощь в разработке генератора изображений и режима оцифровки изображений, описанных в данной статье.*

## Литература

1. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ изображений (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №02(046). С. 146 – 164. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0017, IDA [article ID]: 0460902010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/10.pdf>, 1,188 у.п.л.
2. Луценко Е.В. Системно-когнитивный подход к синтезу эффективного алфавита / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №07(051). С. 109 – 129. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0067, IDA [article ID]: 0510907005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/05.pdf>, 1,312 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №06(110). С. 138 – 167. – IDA [article ID]: 1101506009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/09.pdf>, 1,875 у.п.л.

4. Луценко Е.В., Бандык Д.К. Интерфейс ввода изображений в систему "Эйдос" (Подсистема «Эйдос-img»). Свид. Роспатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2015614954 от 11.06.2015, Гос.рег.№ 2015618040, зарегистр. 29.07.2015. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015618040.jpg>.

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

7. Луценко Е.В. СК-анализ и система "Эйдос" в свете философии Платона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №01(045). С. 91 – 100. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0010, IDA [article ID]: 0450901008. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/08.pdf>, 0,625 у.п.л.

8. 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.

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

### **Literatura**

1. Lucenko E.V. Cistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №02(046). S. 146 – 164. – Shifr Informregistra: 0420900012\0017, IDA [article ID]: 0460902010. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/02/pdf/10.pdf>, 1,188 u.p.l.

2. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj podhod k sintezu jeffektivnogo alfavita / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №07(051). S. 109 – 129. – Shifr Informregistra: 0420900012\0067, IDA [article ID]: 0510907005. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/05.pdf>, 1,312 u.p.l.

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

4. Lucenko E.V., Bandyk D.K. Interfejs vvoda izobrazhenij v sistemu "Jejdos" (Podсистема «Jejdos-img»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlja JeVM, Zajavka № 2015614954 ot 11.06.2015, Gos.reg.№ 2015618040, zaregistr. 29.07.2015. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2015618040.jpg>.

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. SK-analiz i sistema "Jejdos" v svete filosofii Platona / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №01(045). S. 91 – 100. – Shifr Informregistra: 0420900012\0010, IDA [article ID]: 0450901008. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/01/pdf/08.pdf>, 0,625 u.p.l.

8. 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.

9. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual'noj sistemy «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 u.p.l.