

УДК 303.732.4

01.00.00 Физико-математические науки

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПО ИХ ВНЕШНИМ КОНТУРАМ (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*

Бандык Дмитрий Константинович

РИНЦ SPIN-код: 4072-8442

[bandyk\\_dd@mail.ru](mailto:bandyk_dd@mail.ru)*Разработчик интеллектуальных систем, Белоруссия*

В статье рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информационной и программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для ввода (оцифровки) изображений из графических файлов, синтеза обобщенных изображений классов, их абстрагирования, классификации обобщенных изображений (кластеры и конструируемые), сравнения конкретных изображений с обобщенными образами (идентификация). Предлагается новый подход к оцифровке изображений, основанный на использовании полярной системы координат, центра тяжести изображения и его контура. Перед оцифровкой изображений могут применяться их преобразования, стандартизирующие положение изображений, их размеры и поворот. Поэтому, если заданы эти опция, то результаты оцифровки и АСК-анализа изображений могут быть инвариантны (независимы) относительно их положения, размеров и поворота. Это означает, что в модели на основе ряда конкретных примеров будет создан один образ каждого класса изображений, независимый от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона) - прототип или архетип (в смысле Юнга) изображений. Но система «Эйдос» обеспечивает не только формирование прототипов изображений, в которых количественно отражено количество информации в элементах изображения о прототипе, но удаление из них всего несущественного для идентификации (абстрагирование), а также сравнение конкретных изображений с обобщенными (идентификация) и самих обобщенных образов изображений друг с другом (классификацию). Приведен развернутый численный пример АСК-анализа изображений

UDC 303.732.4

Physical-Mathematical sciences

**AUTOMATED SYSTEMIC-COGNITIVE ANALYSIS OF CONTOURS OF IMAGES (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*

Bandyk Dmitry Konstantinovich

SPIN-code: 4072-8442

[bandyk\\_dd@mail.ru](mailto:bandyk_dd@mail.ru)*artificial intelligence developer, Belarus*

In the article the application of systemic-cognitive analysis, its mathematical model - the system theory of the information and its program toolkit - "Eidos" system for 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 a new approach to the digitization of images, based on the use of the polar coordinate system, the center of gravity of the image and its contour. Before digitizing images we can use their changes to standardize the position of the picture-frames, their size and rotation. Therefore, if you specify this option, the results of digitization and image ASC-analysis can be invariant (independent) to their position, size and rotation. This means that in the model on the basis of a number of specific examples we will create one image of each class of images, independent of their specific implementations, i.e., the "Eidos" of these images (in the sense of Plato) - a prototype or archetype (in the Jungian sense) images. But the "Eidos" system provides not only the formation of prototype images, which quantitatively reflects the amount of information in the image elements of the prototype, but the removal of all irrelevant to identification (abstraction), and the comparison of specific images with generic (identification) and the generalized images of images together (classification). The article provides a detailed numerical example of ASC-analysis of images

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

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)

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)

Данная статья может рассматриваться как продолжение работы [1] и посвящена применению автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [2] и его программного инструментария – системы «Эйдос» для интеллектуальной обработки изображений по их внешним контурам, т.е. для их оцифровки, создания моделей конкретных изображений, формирования обобщенных изображений на основе ряда конкретных, относящихся к одной категории (классу), абстрагирования, идентификации, классификации обобщенных изображений и решения ряда других задач.

Со времени написания работы [1] прошло 6 лет, в течение которых была разработана качественно новая версия системы «Эйдос-Х++» [3]<sup>2</sup>, в которой, в частности, реализован программный интерфейс автоматизированного ввода изображений в систему «Эйдос» (режим 2.3.2.4).

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

---

<sup>2</sup> См., также: <http://lc.kubagro.ru/> <http://ej.kubagro.ru/a/viewaut.asp?id=11>

кластеров, т.е. конструкторов. Можно также количественно оценивать степень сходства конкретных изображений с обобщенными, т.е. идентифицировать эти конкретные изображения.

Рассмотрим решение некоторых из этих задач в АСК-анализе и системе «Эйдос-Х++» версии 25.06.2015 и выше.

Для этого в «Диспетчере приложений» (режим 1.3) (рисунок 1) запустим режим: «АСК-анализ изображений», выход на который осуществляется нажатием соответствующей кнопки крайней справа:

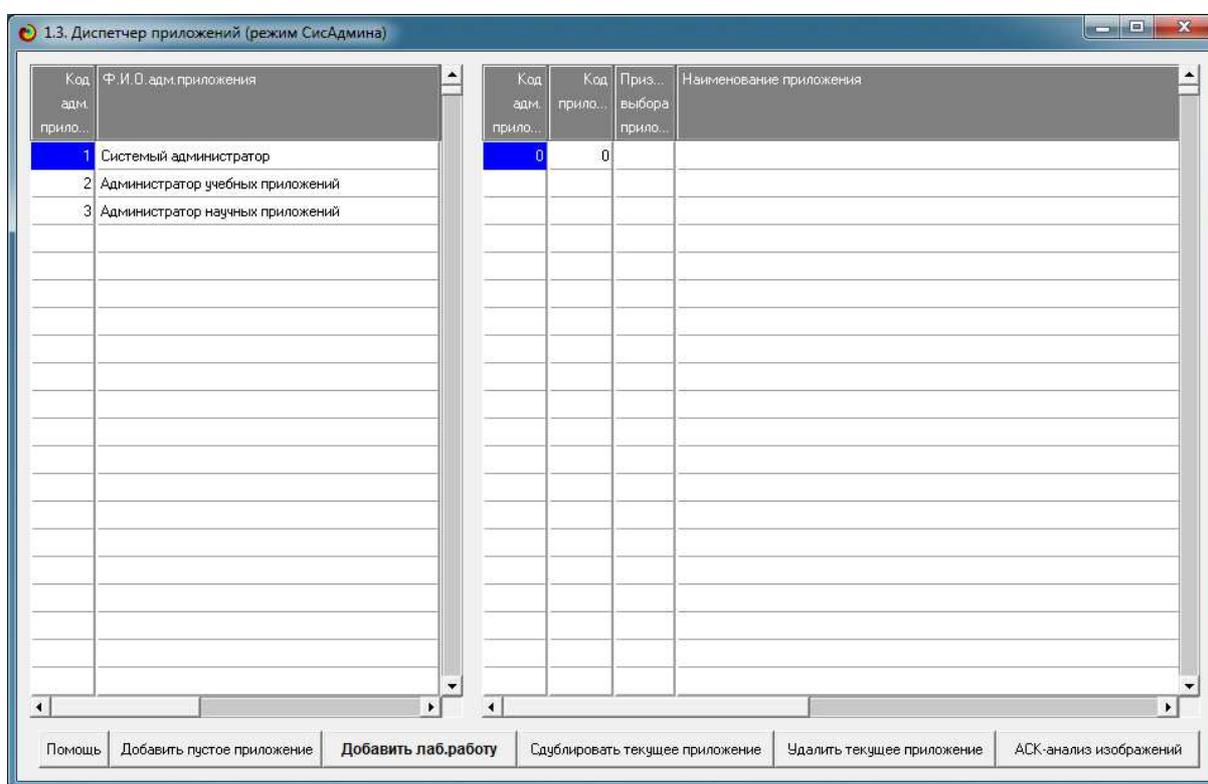


Рисунок 1. Экранная форма «Диспетчера приложений» (режим 1.3)

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

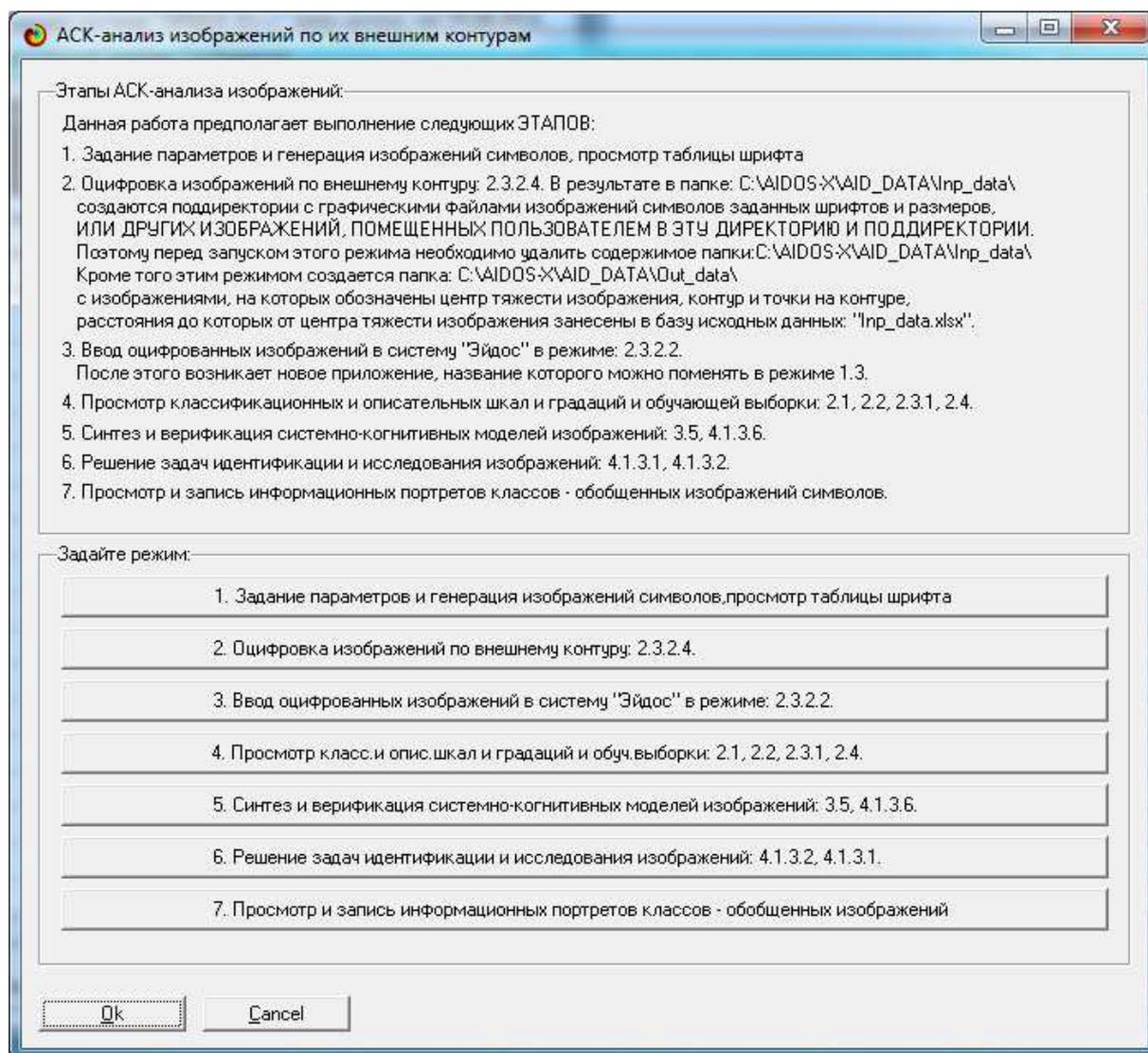


Рисунок 2. Экранная форма режима: «АСК-анализ изображений»

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 в качестве учебного режима для освоения методов интеллектуальной обработки изображений, а также для выполнения реальных научных и практических задач.

Для удобства использования данного режима в учебных целях в его состав включен генератор изображений символов различных размеров и шрифтов, которые задаются пользователем в диалоге (рисунок 3):

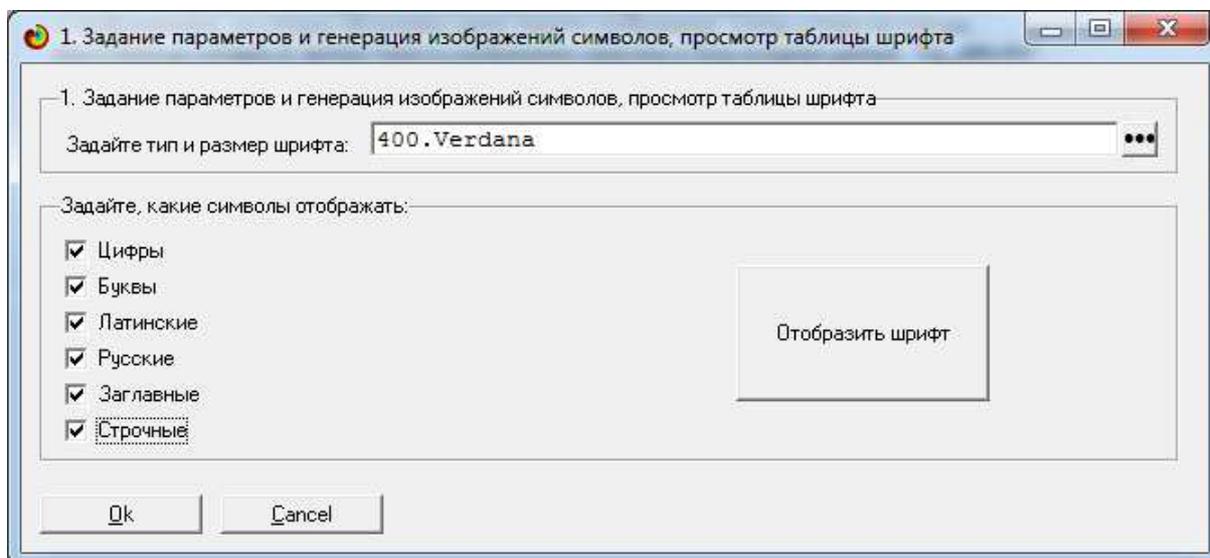


Рисунок 3. Экранная форма генератора изображений символов режима: «АСК-анализ изображений»

При нажатии на кнопке:  появляется стандартное окно выбора типа шрифта и его стиля (рисунок 4):

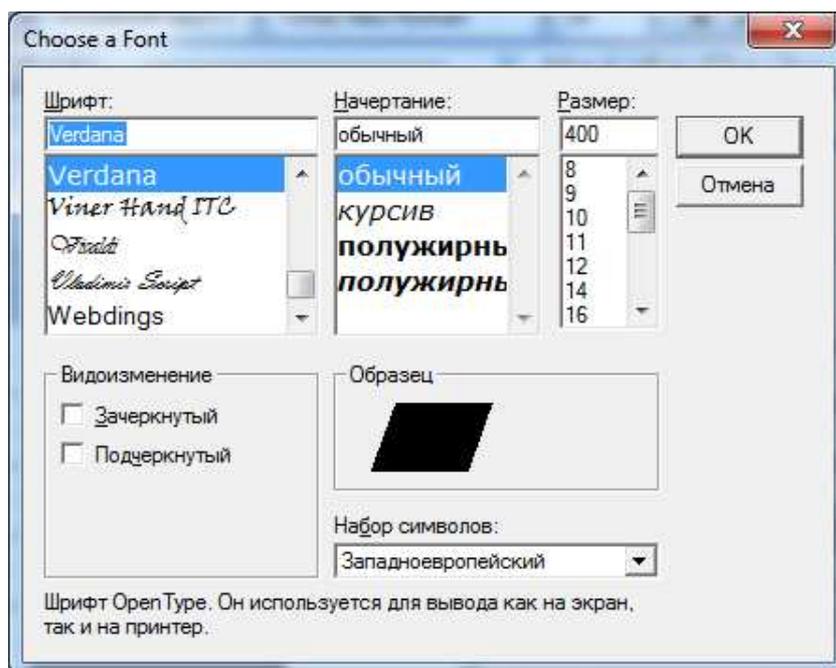


Рисунок 4. Стандартное окно выбора типа шрифта и его стиля

С помощью этого окна выбираем шрифты для численного примера, исследуемого в данной статье.

Если в папке Inp\_data не было поддиректории с изображениями символов заданного шрифта, то она создается и об этом выводится сообщение (рисунок 5):

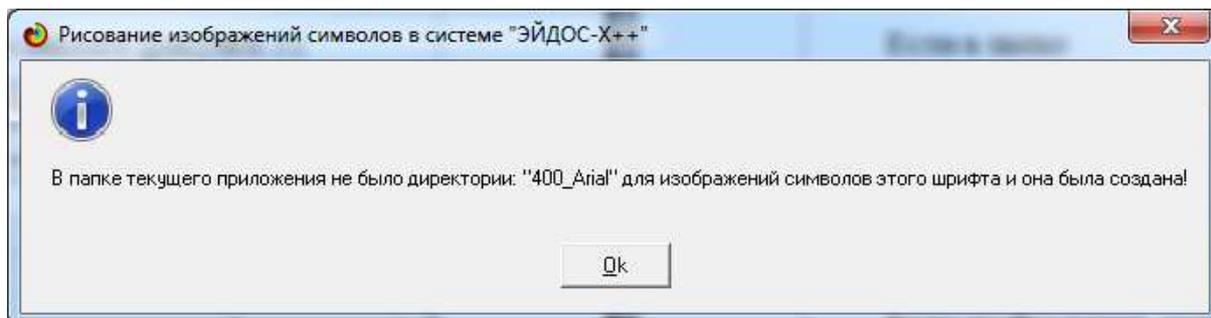


Рисунок 5. Предупреждение о создании поддиректории для изображений

Затем начинается генерация и запись в созданную поддиректорию заданных изображений. Каждое из них перед записью отображается на экране в отдельном окне (рисунок 6):



Рисунок 6. Отображение сгенерированного изображения перед записью

Для численного примера мы задали все цифры, заглавные и строчные буквы русского латинского алфавитов следующих типов шрифтов:

Том в устройстве C не имеет метки.

Серийный номер тома: 2271-3A8D

Содержимое папки c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data

```

25.06.2015 17:32 <DIR> .
25.06.2015 17:32 <DIR> ..
25.06.2015 17:28 <DIR> 400_Arial
25.06.2015 17:30 <DIR> 400_Courier_New
25.06.2015 17:31 <DIR> 400_Times_New_Roman
25.06.2015 17:19 <DIR> 400_Verdana
25.06.2015 17:32 0 dir.txt
25.06.2015 16:18 <DIR> Paint
25.06.2015 16:48 <DIR> Почтовый шрифт
                1 файлов                0 байт
                8 папок 52 767 449 088 байт свободно
    
```

Ниже на рисунке 7 приведены имена сгенерированных файлов изображений символов одной из поддиректорий (400\_Arial):

Имя	Тип	Размер	Дата
[..]			
Eng Lower z	bmp	Eng Upper Z	bmp
Eng Lower a	bmp	Eng Upper A	bmp
Eng Lower b	bmp	Eng Upper B	bmp
Eng Lower c	bmp	Eng Upper C	bmp
Eng Lower d	bmp	Eng Upper D	bmp
Eng Lower e	bmp	Eng Upper E	bmp
Eng Lower f	bmp	Eng Upper F	bmp
Eng Lower g	bmp	Eng Upper G	bmp
Eng Lower h	bmp	Eng Upper H	bmp
Eng Lower i	bmp	Eng Upper I	bmp
Eng Lower j	bmp	Eng Upper J	bmp
Eng Lower k	bmp	Eng Upper K	bmp
Eng Lower l	bmp	Eng Upper L	bmp
Eng Lower m	bmp	Eng Upper M	bmp
Eng Lower n	bmp	Eng Upper N	bmp
Eng Lower o	bmp	Eng Upper O	bmp
Eng Lower p	bmp	Eng Upper P	bmp
Eng Lower q	bmp	Eng Upper Q	bmp
Eng Lower r	bmp	Eng Upper R	bmp
Eng Lower s	bmp	Eng Upper S	bmp
Eng Lower t	bmp	Eng Upper T	bmp
Eng Lower u	bmp	Eng Upper U	bmp
Eng Lower v	bmp	Eng Upper V	bmp
Eng Lower w	bmp	Eng Upper W	bmp
Eng Lower x	bmp	Eng Upper X	bmp
Eng Lower y	bmp	Eng Upper Y	bmp
Num 0	bmp	Rus Lower a	bmp
Num 1	bmp	Rus Lower б	bmp
Num 2	bmp	Rus Lower в	bmp
Num 3	bmp	Rus Lower г	bmp
Num 4	bmp	Rus Lower д	bmp
Num 5	bmp	Rus Lower е	bmp
Num 6	bmp	Rus Lower ж	bmp
Num 7	bmp	Rus Lower з	bmp
Num 8	bmp	Rus Lower и	bmp
Num 9	bmp	Rus Lower й	bmp
Rus Lower п	bmp	Rus Lower к	bmp
Rus Lower р	bmp	Rus Lower л	bmp
Rus Lower с	bmp	Rus Lower м	bmp
Rus Lower т	bmp	Rus Lower н	bmp
Rus Lower у	bmp	Rus Lower о	bmp
Rus Lower ф	bmp	Rus Lower п	bmp
Rus Lower х	bmp	Rus Lower р	bmp
Rus Lower ц	bmp	Rus Lower с	bmp
Rus Lower ч	bmp	Rus Lower т	bmp
Rus Lower ш	bmp	Rus Lower у	bmp
Rus Lower щ	bmp	Rus Lower ф	bmp
Rus Upper Й	bmp	Rus Lower ь	bmp
Rus Upper К	bmp	Rus Lower ы	bmp
Rus Upper Л	bmp	Rus Lower ь	bmp
Rus Upper М	bmp	Rus Lower э	bmp
Rus Upper Н	bmp	Rus Lower ю	bmp
Rus Upper О	bmp	Rus Lower я	bmp
Rus Upper П	bmp	Rus Upper А	bmp
Rus Upper Р	bmp	Rus Upper Б	bmp
Rus Upper Т	bmp	Rus Upper В	bmp
Rus Upper У	bmp	Rus Upper Г	bmp
Rus Upper Ф	bmp	Rus Upper Д	bmp
Rus Upper Х	bmp	Rus Upper Е	bmp
Rus Upper Ц	bmp	Rus Upper Ж	bmp
Rus Upper Ч	bmp	Rus Upper З	bmp
Rus Upper Ш	bmp	Rus Upper И	bmp
Rus Upper Т	bmp		
Rus Upper У	bmp		
Rus Upper Ф	bmp		
Rus Upper Х	bmp		
Rus Upper Ц	bmp		
Rus Upper Ч	bmp		
Rus Upper Ш	bmp		
Rus Upper Щ	bmp		
Rus Upper Ъ	bmp		
Rus Upper Ы	bmp		
Rus Upper Ь	bmp		
Rus Upper Э	bmp		
Rus Upper Ю	bmp		
Rus Upper Я	bmp		

Рисунок 7. имена сгенерированных файлов изображений символов одной из поддиректорий (400\_Arial)

На рисунке 8 приведены изображения этих символов:



Рисунок 8. Изображения символов шрифта Arial, использованные в численном примере

Кроме того в папке c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data, как мы видим, есть поддиректории Paint с простыми изображениями, созданными в одноименном графическом редакторе, а также изображения цифр почтового шрифта, которые легко найти в интернете: (рисунок 9):

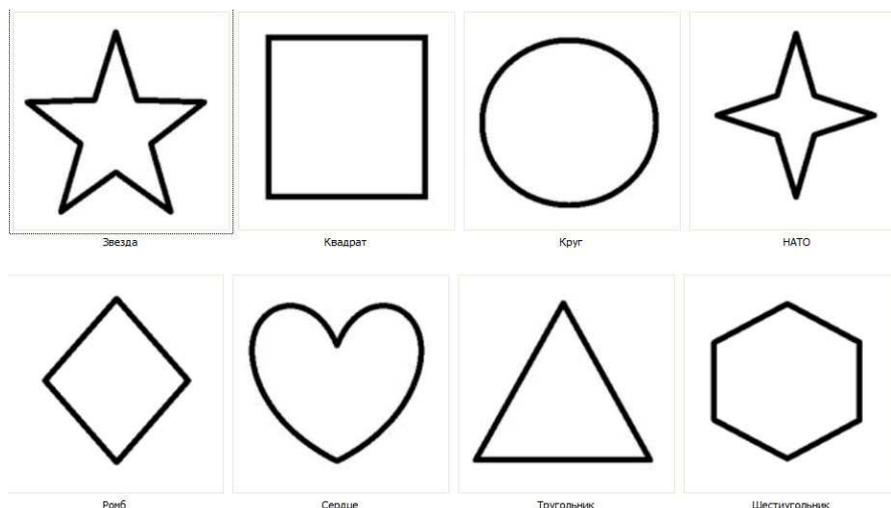


Рисунок 9. Простые изображения, созданные в графическом редакторе Paint и изображения цифр почтового шрифта, использованные в численном примере

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

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 изображений (режим 2.3.2.4)<sup>3</sup>.

Данный режим может быть запущен либо из главного меню системы «Эйдос», либо из главной экранной формы режима АСК-анализа изображений, приведенной на рисунке 2 (2-я кнопка).

При запуске этого режима появляется окно с параметрами оцифровки (рисунок 10):

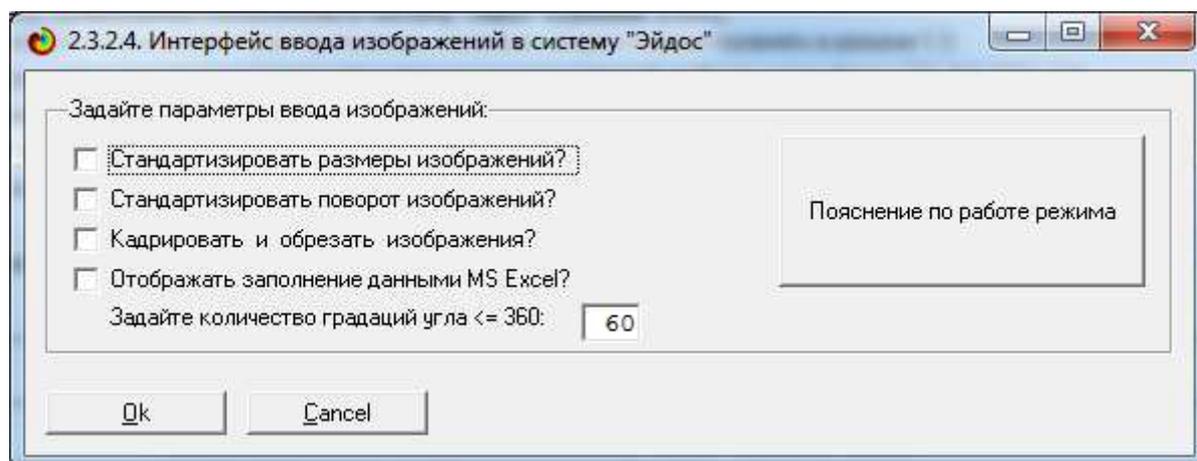


Рисунок 10. Экранная форма режима 2.3.2.4, предназначенная для задания параметров оцифровки изображений

При запуске данного режима стадия исполнения отображается в экранной форме, приведенной на рисунке 11:

<sup>3</sup> Программная реализация и алгоритмы Д.К.Бандык по постановке и алгоритмам проф.Е.В.Луценко

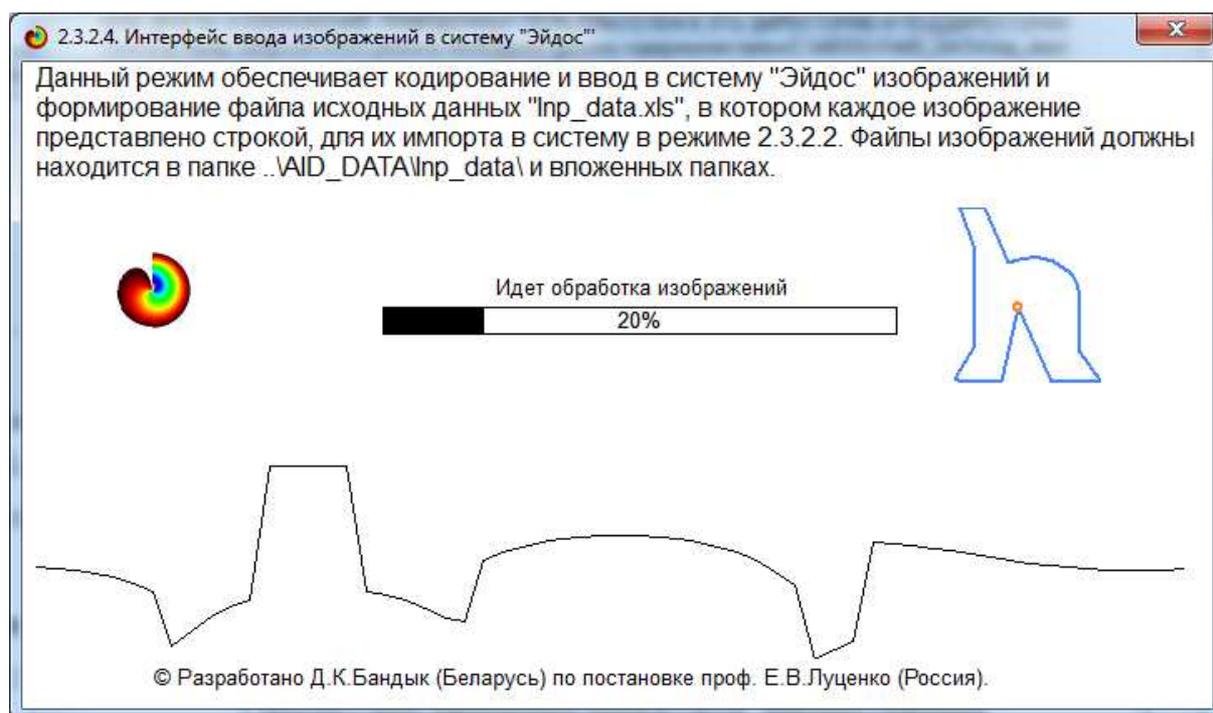


Рисунок 11. Экранная форма с отображением стадии исполнения оцифровки изображений

Данный режим:

1. Находит все поддиректории в папке: `c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\` и все графические файлы `jpg` и `bmp` в этих поддиректориях.
2. Находит контуры в этих графических файлах и их центры тяжести.
3. Записывает в папку: `c:\Aidos-X\AID_DATA\Out_data\` графические файлы, состоящие только из контуров с изображенными на них точками, которые были оцифрованы. **Необходимо особо отметить, что при этом используется полярная система координат с центром в центре тяжести изображения, а результатами оцифровки являются расстояния от центров тяжести изображений до точек их контура.** При этом структура поддиректорий и имена файлов в папках: `c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\` и `c:\Aidos-X\AID_DATA\Out_data\` совпадают. Пример контурного изображения символа «В» приведен ниже на рисунке 12:

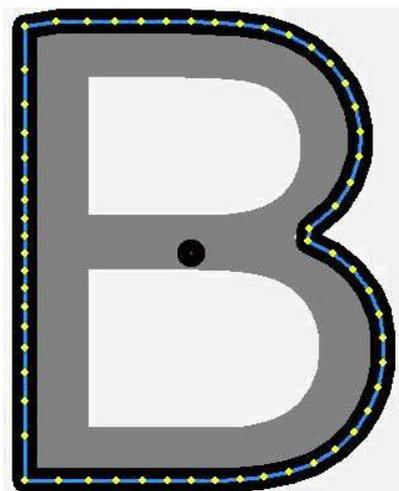


Рисунок 12. Пример контурного изображения символа: **Eng Upper B**

4. Затем режим 2.3.2.4 формирует Excel-таблицу с именем: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_data.xlsx, в которой содержатся результаты оцифровки изображений. Кроме того он формирует таблицу c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_data\_avr.xlsx с усредненными данными по классам. Пояснение по структуре этой таблицы дано в Help режиме 2.3.2.4 (рисунок 13), который можно вызвать из экранной формы, приведенной на рисунке 10:

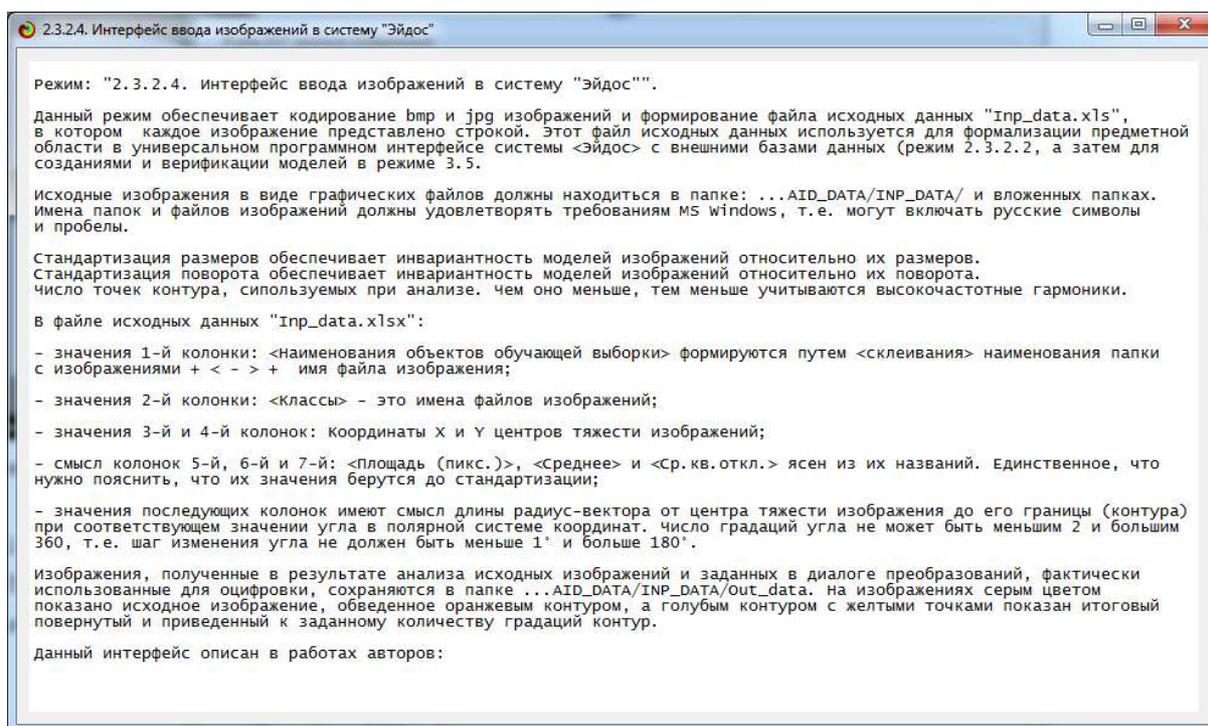


Рисунок 13. Help режима ввода изображений в систему «Эйдос»

Структура этой таблицы полностью соответствует требованиям универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2), которые приведены в Help этого режима и представлены на рисунке 14:



Рисунок 14. Help универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)



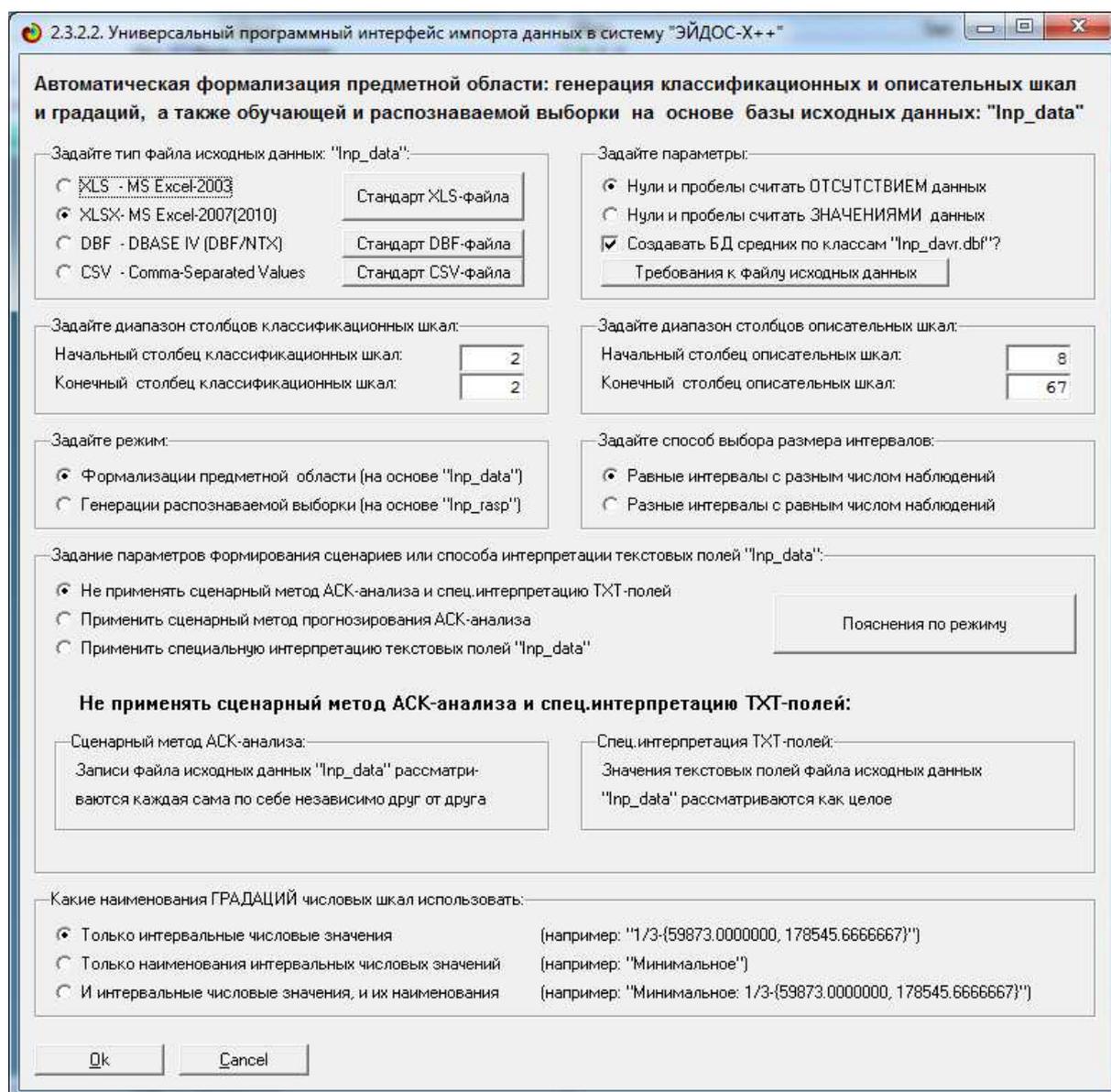


Рисунок 16. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

После запуска процесса ввода данных из файла: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_data.xlsx в базы данных системы «Эйдос» определяется количество заданных текстовых и числовых классификационных и описательных шкал и градаций [7] и выводится окно внутреннего калькулятора данного режима, в котором мы можем задать число интервальных значений в числовых шкалах (рисунок 17):

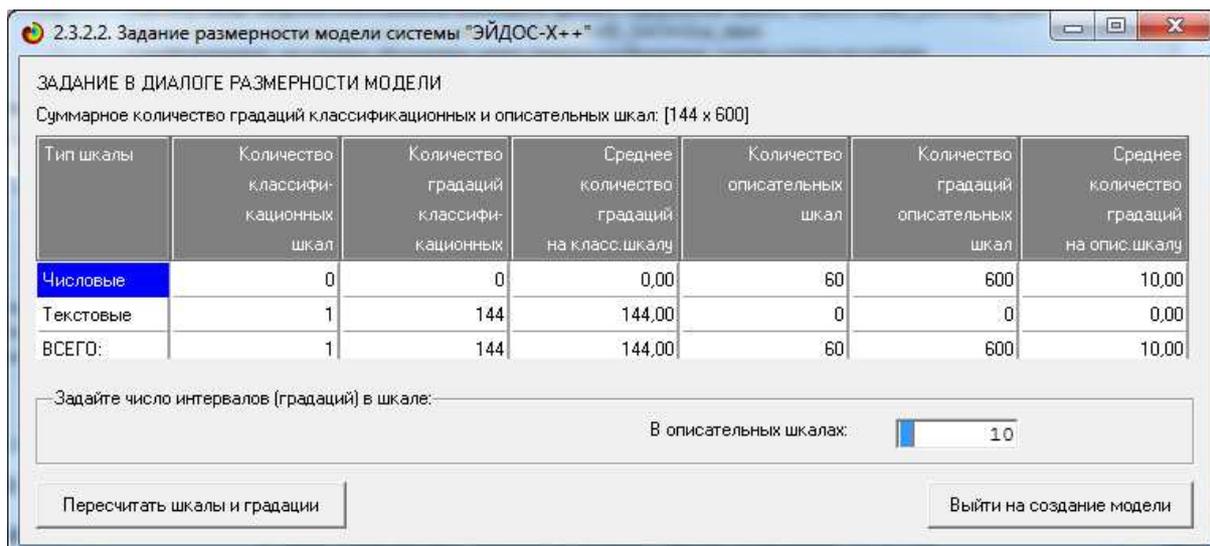


Рисунок 17. Экранная форма внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных

После клика по кнопке «Выйти на создание модели» начинается процесс импорта данных оцифровки изображений из файла `c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\inp_data.xlsx` в базы данных системы «Эйдос». При этом по сути происходит нормализация базы исходных данных, т.е. создаются справочники классификационных и описательных шкал и градаций и исходные данные кодируются с их использованием, в результате чего формируется обучающая выборка и эвентологическая база данных (рисунок 18). Сами справочники классификационных и описательных шкал и градаций, обучающая выборка и эвентологическая база данных могут быть просмотрены в режимах 2.1, 2.2, 2.3.1, 2.4 системы «Эйдос».

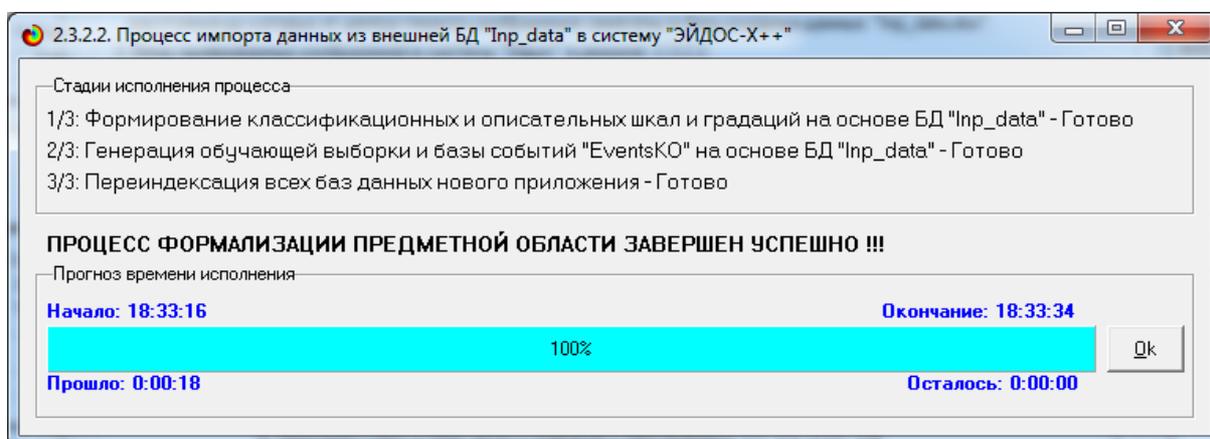


Рисунок 18. Экранная форма, отображающая этапы импорта данных из внешней базы данных в систему «Эйдос»

В результате работы программного интерфейса с внешними базами данных 2.3.2.2 также формируется таблица c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_davr.xls с усредненными данными по классам.

Затем после клика на 5-й кошке главного меню режима: «АСК-анализ изображений» появляется экранная форма режима синтеза и верификации моделей 3.5 (он может быть запущен также из главного меню системы «Эйдос») (рисунок 19):

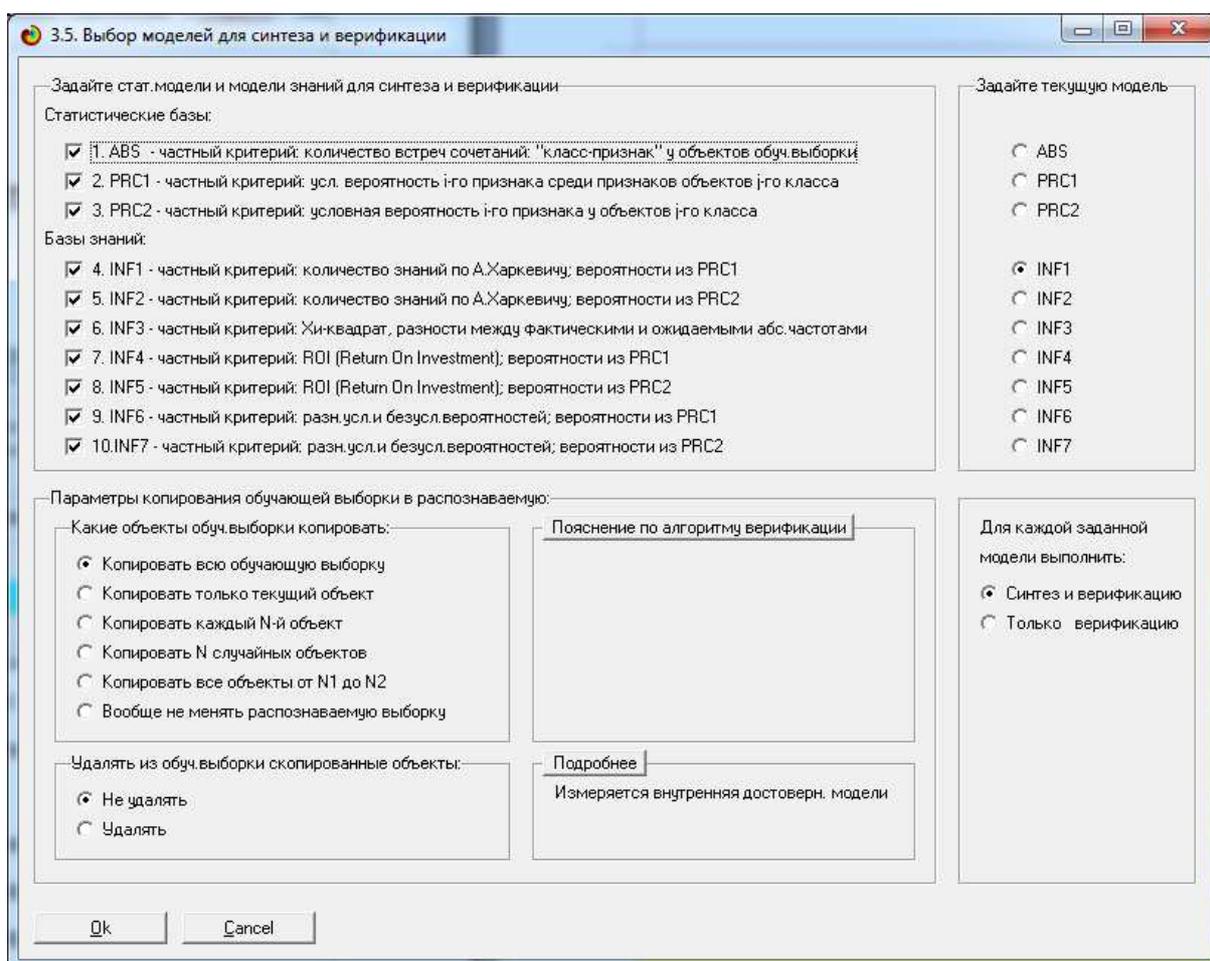


Рисунок 19. экранная форма режима синтеза и верификации моделей системы «Эйдос» (режима 3.5)

Запускаем этот режим с параметрами по умолчанию.

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) (рисунки 20 и 21).

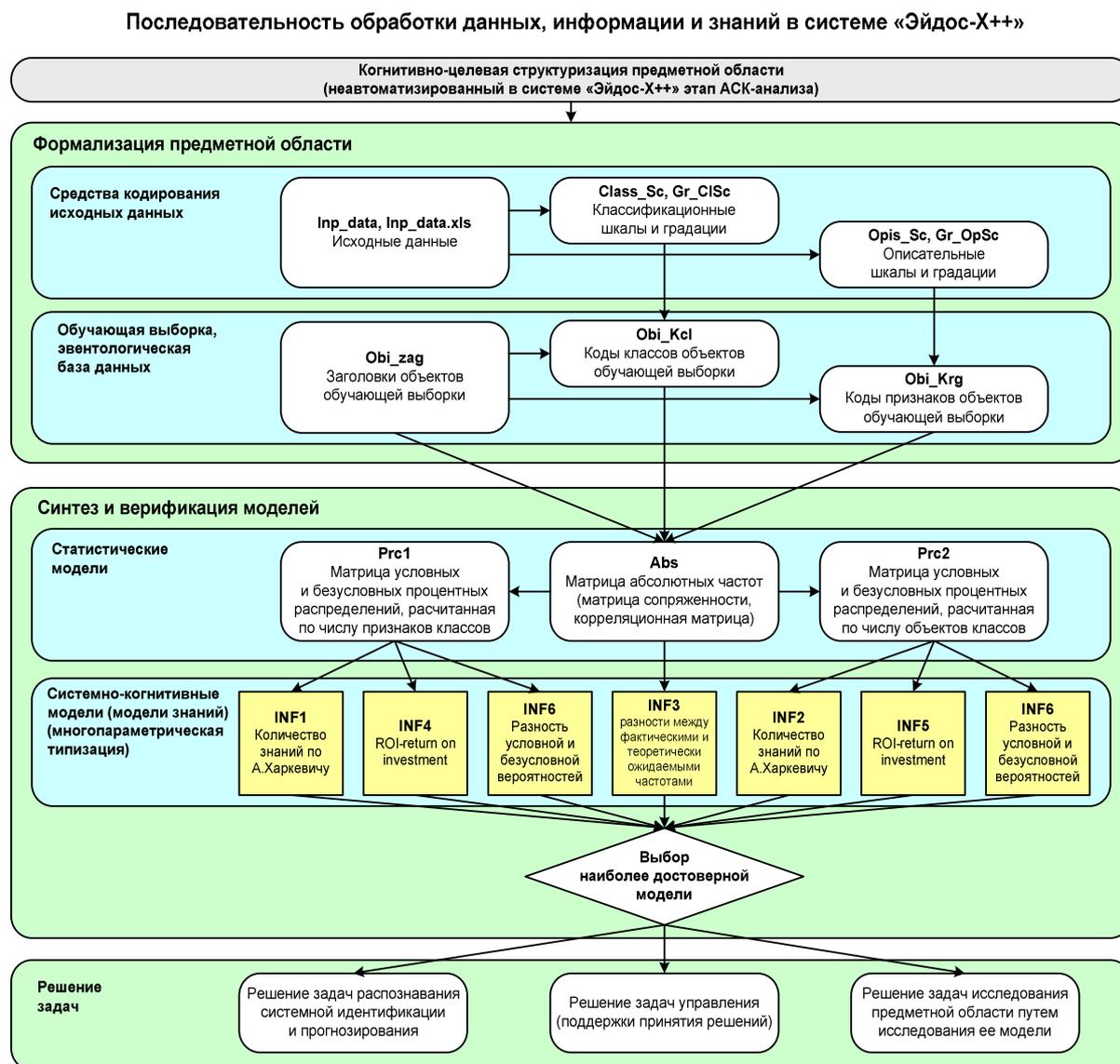


Рисунок 20. Этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям

Достоверность оценивается в соответствии с предложенной автором метрикой, сходной по смыслу с известным F-критерием, но не основанной на предположении о нормальности распределения, независимости и аддитивности факторов (рисунки 22 и 23). В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 20 и информацией по достоверности моделей, приведенной на рисунке 22, в режиме 5.6. системы «Эйдос» зададим системно-когнитивную модель INF3 в качестве текущей и проведем в ней пакетную идентификацию в режиме 4.1.2.

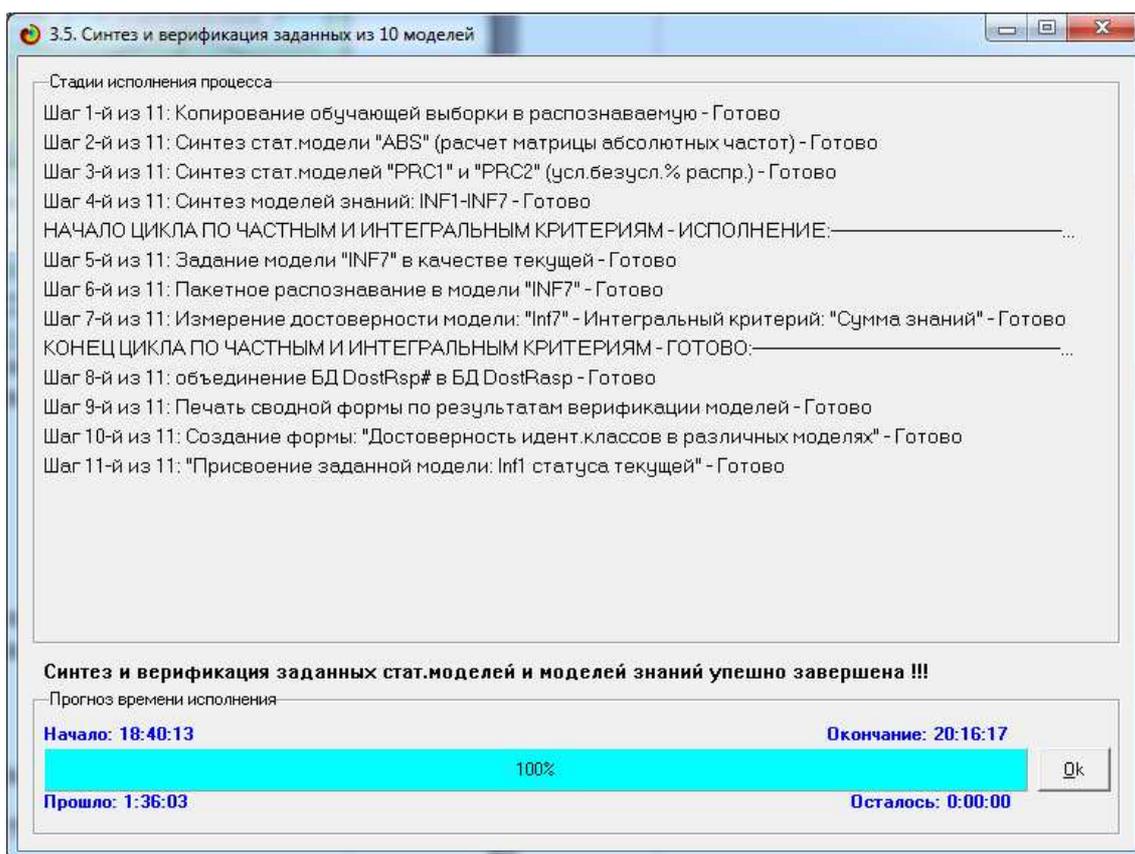


Рисунок 21. Экранная форма отображения стадии синтеза и верификации моделей

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

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифика...	Вероятность правильной не идентифика...	Средняя вероятно...	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч признаков: "Клас...	Корреляция абс.частот с обр...	100.000	27.382	63.691	25.06.2015	18:51:17
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Клас...	Сумма абс.частот по признак...	100.000	0.970	50.485	25.06.2015	18:51:18
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	26.997	63.499	25.06.2015	19:00:50
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	0.970	50.485	25.06.2015	19:00:51
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	27.382	63.691	25.06.2015	19:10:04
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	0.970	50.485	25.06.2015	19:10:05
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	99.808	44.255	72.032	25.06.2015	19:19:37
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	100.000	1.276	50.638	25.06.2015	19:19:38
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	99.808	44.167	71.988	25.06.2015	19:29:13
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	100.000	1.179	50.589	25.06.2015	19:29:13
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	100.000	57.158	78.579	25.06.2015	19:38:50
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	100.000	57.158	78.579	25.06.2015	19:38:51
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	97.701	55.694	76.698	25.06.2015	19:48:02
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	1.253	50.626	25.06.2015	19:48:03
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	97.893	55.723	76.808	25.06.2015	19:57:29
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	1.154	50.577	25.06.2015	19:57:30
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	100.000	38.261	69.131	25.06.2015	20:06:52
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Сумма знаний	100.000	1.322	50.661	25.06.2015	20:06:53
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	100.000	38.184	69.092	25.06.2015	20:16:15
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Сумма знаний	100.000	1.198	50.599	25.06.2015	20:16:16

Помощь

Рисунок 22. Оценка достоверности моделей с помощью непараметрической метрики, сходной с F-критерием

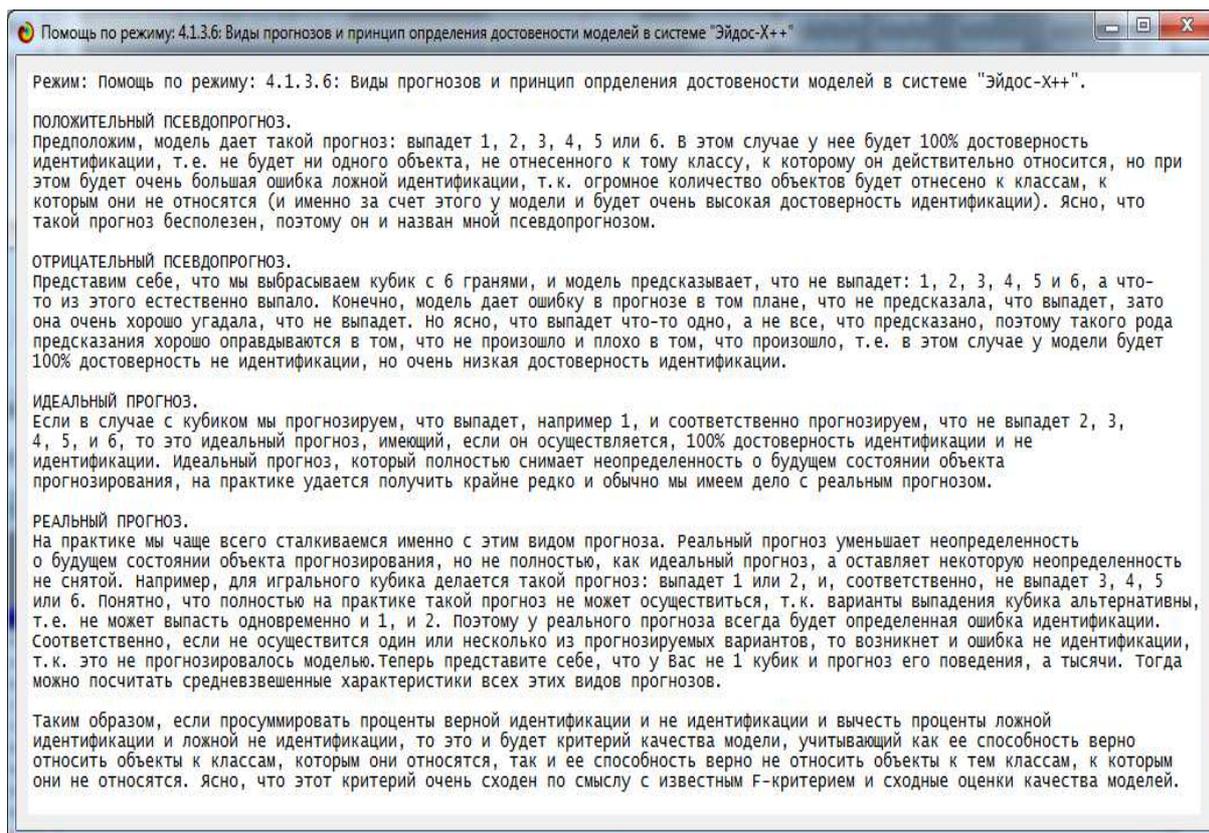


Рисунок 23. Help режима 4.1.3.6: пояснение смысла непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Из рисунка 22 мы видим, что наиболее достоверная модель обеспечивает 100% достоверность отнесения объекта к классу, к которому он относится, и 57% 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.

Затем по нажатию 6-й кнопки «Решение задач идентификации и исследования изображений» получаем экранную форму режима 4.1.3.2 с результатами идентификации объектов с заданным классом (рисунок 24):

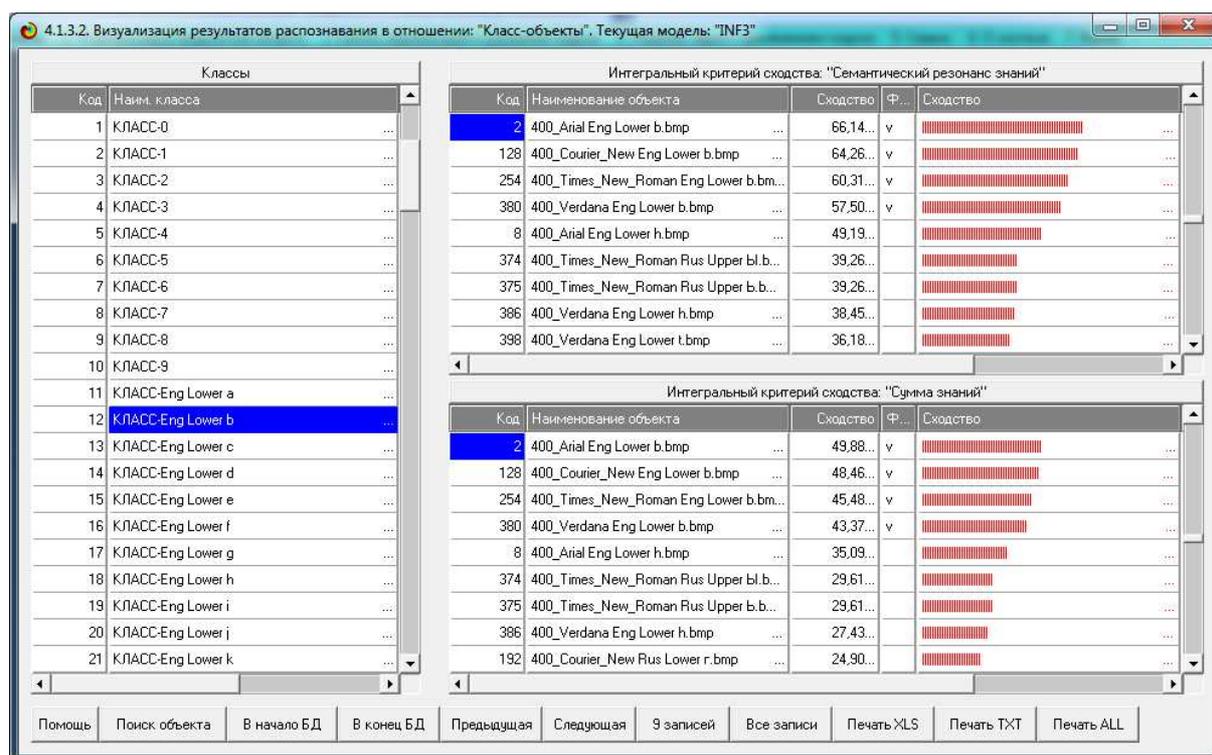


Рисунок 24. Результаты идентификации изображений конкретных символов с обобщенным образом класса: «Eng Lower b»

Мы видим, что результаты весьма разумные.

По нажатию 7-й кнопки «Просмотр и запись информационных портретов классов - обобщенных изображений символов» осуществляется отображение на экране и запись в виде файлов:

- описательных шкал и градаций в графической форме (рисунок 24);
- информационных портретов классов, т.е. обобщенных изображений символов, с отображением количества информации в элементе контура с кодированием количества информации в элементе цветом спектра: максимальное количество информации отображается красным цветом, а минимальное – фиолетовым и пурпурным (рисунки 25):

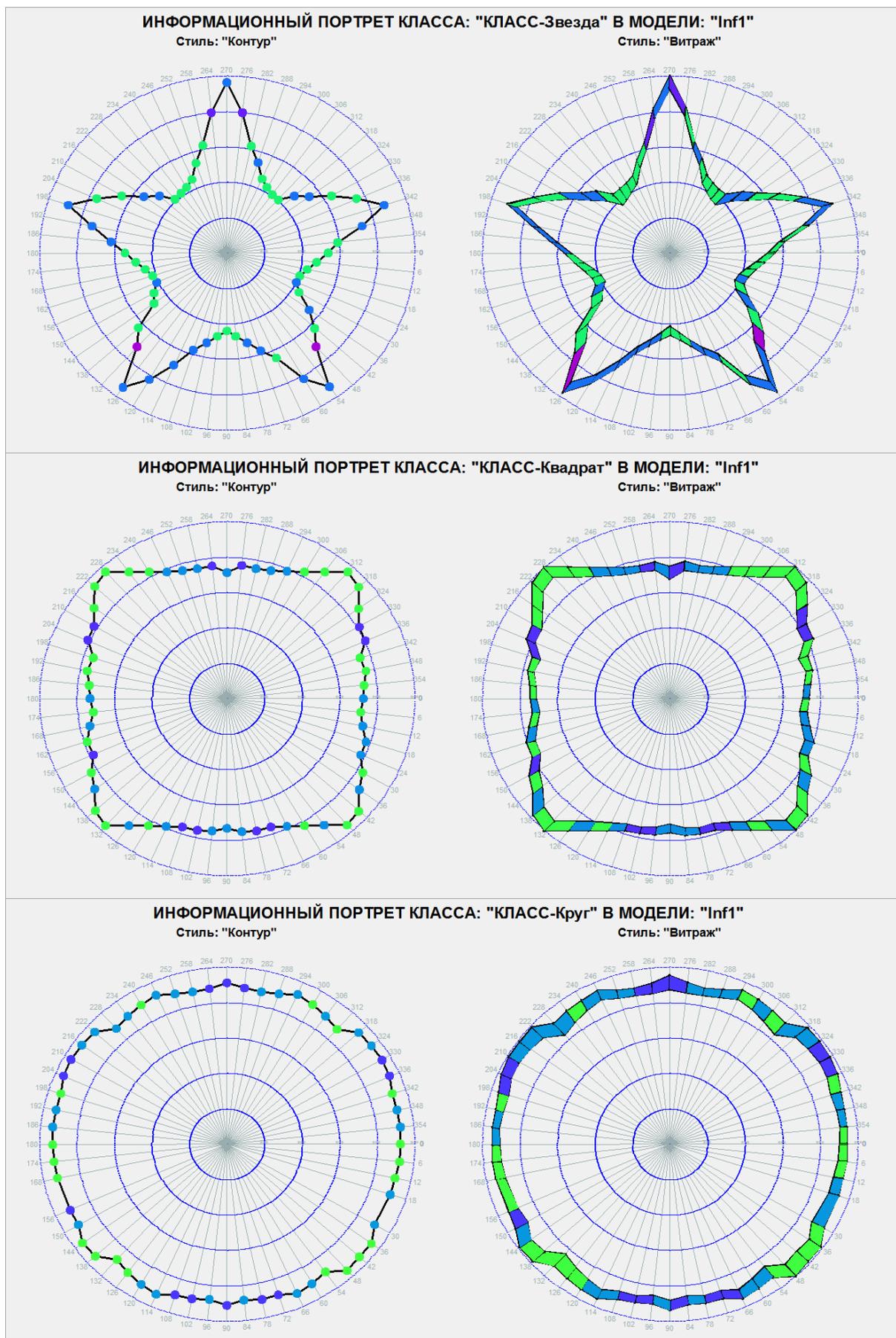


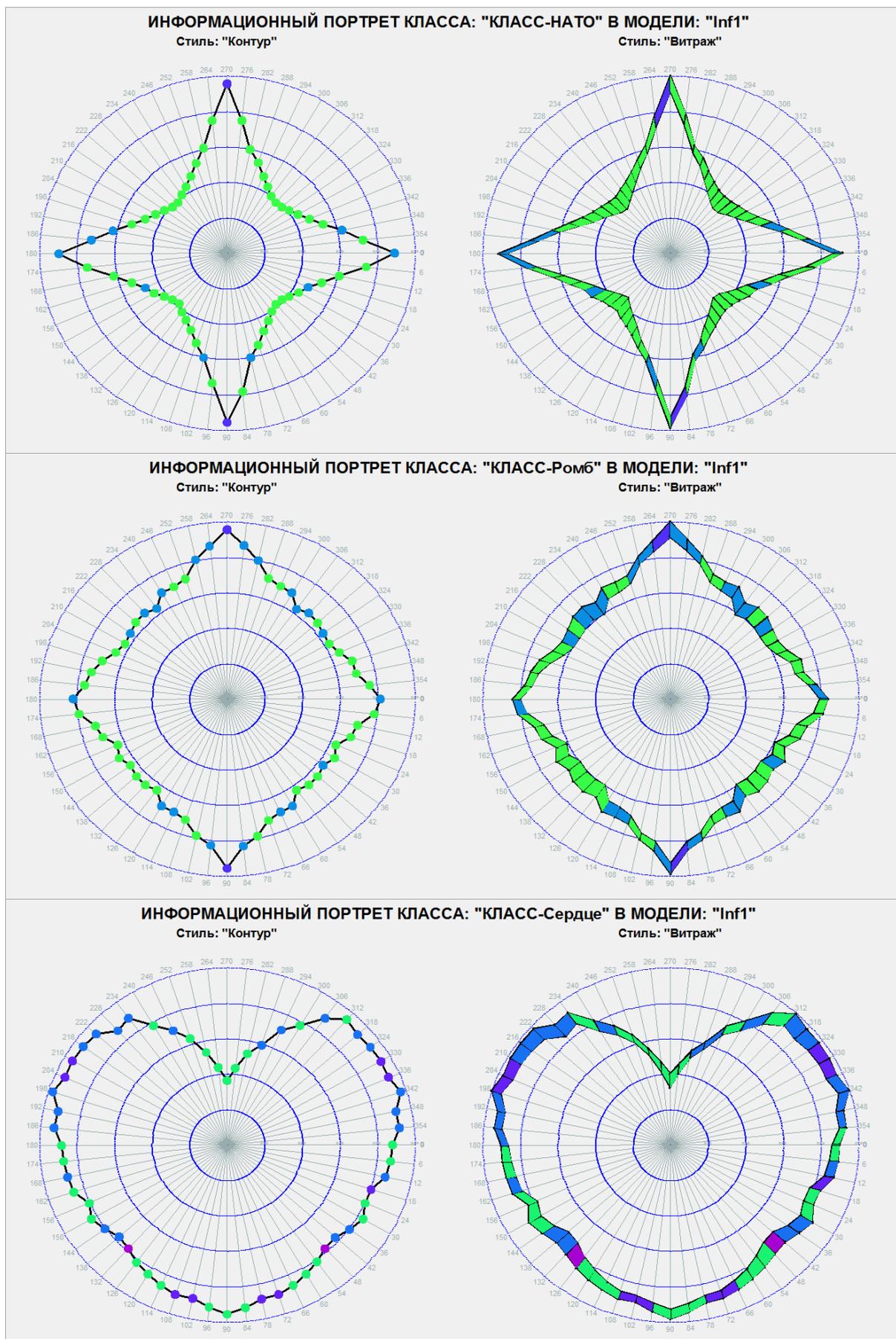


Рисунок 24. Система описательных шкал и градаций в графической форме

Каждая описательная шкала представлена на рисунке 24 определенным радиус-вектором, на котором выделено 10 (как было задано в диалоге в режиме 2.3.2.2) интервальных числовых значений длины радиус-вектора от минимального до максимального в данной шкале. Все они имеют свои коды в которых и закодированы как конкретные изображения, так и обобщенные изображения классов. Но в последних также указано какое количество информации содержится в данном элементе изображения о принадлежности конкретного изображения с этим элементом к данному классу. Ниже приведены система описательных шкал и градаций в графической форме и информационные портреты изображений простых геометрических фигур с рисунка 9, в стилях «Контур» и «Витраж» (рисунки 25):







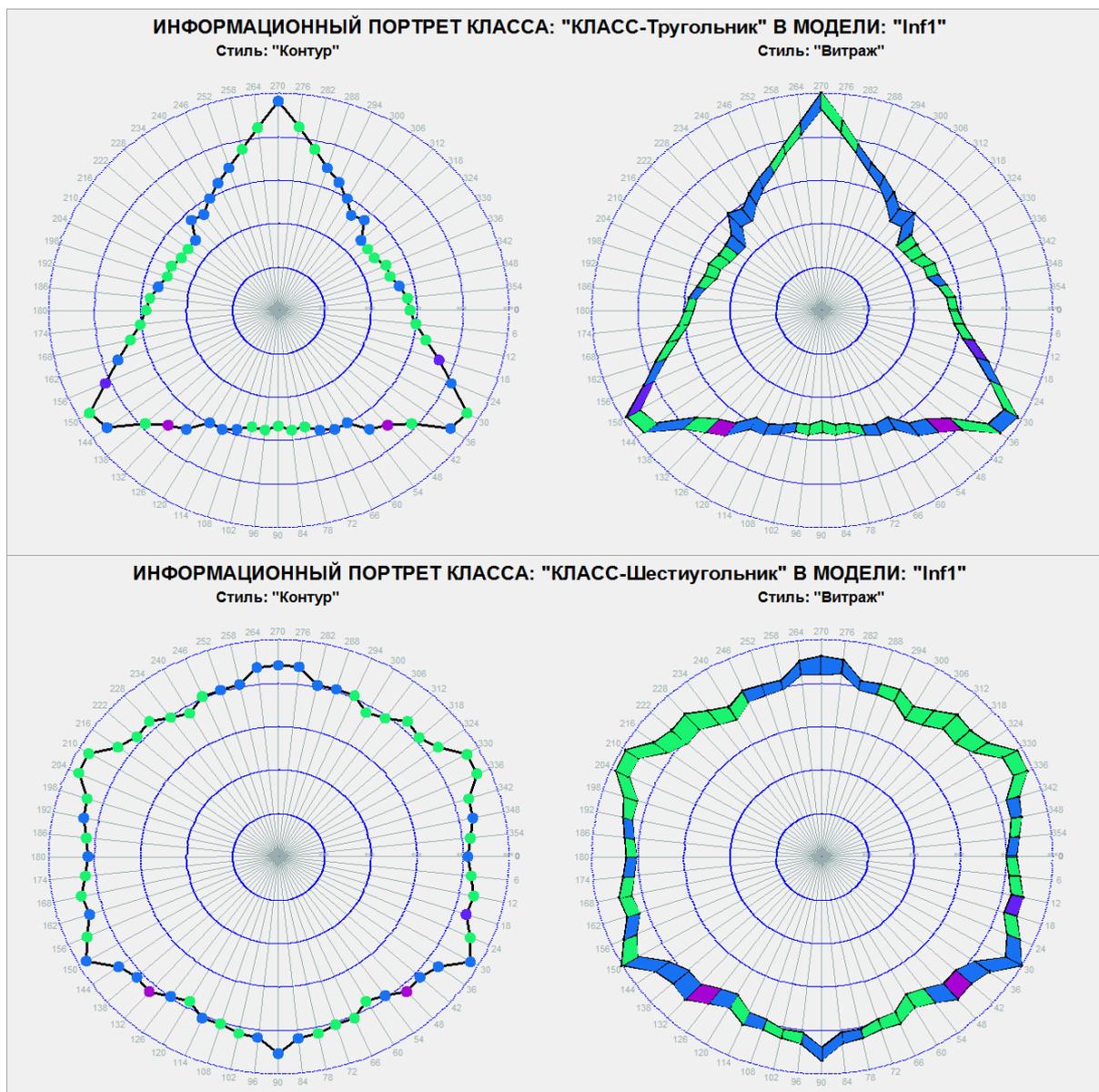


Рисунок 25. Информационные портреты изображений некоторых символов и геометрических фигур в стилях «Контур» и «Витраж» в системно-когнитивной модели INF1

**Решение задачи идентификации.**

Результаты сравнения конкретного изображения с обобщенными образами классов приведены в форме на рисунке 26:

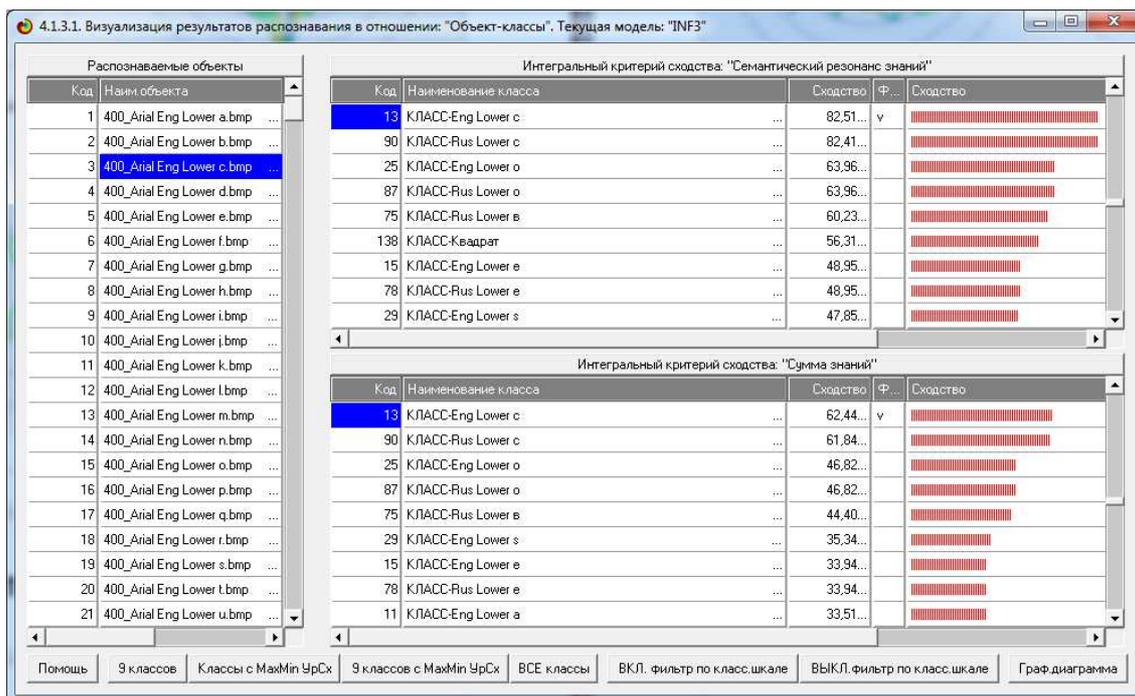
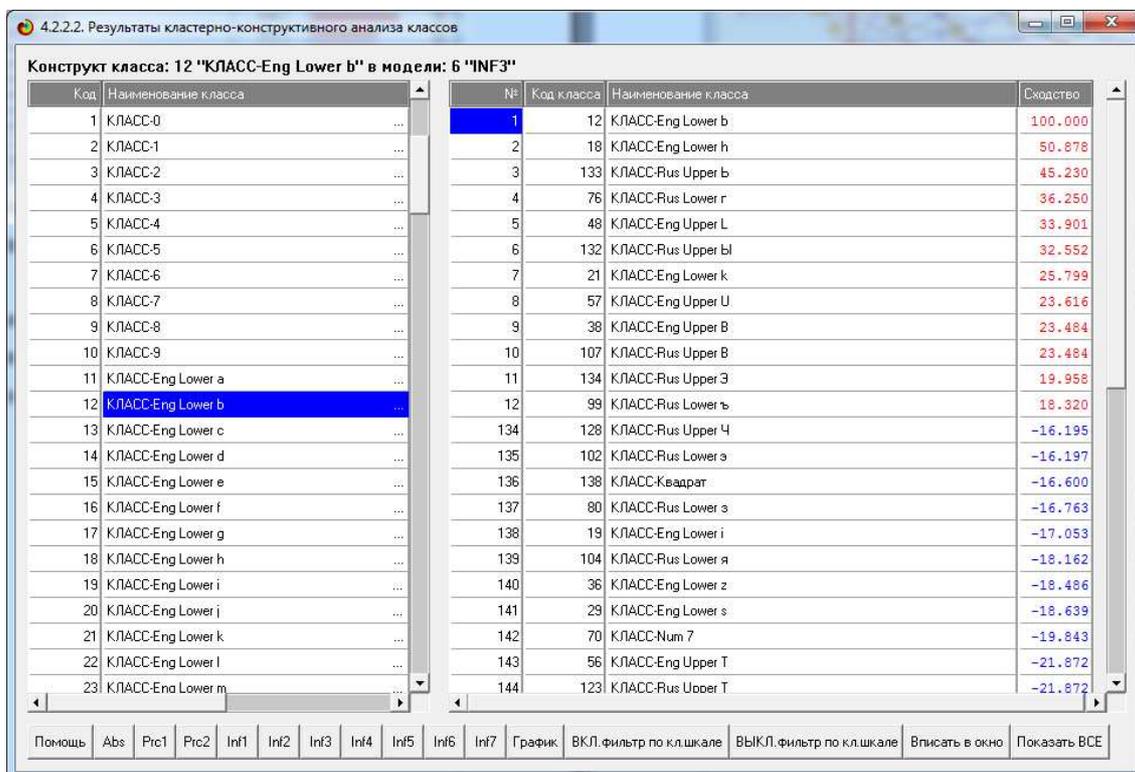


Рисунок 26. Результаты сравнения конкретного изображения с обобщенными образами классов

### Решение задачи классификации.

Результаты сравнения друг с другом обобщенных образов классов приведены на рисунках 27:



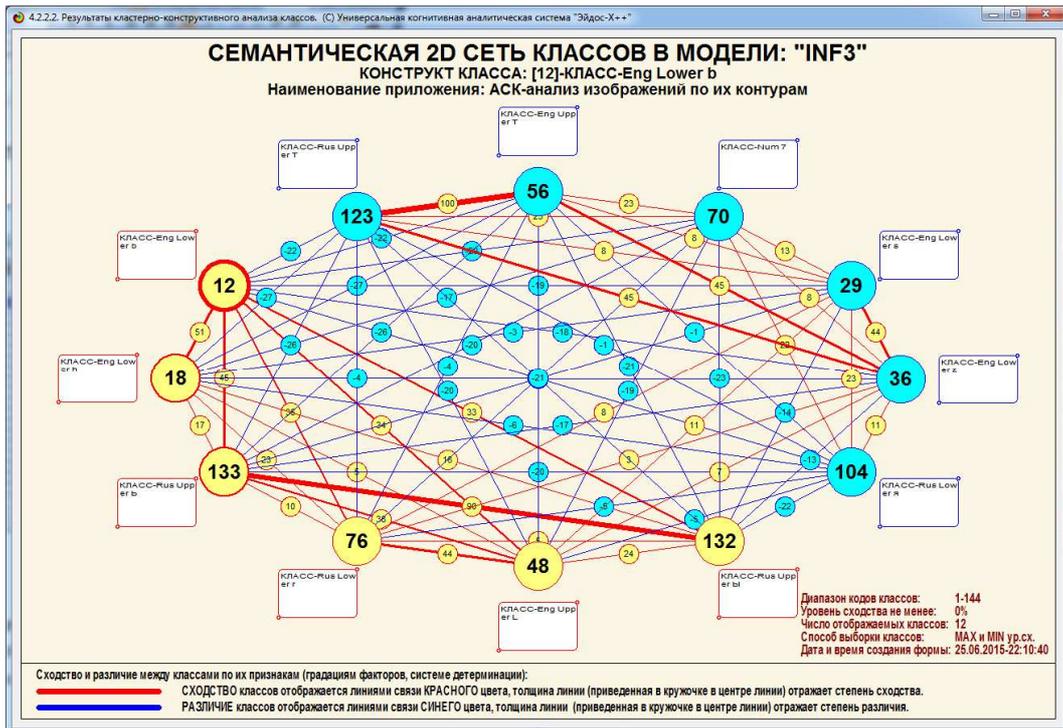
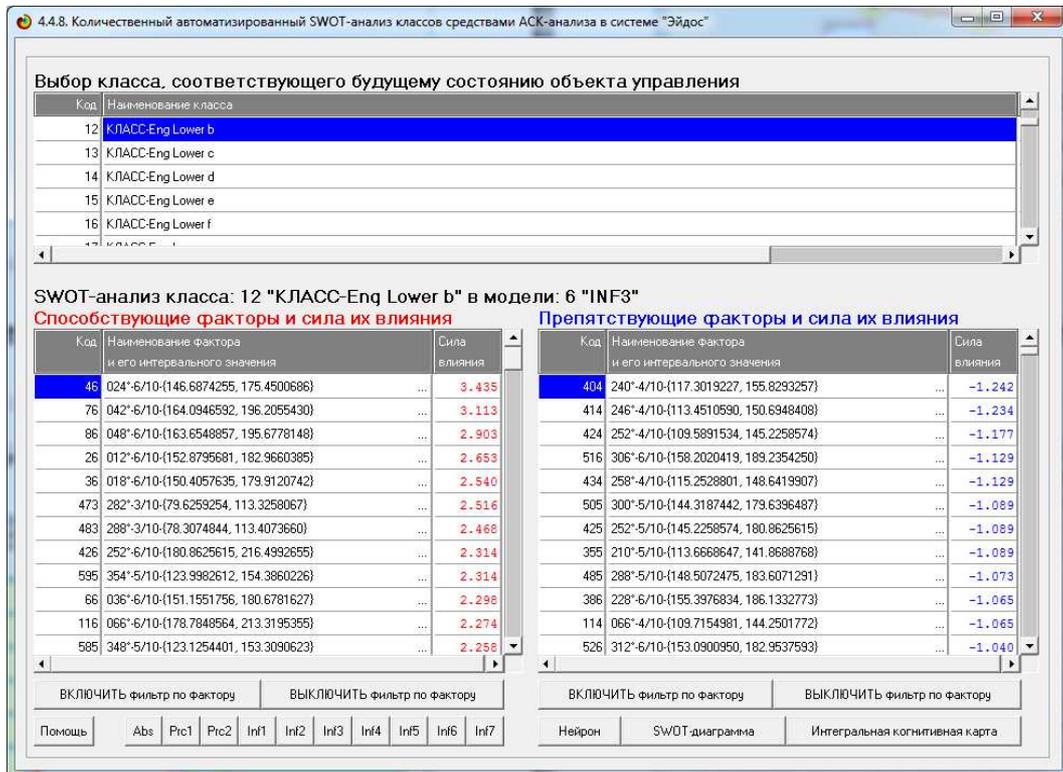


Рисунок 27. Результаты сравнения друг с другом обобщенных образов классов

### SWOT-анализ изображений.

Характерные и нехарактерные признаки обобщенного изображения класса: «Eng Lower b» приведены на рисунках 28:



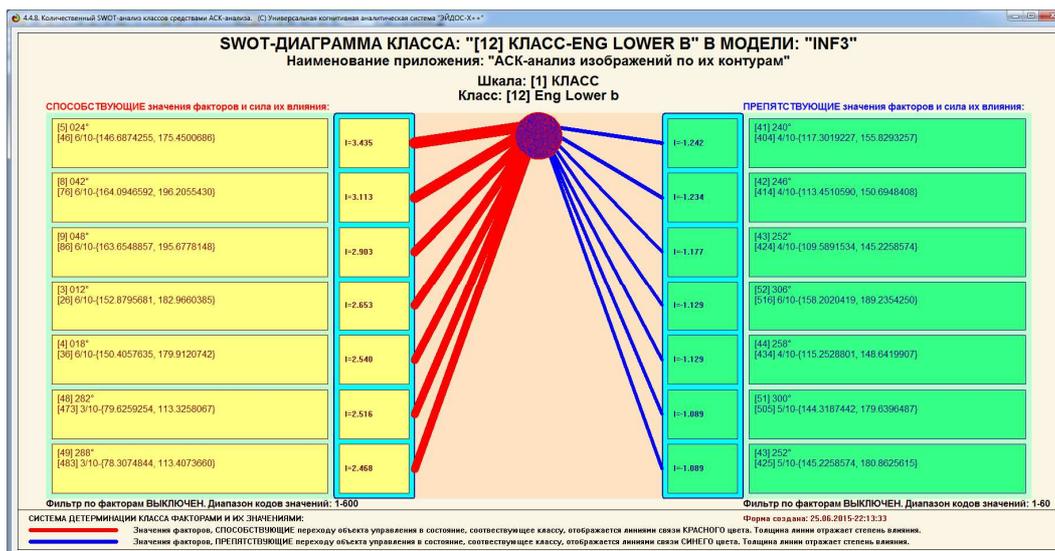


Рисунок 28. Характерные и нехарактерные признаки обобщенного изображения класса: «Eng Lower b»

### 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 29):

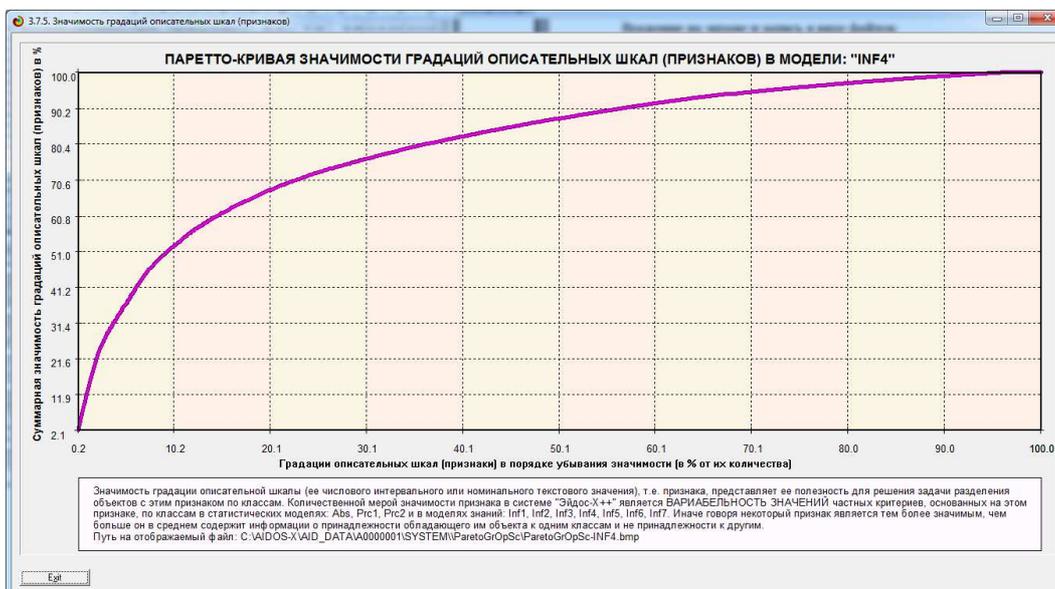


Рисунок 29. Общий вид Парето-кривой ценности градаций описательных шкал (элементов контуров изображений) для идентификации конкретных изображений с обобщенными образами классов

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

### **Выводы.**

В статье 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 (кластеры и конструкты), сравнения конкретных изображений с обобщенными образами (идентификация). Предлагается новый подход к оцифровке изображений, основанный на использовании полярной системы координат, центра тяжести изображения и его контура. Перед оцифровкой изображений могут применяться их преобразования, стандартизирующие положение изображений, их размеры и поворот. Поэтому, если заданы эти опция, то результаты оцифровки и АСК-анализа изображений могут быть инвариантны (независимы) относительно их положения, размеров и поворота. Это означает, что в модели на основе ряда конкретных примеров будет создан один образ каждого класса изображений, независящий от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона [3]) – прототип или архетип (в смысле Юнга) изображений. Но система «Эйдос» обеспечивает не только формирование прототипов изображений, в которых количественно отражено количество информации в элементах изображения о прототипе, но удаление из них всего несущественного для идентификации (абстрагирование), а также сравнение конкретных изображений с обобщенными (идентификация) и самих обобщенных образов изображений друг с другом (классификацию).

Приведен развернутый численный пример АСК-анализа изображений, основанный на изображениях символов различных шрифтов и размеров, созданных с помощью встроенного генератора символов системы «Эйдос». Однако это не является ограничением предлагаемого метода и инструментария, которые разработаны в универсальной постановке, не за-

висящей от предметной области, и, по мнению авторов, могут быть успешно применены в очень широком круге самых различных предметных областей от ампелографии, до криминалистики. Это планируется сделать в будущих работах.

Материалы данной статьи могут быть использованы при преподавании дисциплин: интеллектуальные системы; инженерия знаний и интеллектуальные системы; интеллектуальные технологии и представление знаний; представление знаний в интеллектуальных системах; основы интеллектуальных систем; введение в нейроматематику и методы нейронных сетей; основы искусственного интеллекта; интеллектуальные технологии в науке и образовании; управление знаниями; автоматизированный системно-когнитивный анализ и интеллектуальная система «Эйдос»; которые автор ведет в настоящее время<sup>5</sup>, 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). В частности с применением предложенной технологии АСК-анализа изображений по их контурам могут быть модифицированы лабораторные работы №1, № 3 [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).

Запланировано совершенствование методологии, технологии, методики и программного инструментария АСК-анализа изображений путем обобщения описанного в данной работе подхода.

## 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.

<sup>5</sup> [http://lc.kubagro.ru/My\\_training\\_schedule.doc](http://lc.kubagro.ru/My_training_schedule.doc)

2. Луценко Е.В. Синтез и верификация многокритериальной системно-когнитивной модели университетского рейтинга Гардиан и ее применение для сопоставимой оценки эффективности российских вузов с учетом направления подготовки / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). С. 1 – 62. – IDA [article ID]: 1071503001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/01.pdf>, 3,875 у.п.л.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

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

## Literatura

1. Lucenko E.V. Sistemno-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. Sintez i verifikacija mnogokriterial'noj sistemno-kognitivnoj modeli universitetskogo rejtinga Gardian i ee primenenie dlja sopostavimoy ocenki jeffektivnosti rossijskih vuzov s uchetom napravlenija podgotovki / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №03(107). S. 1 – 62. – IDA [article ID]: 1071503001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/01.pdf>, 3,875 u.p.l.

3. Lucenko E.V. SK-analiz i sistema "Jejdos" v svete filosofii Platona / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj 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.

4. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz funkcij i vosstanovlenie ih znachenij po priznakam argumenta na osnove apriornoj informacii (intellektual'nye tehnologii interpoljacji, jekstrapoljacji, prognozirovanija i prinjatija reshenij po kartograficheskim bazam dannyh) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj 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.

5. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj podhod k sintezu jeffektivnogo alfavita / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj 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.

6. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual'noj sistemy «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj 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.

7. Lucenko E.V. Metrizacija izmeritel'nyh shkal razlichnyh tipov i sovместnaja sopostavimaja kolichestvennaja obrabotka raznorodnyh faktorov v sistemno-kognitivnom analize i sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj 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.

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

Примечание:

Для обеспечения доступа читателей к этим и другим работам они размещены в Internet по адресу: <http://lc.kubagro.ru/>