

УДК 004.8, 343.983.22

05.00.00 Технические науки
12.00.00 Юридические науки

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТИПА И МОДЕЛИ СТРЕЛКОВОГО НАРЕЗНОГО ОРУЖИЯ ПО БОЕПРИПАСАМ МЕТОДОМ АСК-АНАЛИЗА¹

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Краснодар, Россия*

Швец Сергей Владимирович
д.ю.н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 7584-8573
baharat@yandex.ru
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет, Краснодар, Россия*

В криминалистике существуют актуальные задачи определения типа (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) и конкретной модели стрелкового нарезного оружия по его боеприпасам, в частности, обнаруженным на месте применения оружия. Предлагается решение этой задачи с применением нового инновационного метода искусственного интеллекта: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос». В системе «Эйдос» реализован программный интерфейс, обеспечивающий ввод в систему изображений, и выявление их внешних контуров на основе яркостной и цветовой контрастности. Путем многопараметрической типизации контурных изображений конкретных боеприпасов в системе создается и верифицируется системно-когнитивная модель, с применением которой (если модель окажется достаточно достоверной), могут решаться задачи системной идентификации, классификации, исследования моделируемого объекта путем исследования его модели и другие. Для решения этих задач выполняются следующие этапы: 1) ввод в систему «Эйдос» изображений боеприпасов и создание математических моделей их контуров; 2) синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия на основе контурных изображений конкретных боеприпасов (многопараметрическая типизация); 3) количественное определение сходства-различия конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия (системная идентификация); 4) количественное определение сходства-различия

UDC 004.8, 343.983.22

Technical sciences
Legal sciences

HOW TO SOLVE THE TASK OF CLASSIFICATION OF TYPES OF RIFLE AMMUNITION USING THE METHOD OF ASC- ANALYSIS

Lutsenko Eugeny Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
RSCI SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Shvets Sergey Vladimirovich
Dr.Sci. in Laws, associate professor
RSCI SPIN-code: 7584-8573
baharat@yandex.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

In criminology, there are actual problems of determining the type (machine gun, rifle, large caliber, pistol) and a particular model of small rifle for its ammunition, in particular, discovered in the use of weapons. The article proposes a solution to this problem with the use of a new innovative method of artificial intelligence: automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and its programmatic toolkit – a universal cognitive analytical system called "Eidos". In the system of "Eidos", we have implemented a software interface that provides input to the system images, and the identification of their external contours on the basis of luminance and color contrast. Typing by multiparameter contour images of specific ammunition, we create and verify the system-cognitive model, with the use of which (if the model is sufficiently reliable), we can solve problems of system identification, classification, study of the simulated object by studying its model and others. For these tasks we perform the following steps: 1) enter the images of ammunitions into the system of "Eidos" and create mathematical models of their contours; 2) synthesis and verification of models of the generalized images of ammunition for types of weapons based on the contour images of specific munitions (multivariate typology); 3) quantification of the similarities-differences of the specific ammunition with generalized images of ammunition of various types and models of small rifle (system identification); 4) quantification of the similarities-differences of the types of munitions, i.e. cluster-constructive analysis

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

типов боеприпасов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов боеприпасов. Приводится численный пример. Имеется успешный опыт решения подобных задач в других предметных областях

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ, СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Keywords: ASC-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, "EIDOS" INTELLIGENCE SYSTEM, MULTIPARAMETER TYPING, SYSTEM IDENTIFICATION, INTELLIGENT IMAGE ANALYSIS

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	2
2. ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД И ЕГО НЕДОСТАТКИ	3
3. ИДЕЯ РЕШЕНИЯ	4
4. ИМЕЮЩИЙСЯ НАУЧНЫЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАДЕЛ	6
5. ЧИСЛЕННЫЙ ПРИМЕР	6
5.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	6
5.2. ЭТАПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	7
5.2.1. Автоматический ввод изображений боеприпасов в систему «Эйдос»	8
5.2.2. Синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия (многопараметрическая типизация).....	19
5.2.3. Задание наиболее достоверной модели в качестве текущей.....	23
5.2.4. Количественное определение сходства-различия конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов и моделей оружия (системная идентификация).....	24
5.2.5. Количественное определение сходства-различия обобщенных образов боеприпасов различных типов и моделей оружия (кластерно-конструктивный анализ).....	28
5.2.6. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.....	31
6. ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ	35
7. ПЕРСПЕКТИВЫ	36
8. ПРИМЕНЕНИЕ	36
ЛИТЕРАТУРА	36

1. Постановка задачи

В криминалистике существуют актуальные задачи определения типа (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) и конкретной модели стрелкового нарезного оружия по его боеприпасам, в частности, обнаруженным на месте применения оружия. [1].

В работе [2] описано решение задачи классификации боеприпасов по типам стрелкового нарезного оружия методом АСК-анализа. В данной статье рассмотрим решение в одной модели как этой задачи, так и задачи

определения вероятной модели стрелкового нарезного оружия по его боеприпасам.

2. Традиционный подход и его недостатки

Традиционно установление типа и назначения боеприпаса при производстве криминалистических экспертиз осуществляется методом визуального сравнения патрона с имеющимися в распоряжении эксперта справочными данными. В качестве таких данных используют различные книги-справочники, а так же справочные коллекции патронов, созданные на базе Экспертно-криминалистического центра МВД России и региональных пулегильзотек на базе экспертно-криминалистических подразделений МВД, ГУВД, УВД.

Кроме этого в рамках ведения криминалистических учетов в системе МВД России имеется автоматизированная информационно-справочная система «Выстрел» [1], содержащая информацию в том числе и о боеприпасах к пистолетам, револьверам, пистолетам-пулеметам, винтовкам, карабинам, автоматам, охотничьим ружьям. Поиск боеприпасов в данной системе осуществляется по 30 количественным признакам.

К недостаткам традиционного подхода можно отнести следующее.

а) в случае ручного сравнения с использованием справочных и натуральных фондов:

- значительные временные затраты;
- зависимость от опыта эксперта;
- зависимость от имеющихся в наличии специализированных книг и образцов боеприпасов;

б) в случае автоматизированного сравнения с использованием АИСС «Выстрел»:

- необходимость проводить ручные измерения патронов с помощью измерительных инструментов для получения количественных значений критериев для конкретного боеприпаса;

– ограниченная доступность (невозможность использования данной АИСС вне рамок системы МВД РФ и, как следствие, невозможность использования данной АИСС в учебном и научно-исследовательском про-

цессе для подготовки специалистов в области информатики и юриспруденции в гражданских ВУЗах);

- отсутствие возможности самостоятельно формировать, расширять и совершенствовать базы данных с учетом потребностей конкретного пользователя (эксперта);

- отсутствие возможности производства исследований в моделируемой области;

- невозможность увеличения количества критериев для повышения достоверности модели сравнения.

Данная статья посвящена преодолению этих недостатков.

3. Идея решения

Предлагается решение этой задачи с применением нового инновационного метода искусственного интеллекта: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [3] и его программного инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» [4]. Математическая модель системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [5]. В системе «Эйдос» реализовано два программных интерфейса, обеспечивающих ввод в систему изображений и выявление их внешних контуров [2, 6, 11,12, 13].

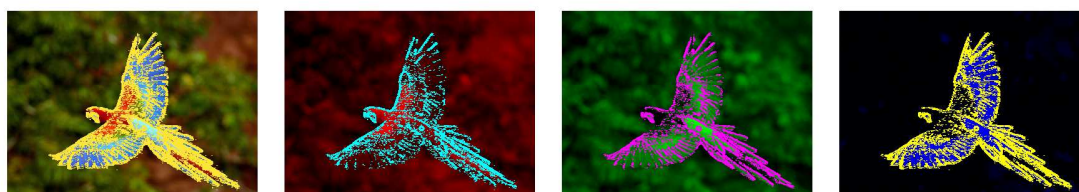
Первый интерфейс реализован в виде внешнего исполнимого модуля _2324.exe, основан на основе исследования яркостной контрастности изображения и уже сейчас является весьма быстродействующим, а в будущем его скорость работы еще может возрасти в десятки раз.

В новой версии системы «Эйдос» органично реализован программный интерфейс, обеспечивающий ввод в систему изображений и выявление их внешних контуров на основе исследования как яркостной, так и цветовой контрастности изображений. Этот второй интерфейс работает медленнее, чем первый, но зато обеспечивает выявление контуров на изображениях практически без яркостной контрастности между изображением и фоном, на которых первый просто не работает. Пример такого изображения приведен на рисунках 1:

Файл: "C:\1\AIDOS-X\AID_DATA\inp_data\lptici_235.jpg"
оригинальное RGB-изображение и изображения в лучах Red, Green, Blue



RGB-изображение файла: "C:\1\AIDOS-X\AID_DATA\inp_data\lptici_235.jpg"
и изображения в лучах Red, Green, Blue с первичными контурами и центром тяжести



Внешний контур изображения: "ptici_235.jpg"



Рисунок 1. Результаты выявления контуров изображений по яркостной и цветовой контрастности в системе «Эйдос»

Путем многопараметрической типизации контурных изображений конкретных боеприпасов в системе создается и верифицируется системно-когнитивная модель, с применением которой (если модель окажется достаточно достоверной), могут решаться задачи системной идентификации, классификации, исследования моделируемого объекта путем исследования его модели и другие [7, 8].

4. Имеющийся научный и технологический задел

У авторов имеется научный задел и опыт успешного решения подобных задач не только в криминалистике, но и в других предметных областях [2-14].

5. Численный пример

5.1. Исходные данные

В качестве исходных данных для решения поставленной задачи использовались сканированные на светлом фоне с одинаковым разрешением *изображения* боеприпасов (в снаряженном состоянии) стрелкового нарезного оружия различных типов (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) (рисунок 2).

При этом изображение каждого боеприпаса приведено в виде нескольких файлов:

- с именем, соответствующим типу боеприпаса;
- с именами, соответствующими конкретным моделям оружия, в которых используется данный тип боеприпаса;
- с именем, соответствующим типу оружия (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет);

Это сделано для того, чтобы в созданной модели были сформированы обобщенные образы боеприпасов не только различных типов оружия, как в модели [2], но и конкретных моделей оружия.

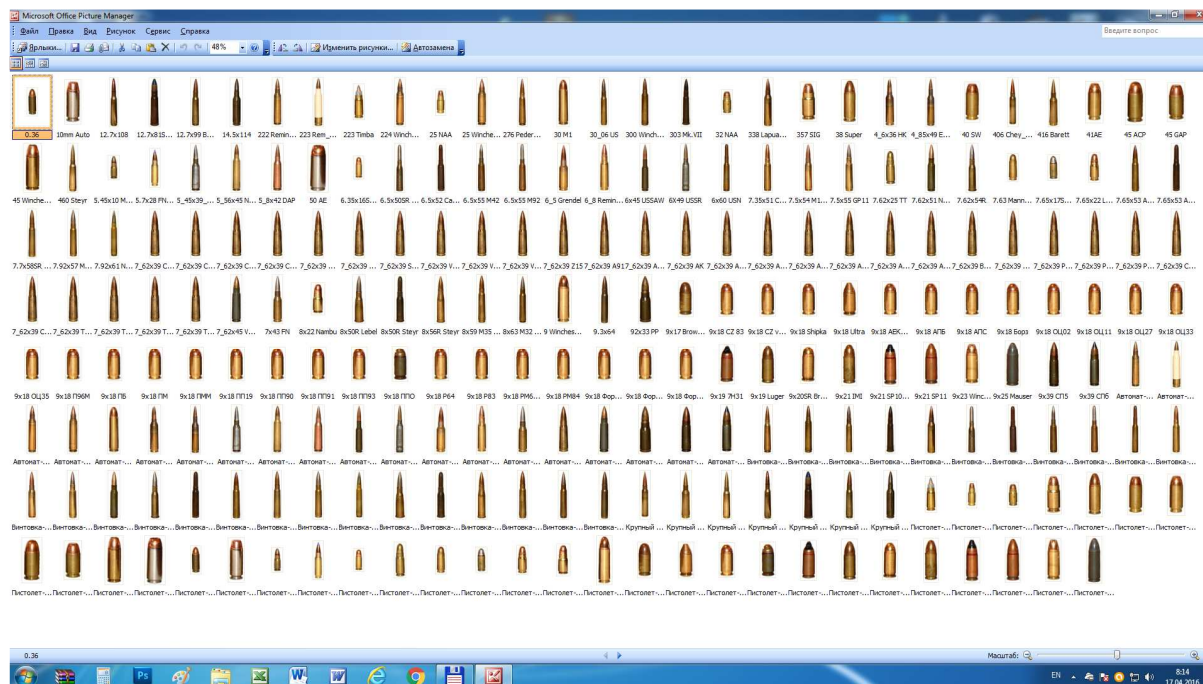


Рисунок 2. Изображения боеприпасов стрелкового нарезного оружия, использованные в качестве обучающей выборки (всего 230 файлов изображений)

Имя файла используется в системе «Эйдос» как способ группировки изображений при формировании обобщенных образов, т.е. для формирования имен классов. Если в имени файла есть черточка-тире: '-', то в качестве имени класса используется часть имени файла до этой черточки. Если этой черточки в имени файла нет, то в качестве имени класса используется все имя файла до расширения. Часть имени файла после черточки может использоваться для нумерации файлов изображений, относящихся к одному классу, например: 'Пистолет-001.jpg', 'Пистолет-002.jpg'.

Это обеспечивает формирование обобщенных образов соответствующих классов на основе конкретных примеров изображений, относящихся к этим классам.

5.2. Этапы решения задач

Для решения этих задач выполняются следующие этапы:

1) ввод в систему «Эйдос» изображений боеприпасов и создание математических моделей их контуров;

2) синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия на основе контурных изображений конкретных боеприпасов (многопараметрическая типизация);

3) количественное определение сходства-различия конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия (системная идентификация);

4) количественное определение сходства-различия типов боеприпасов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов боеприпасов. Приводится численный пример. Имеется успешный опыт решения подобных задач в других предметных областях [2-14].

5.2.1. Автоматический ввод изображений боеприпасов в систему «Эйдос»

Запишем в папку ..\AID_DATA\Inp_data\ в отдельной папке (в данном случае с именем: '2') сканированные изображения боеприпасов (рисунк 3):

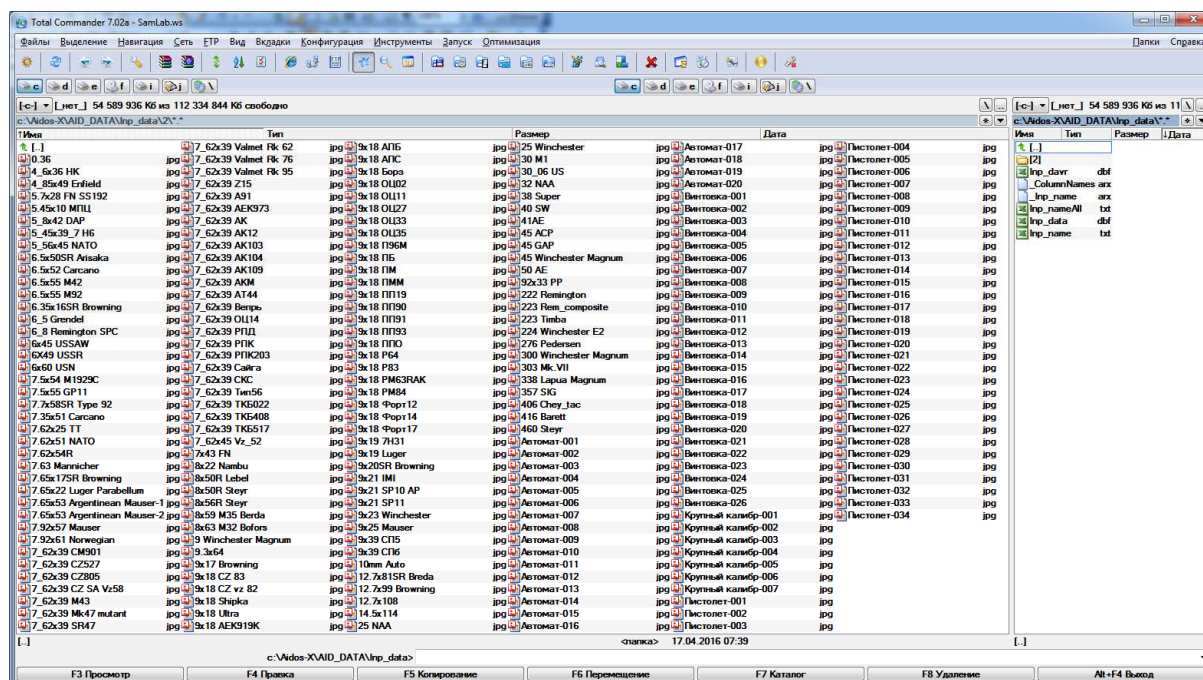


Рисунок 3. Экранная форма, поясняющая расположение и структуру исходных данных: сканированных изображений боеприпасов оружия различных типов и моделей

Всего в данной обучающей выборке использовано 143 вида боеприпасов и моделей оружия, которые относятся к 4 типам: автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет.

Имена файлов представляют собой наименования боеприпасов, модель оружия или тип оружия. Если к одному типу оружия относится несколько файлов, то в именах файлов после наименования типа оружия через черточку идет номер файла этого типа оружия (номер реализации).

В системе «Эйдос» в настоящее время есть ограничение на размер файла исходного изображения: 450 рix × 800 рix. Это связано с тем, что в программном интерфейсе ввода изображений в систему в настоящее время не используется масштабирование изображений. Поэтому если в обучающей выборке встречаются изображения большего размера, то нужно пропорционально уменьшить все изображения. Это можно сделать многими способами, но авторы использовали возможности стандартного для Windows просмотрщика графических файлов Microsoft Office Picture Manager (рисунк 4)

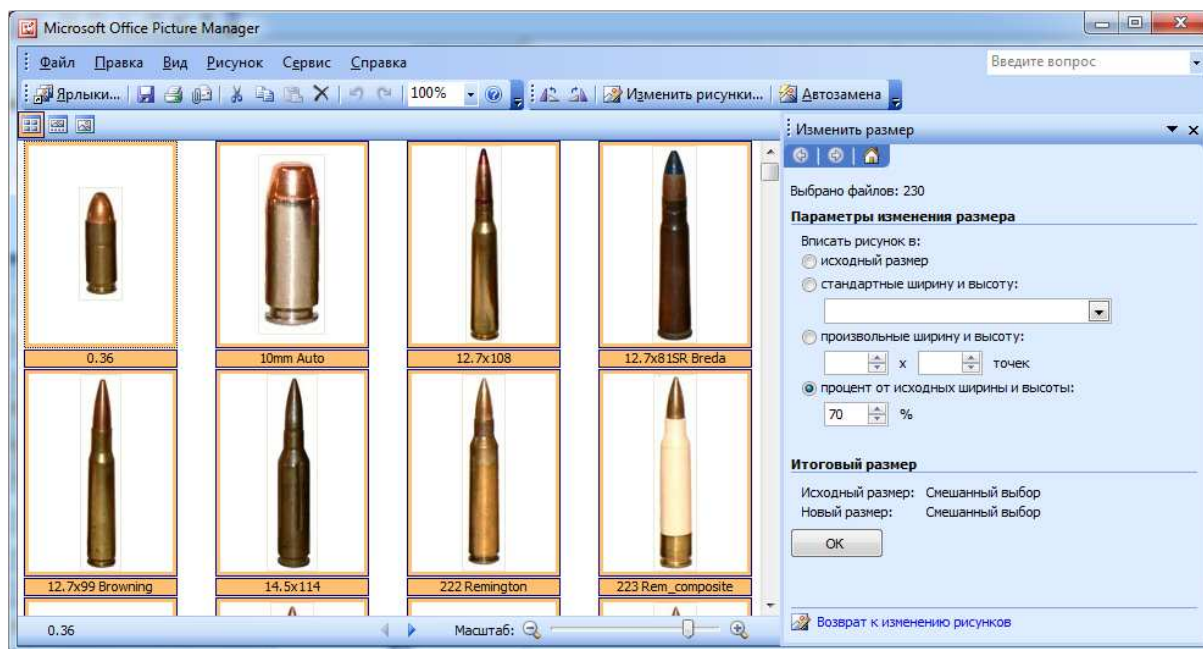


Рисунок 4. Экранная форма, поясняющая способ пропорционального уменьшения размеров изображений обучающей выборки в пикселях

Затем в геоконитивной подсистеме 4.8 [14] запустим режим «Оконтурирование» (рисунк 6):

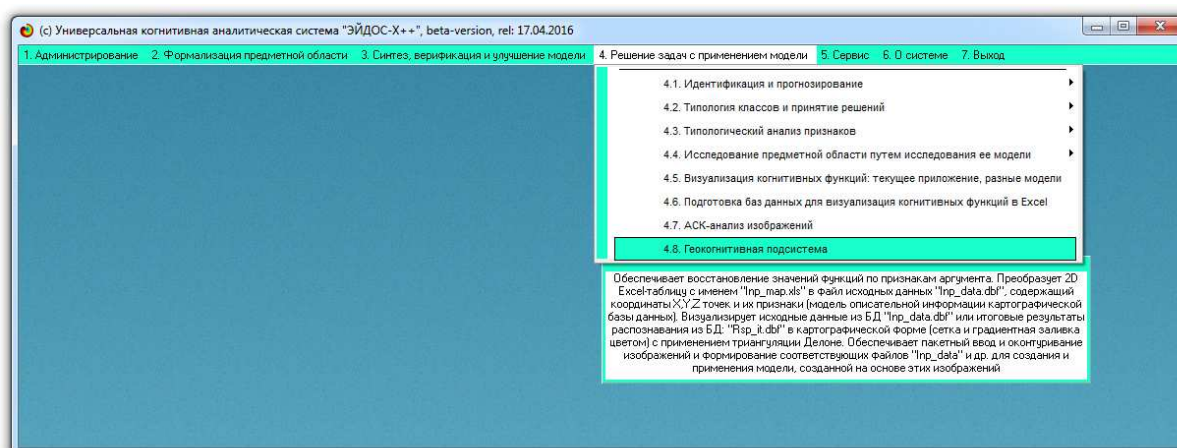


Рисунок 6. Экранная форма запуска геокогнитивной подсистемы 4.8 [14]

Вместо описания данной подсистемы приведем ее Help (рисунок 7):

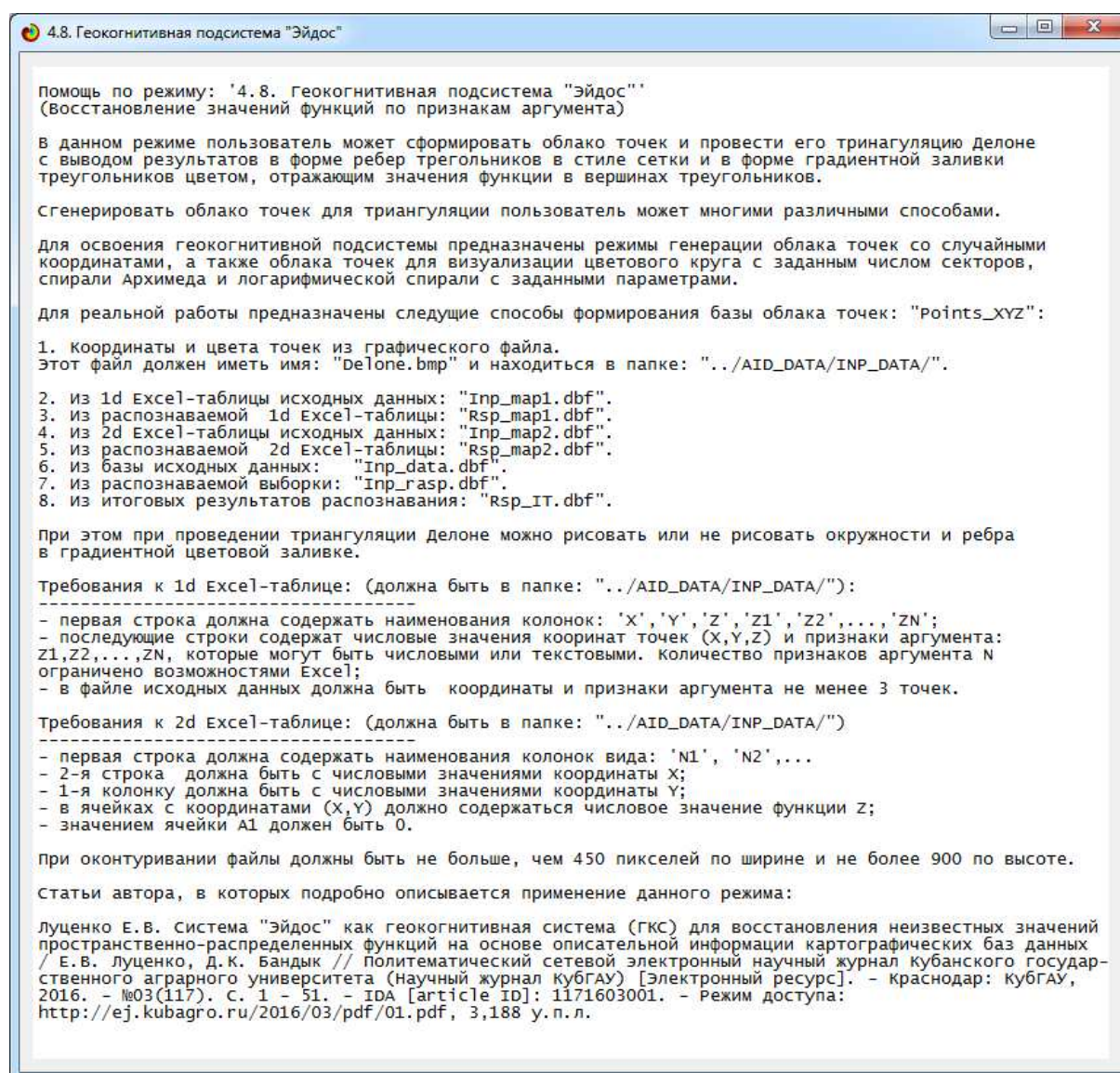


Рисунок 7. Help геокогнитивной подсистемы 4.8 [14]

На главной экранной форме геоконитивной подсистемы 4.8 кликаем на кнопке «Оконтуривание». В результате появляются экранные формы:

- задания параметров ввода изображений (рисунок 8);
- поиска центра тяжести изображения и первичных контуров и отображения исходного изображения в лучах Red, Green, Blue с указанием найденных точек первичного контура в дополнительных цветах (в динамике) (рисунок 9);
- визуализации изображения с найденными точками внешнего контура и самим внешним контуром (в динамике) (рисунок 10):

4.8. Геоконитивная подсистема "Эйдос". Оконтуривание

Какие контуры формировать?

☒ Только внешние

☐ И внешние, и внутренние

Задайте число яркостных интервалов:

Red:

Green:

Blue:

Ставить точку итогового контура если:

☐ - есть точки и Red, и Green, и Blue контуров

☒ - есть точка или Red, или Green, или Blue контура

Цвета после оконтуривания:

☐ Расширить динамический диапазон цветов:

☐ Показывать только контуры

☐ Показывать исходное изображение и контуры в RGB

☒ Показывать исходное изображение и контуры в RGB и в лучах: Red, Green, Blue

Задайте параметры ввода изображений:

☐ Стандартизировать размеры изображений?

☐ Стандартизировать поворот изображений?

☒ Отображать заполнение данными MS Excel?

Задайте число контуров в изображениях:

Задайте количество градаций угла: $2 \leq N_Grad \leq 360$:

Пояснения по режиму

Создавать модель или применять?

☒ Формализации предм.области, генерация обуч.выборки, синтез и верификация модели

☐ Генерация распознаваемой выборки и идентификация (классификация) изображений

Делать ли паузу после вывода изображений?

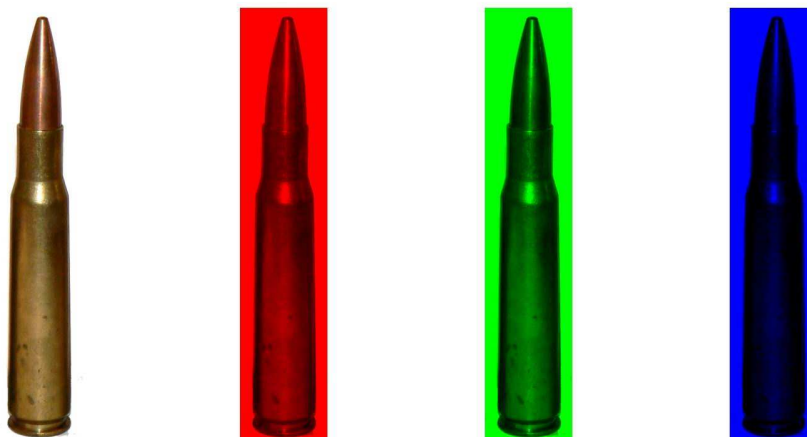
☒ Нет

☐ Да

Ok Cancel

Рисунок 8. Экранная форма задания параметров ввода изображений (с параметрами «по умолчанию»)

Файл: "C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\Крупный калибр-006.jpg"
оригинальное RGB-изображение и изображения в лучах Red, Green, Blue



RGB-изображение файла: "C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\Крупный калибр-006.jpg"
и изображения в лучах Red, Green, Blue с первичными контурами и центром тяжести



Рисунок 9. Экранная форма поиска центра тяжести изображения

Внешний контур изображения: "Крупный калибр-006.jpg"

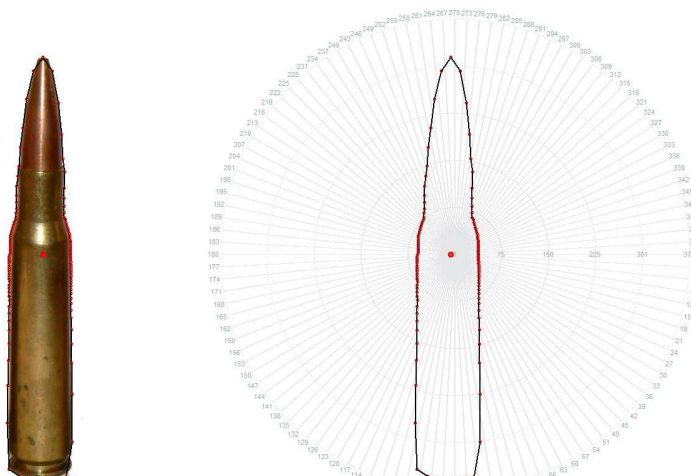


Рисунок 10. Экранная форма с центром тяжести и внешним контуром

Данный режим:

1. Находит все поддиректории в папке: ..\AID_DATA\Inp_data\ и все графические файлы jpg и bmp в поддиректориях.

2. Находит в этих графических файлах предварительные контуры и центры тяжести. Если система не может их найти, то информация об этом заносится в файл ошибок: ErrorImage.txt.

3. Записывает в папку: ..\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, лежащих на радиус-векторах, при различных углах поворота радиуса-вектора.*** В статье [15] описывается идея использования полярной системы координат для описания внешних контуров изображений и приводится математическая модель. В 2014 году проф.Е.В.Луценко предложены методики численных расчетов (структуры данных и алгоритмы), расчетов соответствия с этой математической моделью на компьютерах, а затем в 2015-2016 годах эти методики численных расчетов реализованы в модуле 2.3.2.4 и режимах 4.7, 4.8 системы «Эйдос».

4. Затем режим «Оконтуривание» геокогнитивной подсистемы 4.8 формирует Excel-таблицу с именем: ..\AID_DATA\Inp_data\inp_data.dbf, в которой содержатся результаты оцифровки изображений. При этом выводится сообщение, приведенное на рисунке 11:

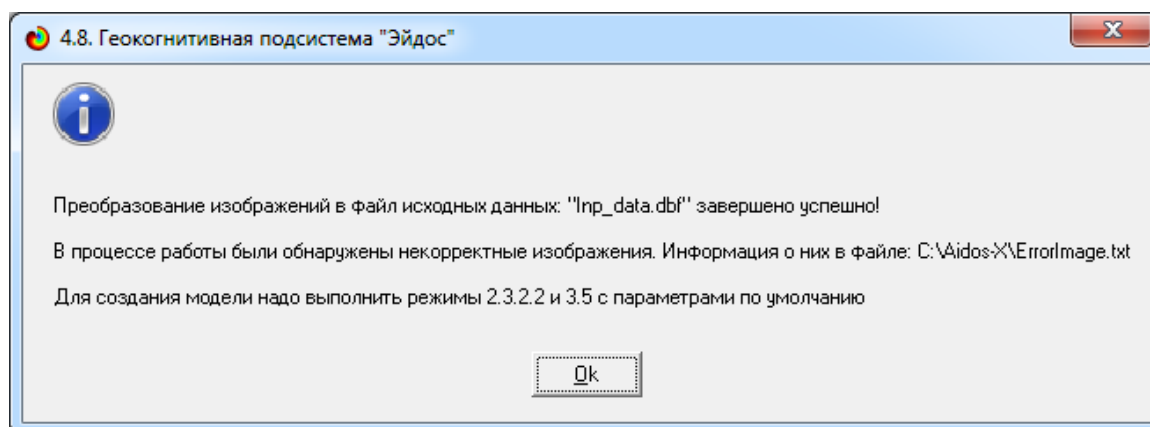


Рисунок 11. Сообщение о завершении режима: «Оконтуривание» геокогнитивной подсистемы 4.8 [14]

Если открыть файл ошибок преобразования: ErrorImage.txt, то увидим текст:

Файлы изображений, для которых не удалось найти центры тяжести:

1 C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6_5 Grendel.jpg

2 C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\9x18 пп93.jpg

Изображения этих боеприпасов приведены на рисунке 10:



Рисунок 10. Отбракованные изображения боеприпасов (режим: «Оконтуривание» геоконитивной подсистемы 4.8 [14])

После исправления этих изображений можно повторить ввод информации.

Структура этой таблицы ..\AID_DATA\Inp_data\inp_data.dbf 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 11.



Рисунок 11. Help универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

В таблице 1 приведен фрагмент сформированного режимом 2.3.2.4 файла .. \AID_DATA\Inp_data\inp_data.dbf с результатами оцифровки изображений:

Таблица 1 – Файл c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\inp_data.dbf
с результатами оцифровки изображений (фрагмент)²

OBJECT	CLASS	A0	A3	A6	A9	A12	A15
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\0.36.jpg	0.36	13,3137521	13,3137521	13,3137521	13,3137521	13,3137521	13,3137521
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\10mm Auto.jpg	10mm Auto	22,4854291	22,4854291	22,4854291	22,4854291	22,4854291	22,4854291
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\12.7x108.jpg	12.7x108	48,5768484	48,5768484	48,5768484	48,5768484	51,5768484	51,5768484
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\12.7x81SR Breda.jpg	12.7x81SR Breda	45,2785417	46,2785417	46,2785417	47,2785417	46,2785417	48,2785417
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\12.7x99 Browning.jpg	12.7x99 Browning	44,1195256	44,1195256	44,1195256	44,1195256	45,1195256	46,1195256
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\14.5x114.jpg	14.5x114	76,237756	77,237756	77,237756	77,237756	78,237756	80,237756
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\222 Remington.jpg	222 Remington	20,4668227	20,4668227	20,4668227	20,4668227	20,4668227	20,4668227
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\223 Rem_composite.jpg	223 Rem_composite	19,6446781	19,6446781	19,6446781	19,6446781	19,6446781	20,6446781
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\223 Timba.jpg	223 Timba	15,4801758	15,4801758	15,4801758	15,4801758	15,4801758	15,4801758
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\224 Winchester E2.jpg	224 Winchester E2	18,4816646	19,4816646	19,4816646	19,4816646	20,4816646	20,4816646
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\25 NAA.jpg	25 NAA	13,4649948	13,4649948	14,4649948	14,4649948	14,4649948	14,4649948
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\25 Winchester.jpg	25 Winchester	22,5202794	22,5202794	22,5202794	22,5202794	22,5202794	23,5202794
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\276 Pedersen.jpg	276 Pedersen	30,4505116	30,4505116	30,4505116	30,4505116	31,4505116	31,4505116
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\30 M1.jpg	30 M1	18,5053976	18,5053976	18,5053976	18,5053976	18,5053976	19,5053976
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\300 Winchester Magnum.jpg	300 Winchester Magnum	33,4174147	33,4174147	33,4174147	33,4174147	33,4174147	34,4174147
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\303 Mk.VII.jpg	303 Mk.VII	25,3112226	25,3112226	25,3112226	25,3112226	25,3112226	26,3112226
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\30_06 US.jpg	30_06 US	28,0583857	28,0583857	28,0583857	28,0583857	29,0583857	29,0583857
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\32 NAA.jpg	32 NAA	15,1215905	15,1215905	15,1215905	15,1215905	15,1215905	16,1215905
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\338 Lapua Magnum.jpg	338 Lapua Magnum	34,6394555	34,6394555	34,6394555	34,6394555	35,6394555	35,6394555
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\357 SIG.jpg	357 SIG	23,2114571	23,2114571	23,2114571	23,2114571	23,2114571	23,2114571
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\38 Super.jpg	38 Super	20,3580264	20,3580264	20,3580264	20,3580264	20,3580264	21,3580264
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\40 SW.jpg	40 SW	22,410281	22,410281	22,410281	22,410281	23,410281	24,410281
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\406 Chey_tac.jpg	406 Chey_tac	41,4718801	41,4718801	42,4718801	43,4718801	43,4718801	44,4718801
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\416 Barrett.jpg	416 Barrett	47,1195512	49,1195512	49,1195512	49,1195512	51,1195512	51,1195512
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\41AE.jpg	41AE	23,3333339	23,3333339	23,3333339	23,3333339	23,3333339	24,3333339
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\45 ACP.jpg	45 ACP	26,4207765	26,4207765	26,4207765	26,4207765	26,4207765	26,4207765
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\45 GAP.jpg	45 GAP	26,4365876	27,4365876	27,4365876	27,4365876	27,4365876	27,4365876
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\45 Winchester Magnum.jpg	45 Winchester Magnum	26,3775546	26,3775546	26,3775546	26,3775546	26,3775546	26,3775546
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\460 Steyr.jpg	460 Steyr	48,4553276	48,4553276	48,4553276	50,4553276	50,4553276	51,4553276
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\4_6x36 HK.jpg	4_6x36 HK	19,1659945	19,1659945	19,1659945	19,1659945	19,1659945	19,1659945
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\4_85x49 Enfield.jpg	4_85x49 Enfield	20,0742152	20,0742152	20,0742152	20,0742152	20,0742152	21,0742152
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\5.45x10 МПЦ.jpg	5.45x10 МПЦ	11,455904	11,455904	11,455904	11,455904	11,455904	11,455904
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\5.7x28 FN SS192.jpg	5.7x28 FN SS192	12,4511519	12,4511519	12,4511519	12,4511519	12,4511519	12,4511519
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\50 AE.jpg	50 AE	31,38342	31,38342	31,38342	31,38342	32,38342	32,38342
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\5_45x39_7 H6.jpg	5_45x39_7 H6	21,4865923	21,4865923	21,4865923	21,4865923	21,4865923	22,4865923
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\5_56x45 NATO.jpg	5_56x45 NATO	19,3071675	19,3071675	19,3071675	19,3071675	19,3071675	19,3071675
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\5_8x42 DAP.jpg	5_8x42 DAP	20,196201	20,196201	20,196201	20,196201	20,196201	20,196201
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6.35x16SR Browning.jpg	6.35x16SR Browning	11,209009	11,209009	11,209009	11,209009	11,209009	11,209009
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6.5x50SR Arisaka.jpg	6.5x50SR Arisaka	33,5480493	33,5480493	33,5480493	33,5480493	34,5480493	34,5480493
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6.5x52 Carcano.jpg	6.5x52 Carcano	34,6781785	34,6781785	35,6781785	35,6781785	36,6781785	36,6781785
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6.5x55 M42.jpg	6.5x55 M42	34,366168	35,366168	35,366168	35,366168	35,366168	36,366168
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6.5x55 M92.jpg	6.5x55 M92	35,3326682	35,3326682	35,3326682	35,3326682	36,3326682	36,3326682
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6x45 USSAW.jpg	6x45 USSAW	17,3132374	17,3132374	17,3132374	18,3132374	18,3132374	18,3132374
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6x49 USSR.jpg	6x49 USSR	22,4761437	22,4761437	22,4761437	22,4761437	22,4761437	23,4761437
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6x60 USN.jpg	6x60 USN	32,4398358	32,4398358	32,4398358	33,4398358	33,4398358	33,4398358
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\6_8 Remington SPC.jpg	6_8 Remington SPC	22,5253444	22,5253444	22,5253444	23,5253444	23,5253444	23,5253444
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\7.35x51 Carcano.jpg	7.35x51 Carcano	33,4121462	33,4121462	33,4121462	33,4121462	34,4121462	35,4121462
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\7.5x54 M1929C.jpg	7.5x54 M1929C	33,5395725	33,5395725	33,5395725	33,5395725	33,5395725	34,5395725
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\7.5x55 GP11.jpg	7.5x55 GP11	34,403896	34,403896	34,403896	35,403896	35,403896	36,403896
C:\AIDOS-X\AID_DATA\Inp_data\2\7.62x25 TT.jpg	7.62x25 TT	15,1624527	15,1624527	15,1624527	15,1624527	15,1624527	16,1624527

Сам этот программный интерфейс вызывается из главного меню системы «Эйдос» (режим 2.3.2.2), либо из режима: 4.7. «АСК-анализ изображений», либо из режима 4.8. «Геокогнитивная подсистема».

² Это изображение сделано с высоким разрешением и четко просматривается при масштабе 200% и более. Полный файл исходных данных не приводится из-за большой размерности.

Главная экранная форма режима 2.3.2.2 приведена на рисунке 12, причем на ней показаны нужные параметры, которые формируются режимом 2.3.2.4 как параметры по умолчанию:

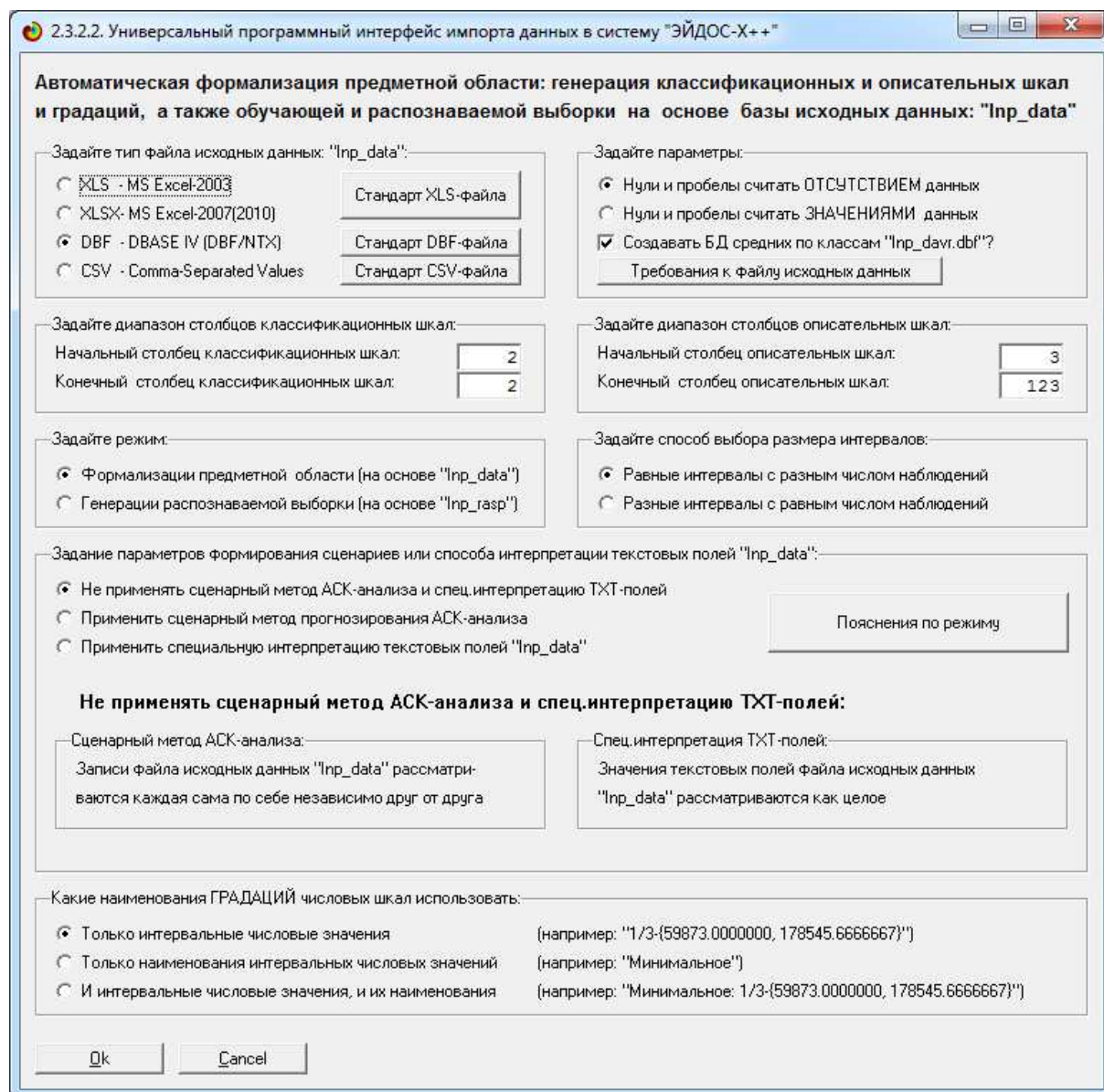


Рисунок 12. Экранная форма задания параметров работы универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

После запуска процесса ввода данных из файла: ..\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 каль-

кулятора данного режима, в котором мы можем задать число интервальных значений в числовых шкалах (рисунок 13):

2.3.2.2. Задание размерности модели системы "Эйдос-X++"

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [146 x 2420]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис шкалу
Числовые	0	0	0,00	121	2420	20,00
Текстовые	1	146	146,00	0	0	0,00
ВСЕГО:	1	146	146,00	121	2420	20,00

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации

Выйти на создание модели

Рисунок 13. Экранная форма внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных

В это форме задано 20 интервальных значений (градаций) в описательных шкалах, а затем пересчитаны шкалы и градации. После клика по кнопке «Выйти на создание модели» начинается процесс импорта данных оцифровки изображений из файла ..\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 база событий (эвентологическая база данных) (рисунок 14). Этот процесс завершается за 25 секунд.

2.3.2.2. Процесс импорта данных из внешней БД "Inp_data" в систему "Эйдос-X++"

Стадии исполнения процесса

- 1/3: Формирование классификационных и описательных шкал и градаций на основе БД "Inp_data" - Готово
- 2/3: Генерация обучающей выборки и базы событий "EventsKO" на основе БД "Inp_data" - Готово
- 3/3: Переиндексация всех баз данных нового приложения - Готово

ПРОЦЕСС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!

Прогноз времени исполнения

Начало: 22:05:50 Окончание: 22:06:16

Прошло: 0:00:25 Осталось: 0:00:00

100%

Ok

Рисунок 14. Экранная форма, отображающая этапы импорта данных из внешней базы данных в систему «Эйдос»

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». В результате работы программного интерфейса с внешними базами данных 2.3.2.2 также формируется таблица ..\AID_DATA\Inp_data\inp_davg.xls с усредненными данными по классам.

Таким образом подготавливаются все исходные базы данных для синтеза и верификации модели.

5.2.2. Синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия (многопараметрическая типизация)

Далее автоматически запускается режим 3.5, обеспечивающий синтез и верификацию (оценку достоверности) моделей (рисунок 15):

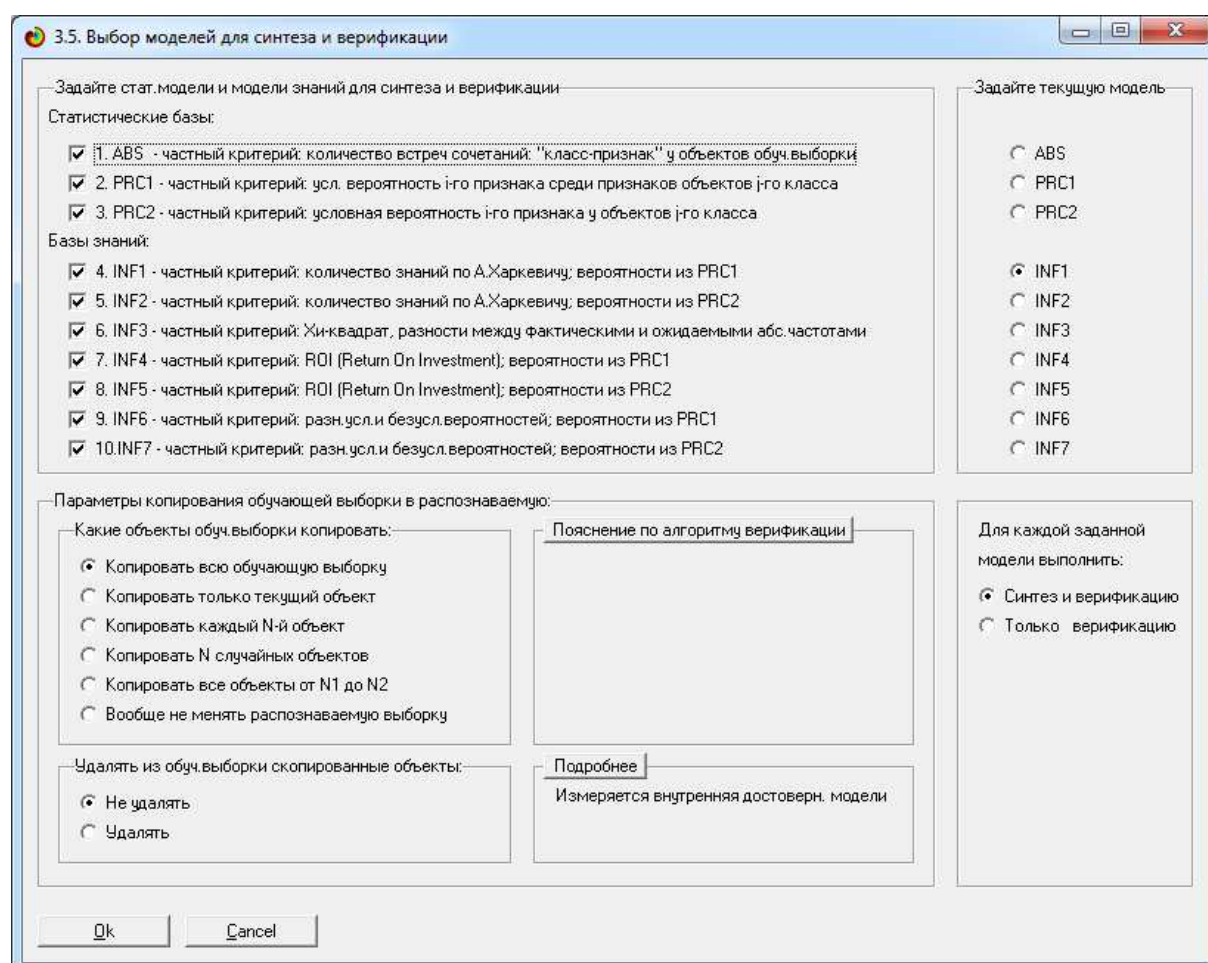


Рисунок 15. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей системы «Эйдос» (режима 3.5)

Запускаем этот режим с параметрами по умолчанию, сформированными в режиме «Оконтуривание». 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 16 и 17) [7]:

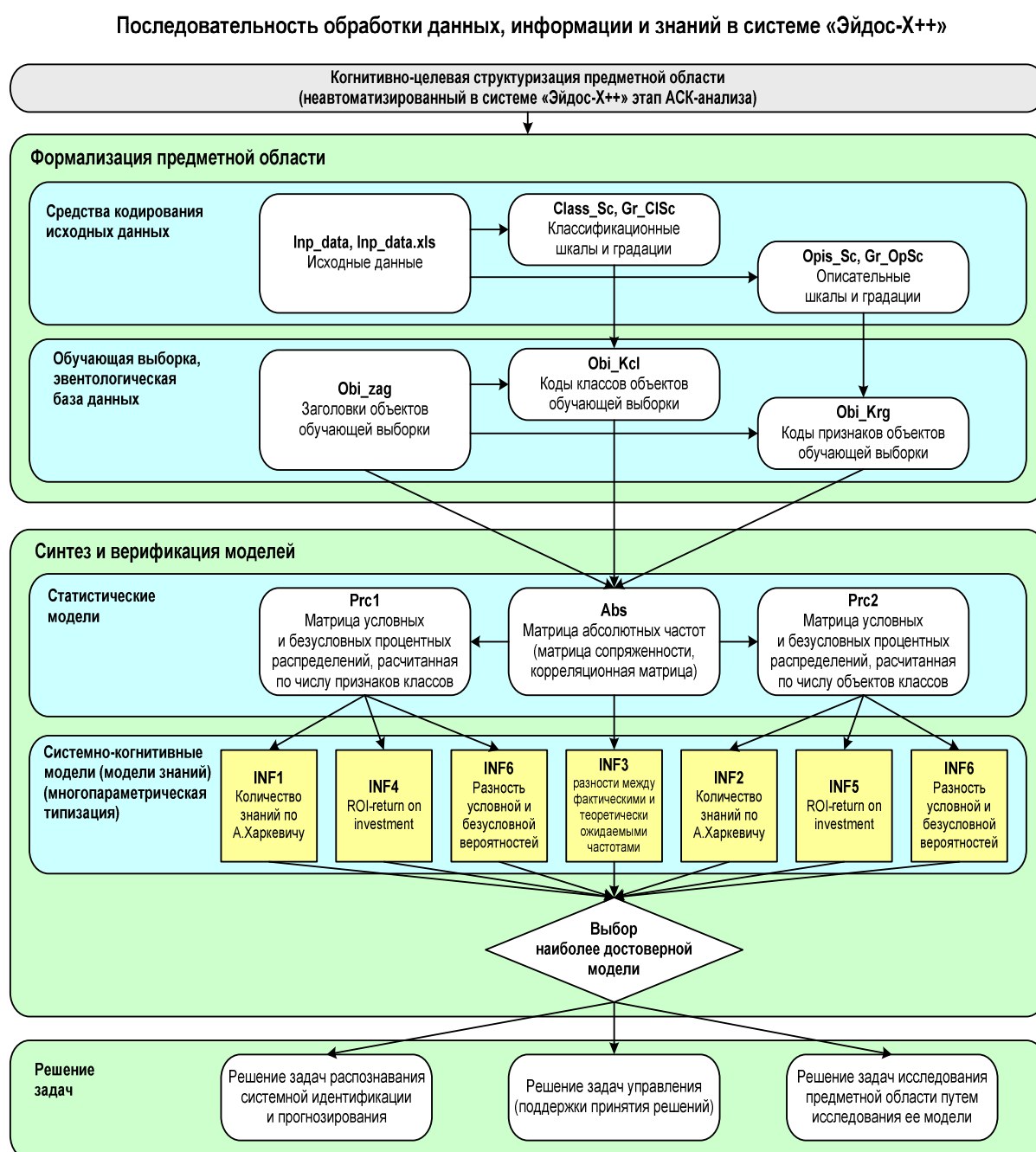


Рисунок 16. Этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям³

³ Подробнее об этом можно прочитать в работе [7] и других работах, посвященных АСК-анализу

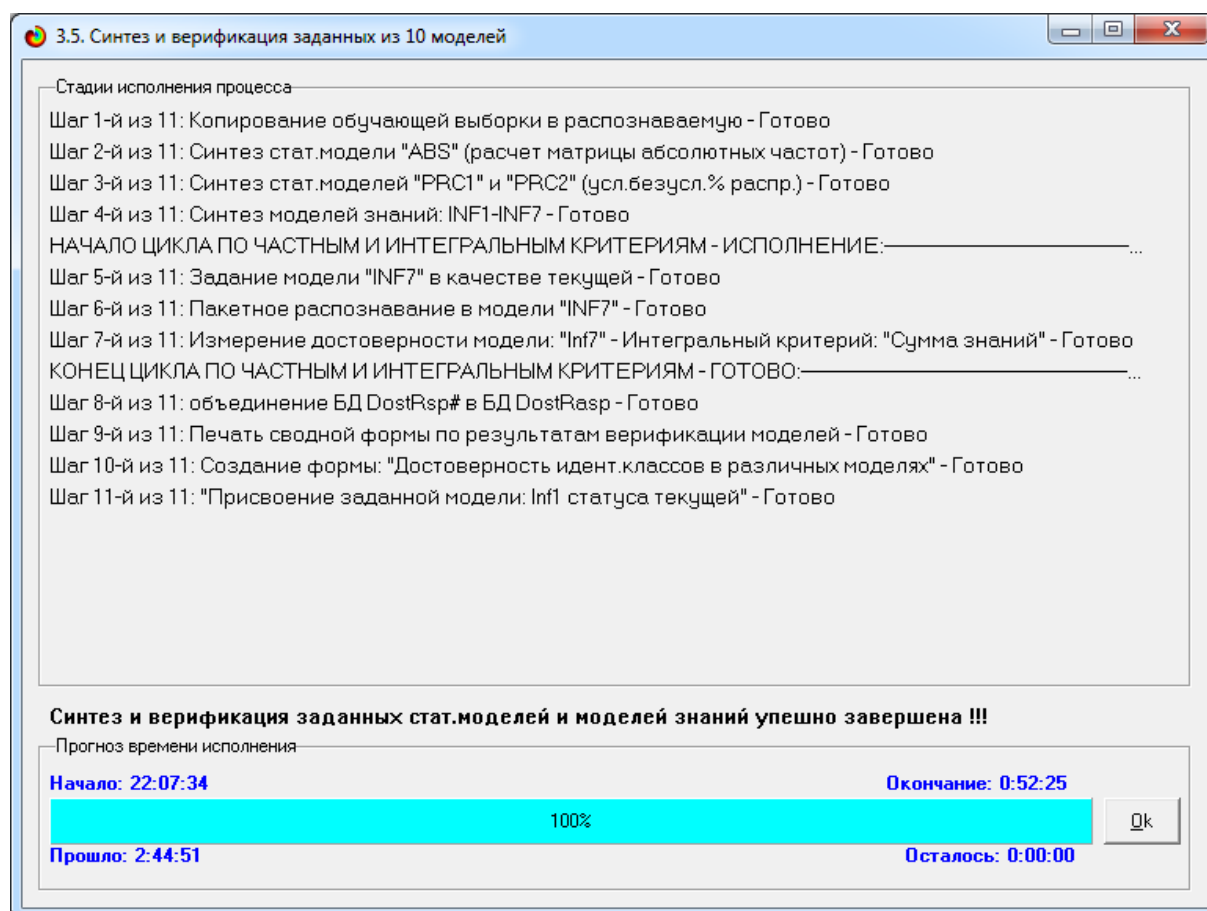


Рисунок 17. Экранная форма отображения стадии исполнения режима синтеза и верификации моделей

Из рисунка 17 видно, что процесс синтеза и верификации 10 моделей на выборке из 230 боеприпасов занял 2 часа 44 минуты 51 секунду. В основном это время было затрачено на верификацию моделей.

Достоверность моделей оценивается в этом же режиме 3.5 в соответствии с предложенной проф. Е.В. Луценко метрикой, сходной по смыслу с известным F-критерием, но не основанной на предположении о нормальности распределения, независимости и аддитивности факторов (рисунки 18 и 19).

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 идентиф...	Средняя вероятн... правильн... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	100.000	51.826	75.913	17.04.2016	22:32:04
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по признак...	100.000	43.270	71.635	17.04.2016	22:32:05
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	51.826	75.913	17.04.2016	22:47:25
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	43.270	71.635	17.04.2016	22:47:25
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	51.826	75.913	17.04.2016	23:02:22
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	43.270	71.635	17.04.2016	23:02:22
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	100.000	53.036	76.518	17.04.2016	23:17:19
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	100.000	43.270	71.635	17.04.2016	23:17:20
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	100.000	53.036	76.518	17.04.2016	23:33:00
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	100.000	43.270	71.635	17.04.2016	23:33:00
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	100.000	64.571	82.286	17.04.2016	23:48:49
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	100.000	64.571	82.286	17.04.2016	23:48:49
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	100.000	57.763	78.882	18.04.2016	00:04:06
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	43.270	71.635	18.04.2016	00:04:06
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	100.000	57.763	78.882	18.04.2016	00:20:00
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	43.270	71.635	18.04.2016	00:20:00
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	100.000	52.174	76.087	18.04.2016	00:37:00
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вер...	Сумма знаний	100.000	43.270	71.635	18.04.2016	00:37:00
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	100.000	52.174	76.087	18.04.2016	00:52:23
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; ве...	Сумма знаний	100.000	43.270	71.635	18.04.2016	00:52:23

Помощь

Рисунок 18. Оценка достоверности моделей, созданных на 1-й итерации, с помощью непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Помощь по режиму: 4.1.3.6: Виды прогнозов и принцип определения достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++"

Режим: Помощь по режиму: 4.1.3.6: Виды прогнозов и принцип определения достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Предположим, модель дает такой прогноз: выпадет 1, 2, 3, 4, 5 или 6. В этом случае у нее будет 100% достоверность идентификации, т.е. не будет ни одного объекта, не отнесенного к тому классу, к которому он действительно относится, но при этом будет очень большая ошибка ложной идентификации, т.к. огромное количество объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся (и именно за счет этого у модели и будет очень высокая достоверность идентификации). Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что-то из этого естественно выпало. Конечно, модель дает ошибку в прогнозе в том плане, что не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо угадала, что не выпадет. Но ясно, что выпадет что-то одно, а не все, что предсказано, поэтому такого рода предсказания хорошо оправдываются в том, что не произошло и плохо в том, что произошло, т.е. в этом случае у модели будет 100% достоверность не идентификации, но очень низкая достоверность идентификации.

ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.
Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.

РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ.
На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и, соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.

Таким образом, если просуммировать проценты верной идентификации и не идентификации и вычесть проценты ложной идентификации и ложной не идентификации, то это и будет критерий качества модели, учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Ясно, что этот критерий очень сходен по смыслу с известным F-критерием и сходные оценки качества моделей.

Рисунок 19. Help режима 4.1.3.6: пояснение смысла непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Из рисунка 18 мы видим, что наиболее достоверная модель, основанная на критерии χ^2 [7], дает среднюю достоверность определения типа и модели оружия по боеприпасу около 82%, причем достоверность правильного отнесения боеприпаса к типу и модели оружия, к которым он относится, составляет 100%, а правильного не отнесения к типу и модели оружия, к которым он не относится – около 64%.

5.2.3. Задание наиболее достоверной модели в качестве текущей

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 16, и информацией по достоверности моделей, приведенной на рисунке 18, в режиме 5.6 системы «Эйдос» зададим системно-когнитивную модель INF3 в качестве текущей (рисунок 20) и проведем в этой модели пакетную идентификацию в режиме 4.1.2 (рисунок 21):

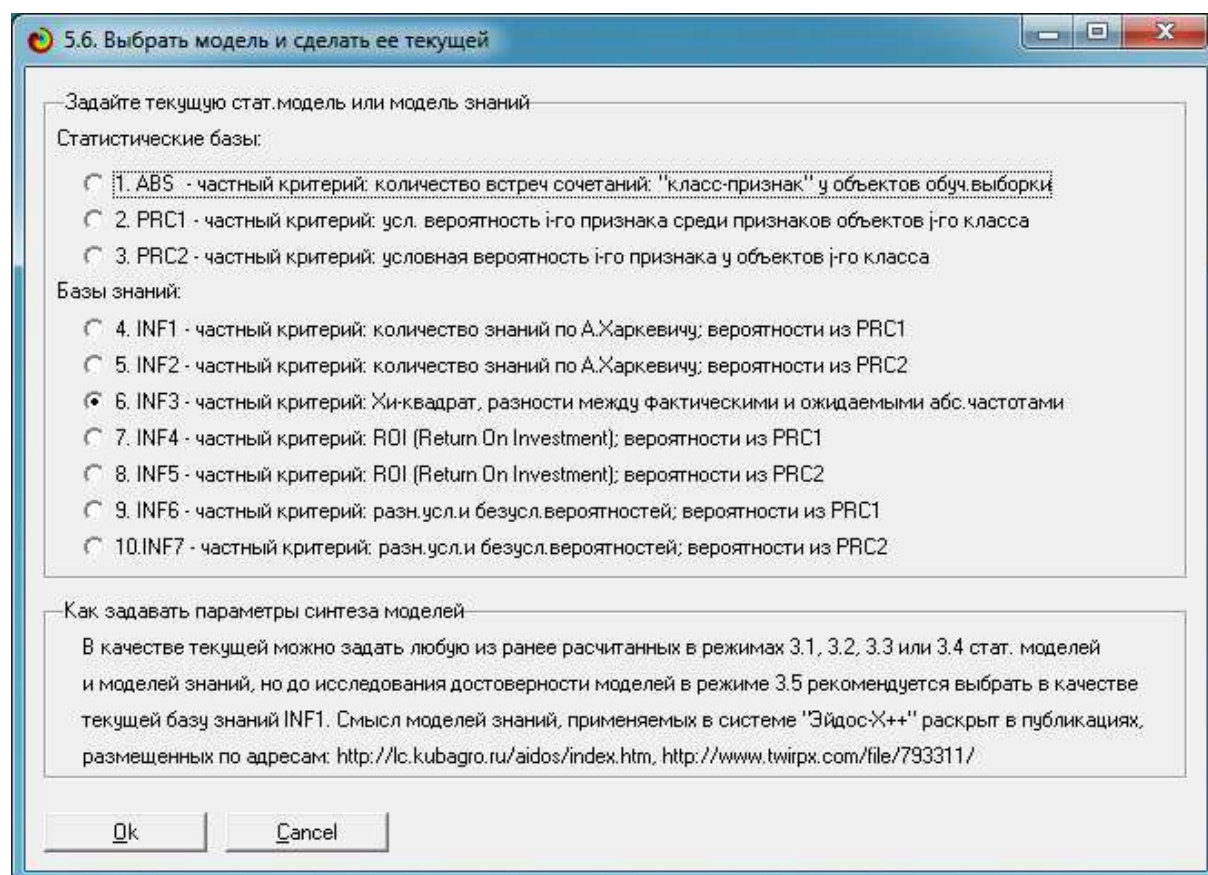


Рисунок 20. Экранная форма, позволяющая задать любую модель в качестве текущей

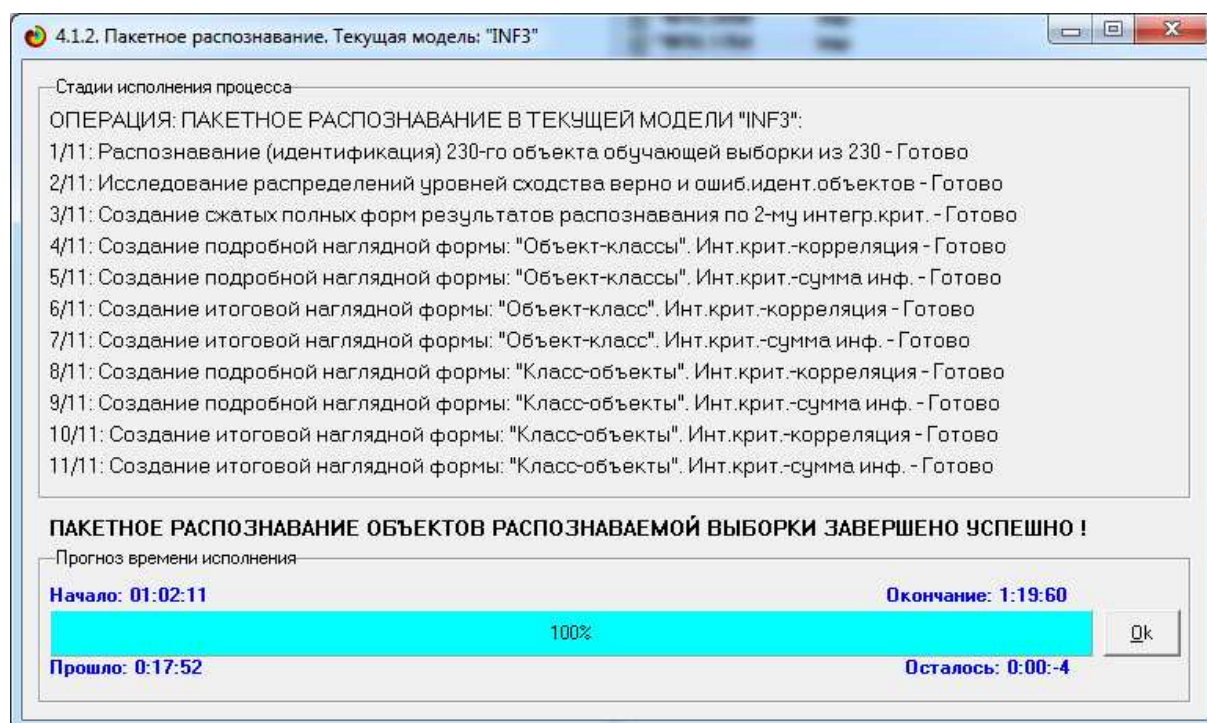


Рисунок 21. Экранная форма с отображением этапов и стадии решения задачи классификации конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов по типам оружия

Из данной экранной формы видно, что идентификация 230 боеприпаса с обобщенными образами 146 классов (4-х типов и 142 моделей оружия) выполнена за 17 минут 52 секунды, т.е. 7.3 секунды на боеприпас.

5.2.4. Количественное определение сходства-различия конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов и моделей оружия (системная идентификация)

Для ввода изображений не в обучающую (для формирования модели), а в распознаваемую выборку для их последующей классификации, необходимо:

- поместить в поддиректорию: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\ в какую-нибудь папку, например «Классифицируемые боеприпасы» изображения классифицируемых боеприпасов в том же стандарте, что и в обучающей выборке;
- выполнить режим: «Оконтуривание» в геокогнитивной подсистеме 4.8 с опцией: «Генерация распознаваемой выборки и идентификация (классификация) изображений»;

– выполнить режим 2.3.2.2. «Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему» с теми же параметрами, что и при вводе обучающей выборки (рисунок 12), но с опцией: «Генерация распознаваемой выборки (на основе файла Inp_gasr)» (рисунок 22);

– выполнить режим 4.1.2. «Пакетное распознавание в текущей модели».

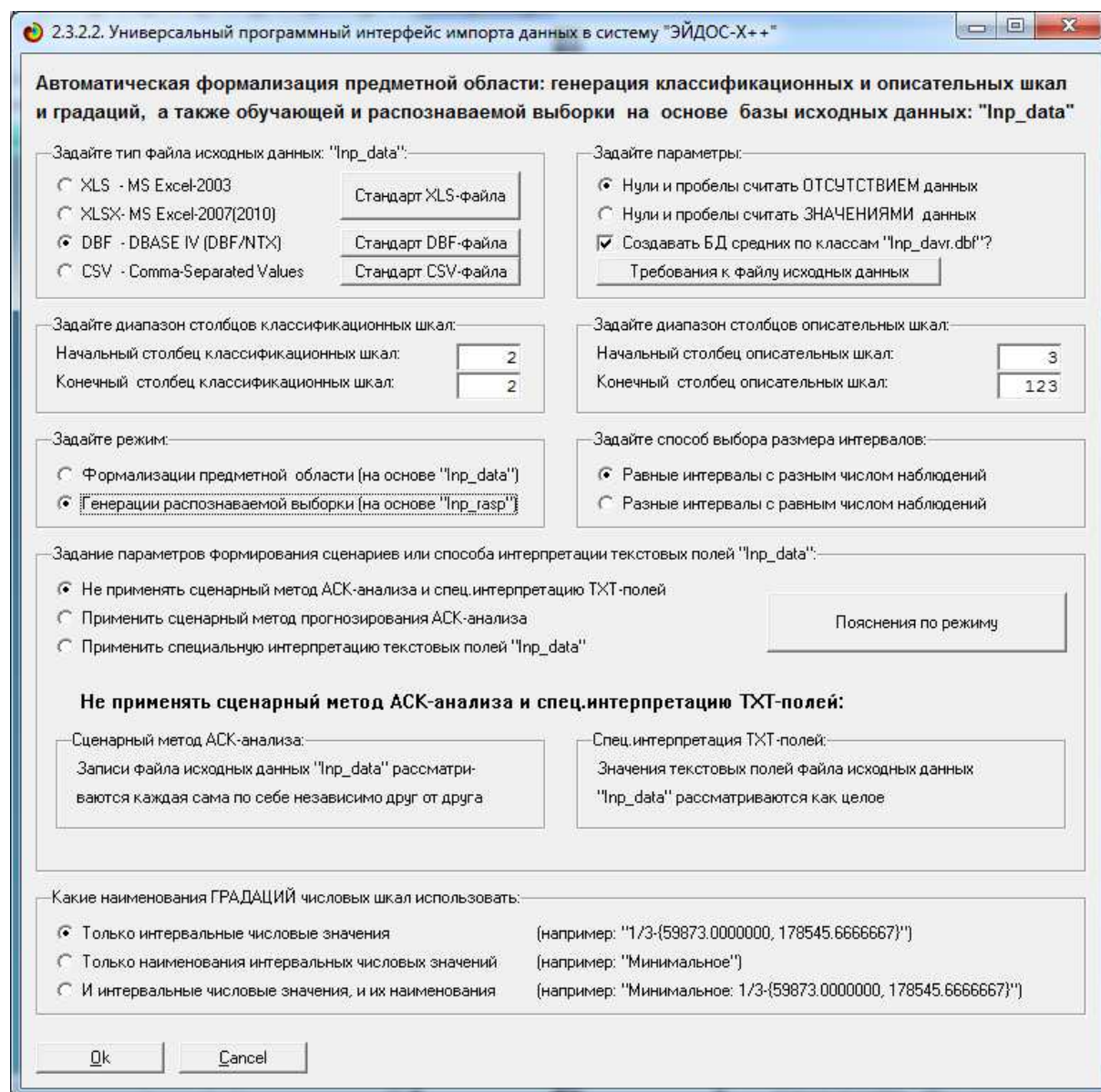


Рисунок 22. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2) с опцией ввода распознаваемой выборки

Режимы 2.3.2.2 и 4.1.2 запускаются с нужными параметрами автоматически после оконтуривания с опцией генерации распознаваемой выборки.

В результате в режиме 4.1.3.1 получим следующую выходную форму с результатами классификации конкретного боеприпаса (рисунок 23):

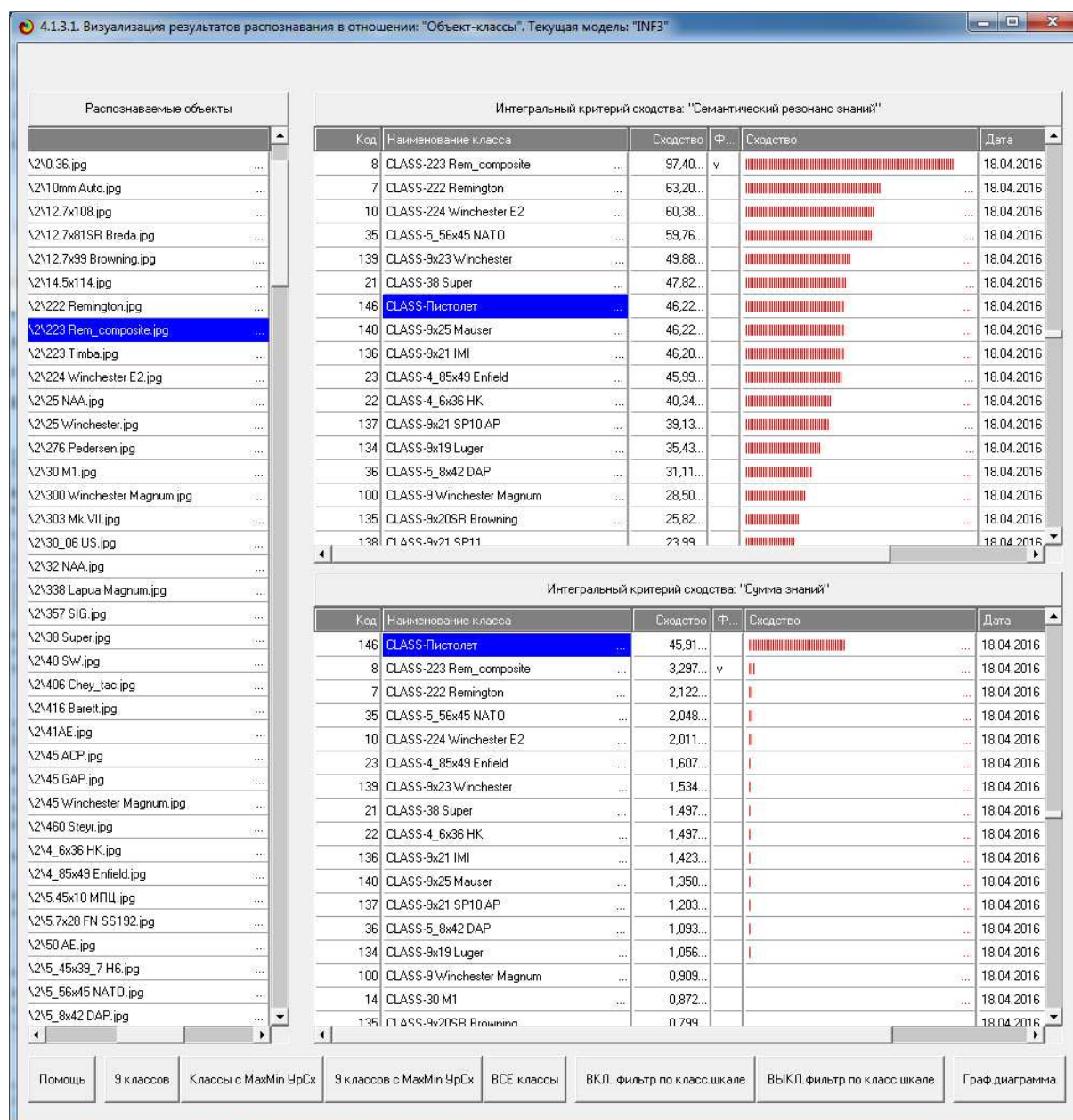


Рисунок 23. Степень сходства образа конкретного боеприпаса с обобщенными образами различных типов боеприпасов

Из экранной формы на рисунке 23 видно, что система верно определила и тип, и модель оружия по изображению конкретного боеприпаса, а из экранной формы на рисунке 18 – что так обычно происходит и с другими боеприпасами, т.е. задач, поставленная в статье, успешно решена.

В подсистеме 4.1.3. «Вывод результатов распознавания» системы «Эйдос» мы можем получить 10 различных выходных форм, наименования которых приведены на рисунке 24:

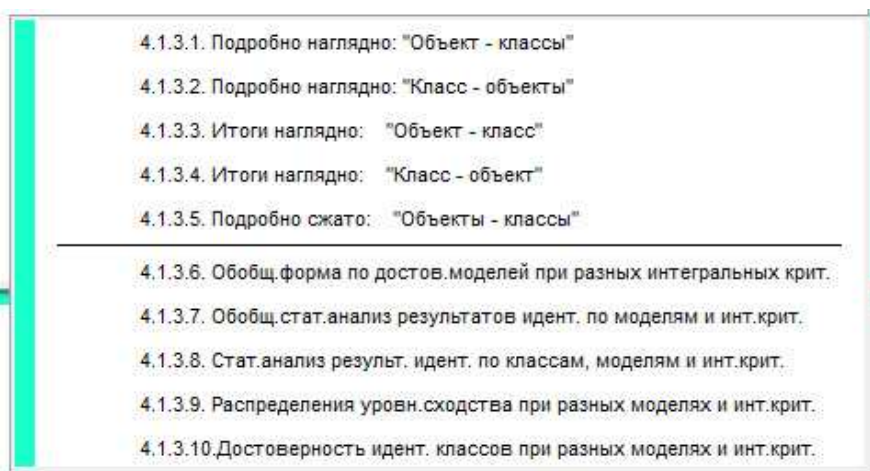


Рисунок 24. Наименования выходных форм системы «Эйдос» с результатами распознавания

Одну из них (4.1.3.1), наиболее подробную, мы привели в рисунке 26. Ниже на рисунке 25 приведем обобщающую форму (режим 4.1.3.3), в которой для каждого боеприпаса показан лишь один класс, с которым у данного боеприпаса наивысший уровень сходства по заданному интегральному критерию [7] (вверху слева):

4.1.3.3. Итоговая наглядная форма результатов распознавания: "Объект-класс". Текущая модель: "INF3"

Пояснения по смыслу частных и интегральных критериев:

Частн.крит.: 7 моделей знаний Инт.крит.: "Сумма знаний" Инт.крит.: "Резонанс знаний"

Код объекта распозн. выборки	Наименование объекта распознаваемой выборки	Код класса с MAX ур.сход.	Наименование класса с MAX уровнем сходства	MAX уровень сходства	Код класса с MIN ур.сход.	Наименование класса с MIN уровнем сходства
1	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\0.36.jpg	1	CLASS-0.36	99.323	146	CLASS-Пистолет
2	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\10mm Auto.jpg	2	CLASS-10mm Auto	97.362	35	CLASS-5.56x45 NATO
3	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\12.7x108.jpg	3	CLASS-12.7x108	99.900	91	CLASS-7.62x39 ТК517
4	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\12.7x81SR Breda.jpg	4	CLASS-12.7x81SR Breda	99.928	91	CLASS-7.62x39 ТК517
5	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\12.7x99 Browning.jpg	5	CLASS-12.7x99 Browning	99.866	91	CLASS-7.62x39 ТК517
6	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\14.5x114.jpg	6	CLASS-14.5x114	100.000	91	CLASS-7.62x39 ТК517
7	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\222 Remington.jpg	7	CLASS-222 Remington	97.437	101	CLASS-9.3x64
8	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\223 Rem_composite.jpg	8	CLASS-223 Rem_composite	97.404	101	CLASS-9.3x64
9	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\223 Timba.jpg	9	CLASS-223 Timba	99.215	146	CLASS-Пистолет
10	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\224 Winchester E2.jpg	10	CLASS-224 Winchester E2	97.473	101	CLASS-9.3x64
11	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\25 NAA.jpg	11	CLASS-25 NAA	99.402	91	CLASS-7.62x39 ТК517
12	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\25 Winchester.jpg	12	CLASS-25 Winchester	97.565	101	CLASS-9.3x64
13	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\276 Pedersen.jpg	13	CLASS-276 Pedersen	98.962	91	CLASS-7.62x39 ТК517
14	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\30 M1.jpg	14	CLASS-30 M1	98.087	141	CLASS-9x39 CP5
15	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\300 Winchester Magnum.jpg	16	CLASS-300 Winchester Magnum	99.046	91	CLASS-7.62x39 ТК517
16	C:\VIDOS\X\AID_DATA\Inp_data\2\303 Mk VII.jpg	17	CLASS-303 Mk VII	98.338	137	CLASS-9x21 SR10 AP

Помощь В начало БД В конец БД Предыдущая Следующая

Рисунок 25. Степень сходства образа конкретного боеприпаса с обобщенными образами различных типов боеприпасов

Из форм на рисунках 24 и 25 видно, что если бы мы не знали к какому типу и модели оружия относится боеприпас, то система «Эйдос» на основе созданной системно-когнитивной модели позволила бы по его изображению это определить быстро и с высокой точностью.

5.2.5. Количественное определение сходства-различия обобщенных образов боеприпасов различных типов и моделей оружия (кластерно-конструктивный анализ)

На рисунках 26 и 27 приведены табличная и графическая выходные формы, количественно отражающие степень сходства обобщенных образов боеприпасов различных типов и моделей оружия друг с другом:

4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Конструкт класса: 146 "CLASS-Пистолет" в модели: 6 "INF3"

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
125	CLASS-9x18 ППО	1	140	CLASS-9x25 Mauser	100.000
126	CLASS-9x18 P64	2	146	CLASS-Пистолет	100.000
127	CLASS-9x18 P83	3	21	CLASS-38 Super	62.558
128	CLASS-9x18 PM63RAK	4	139	CLASS-9x23 Winchester	52.914
129	CLASS-9x18 PM84	5	136	CLASS-9x21 IMI	47.129
130	CLASS-9x18 Форт12	6	135	CLASS-9x20SR Browning	40.045
131	CLASS-9x18 Форт14	7	134	CLASS-9x19 Luger	39.144
132	CLASS-9x18 Форт17	8	138	CLASS-9x21 SP11	38.543
133	CLASS-9x19 7H31	139	15	CLASS-30_06 US	-26.391
134	CLASS-9x19 Luger	140	57	CLASS-7.65x53 Argentinean Mauser	-27.203
135	CLASS-9x20SR Browning	141	141	CLASS-9x39 CP5	-27.885
136	CLASS-9x21 IMI	142	43	CLASS-6_5 Grendel	-31.173
137	CLASS-9x21 SP10 AP	143	144	CLASS-Винтовка	-35.413
138	CLASS-9x21 SP11	144	101	CLASS-9.3x64	-35.413
139	CLASS-9x23 Winchester	145	143	CLASS-Автомат	-37.031
140	CLASS-9x25 Mauser	146	142	CLASS-9x39 CP6	-37.031
141	CLASS-9x39 CP5				
142	CLASS-9x39 CP6				
143	CLASS-Автомат				
144	CLASS-Винтовка				
145	CLASS-Крупный калибр				
146	CLASS-Пистолет				

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 26. Степень сходства друг с другом обобщенных образов боеприпасов различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия

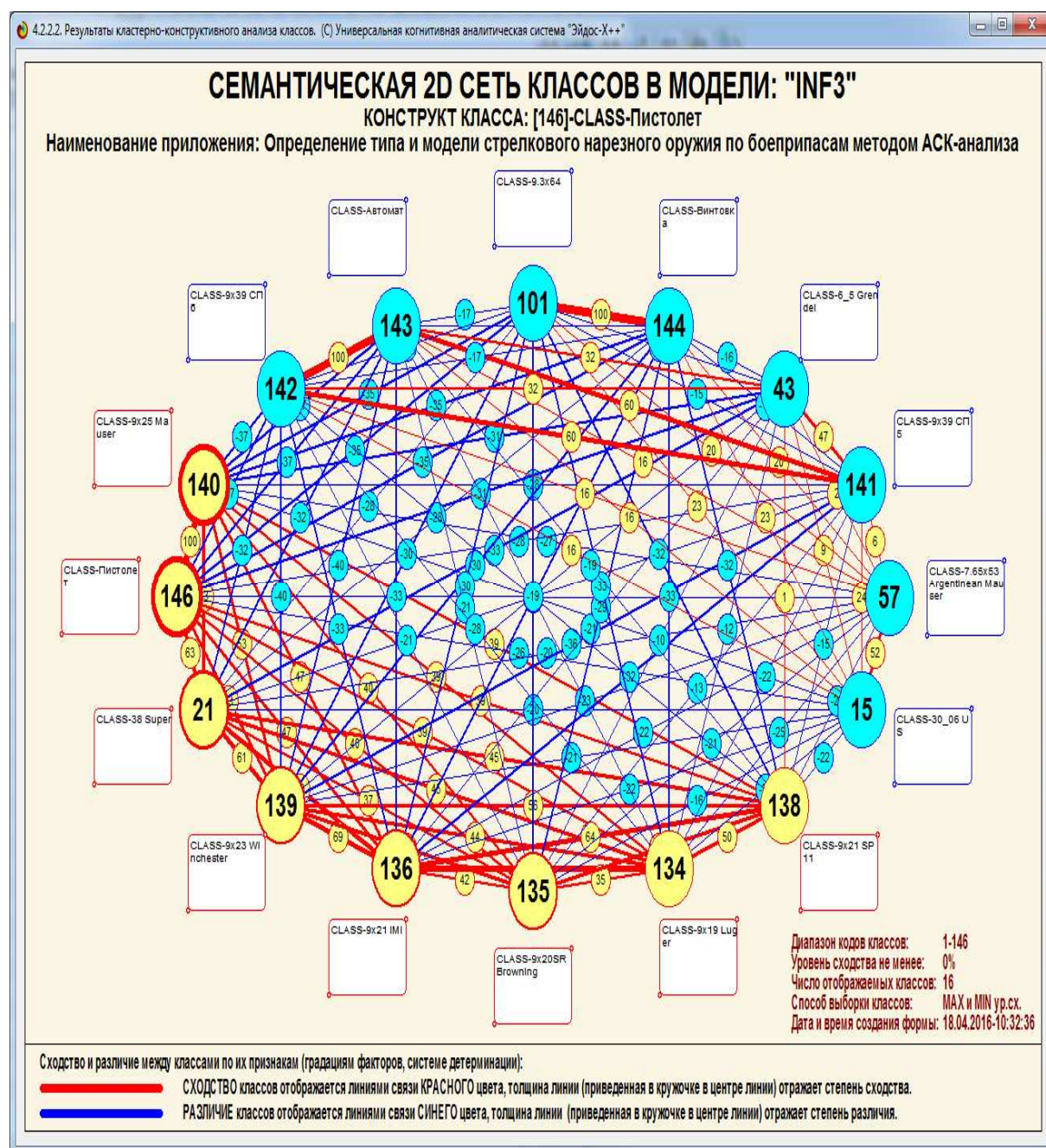


Рисунок 27. Степень сходства друг с другом обобщенных образов боеприпасов различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия

Это сравнение осуществляется в режиме 4.2.2.1. «Расчет матриц сходства, кластеров и конструктов классов». Результатами данного режима являются сами матрицы сходства (таблица 2), а также наглядное изображение их подматриц в форме когнитивных диаграмм (семантических сетей).

Таблица 2 – Файл: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000002\System\SxodClsInf3.DBF
с результатами сравнения классов друг с другом (фрагмент)⁴

KOD_CLS	KOD_CLSC	NAME_CLS	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
1	1	CLASS-0.36	100	-2,4807748	15,4255185	15,5342028	15,2932123	13,712225	-8,1844916
2	1	CLASS-10mm Auto	-2,4807748	100	0,855949	1,0079704	0,6708434	-1,9093503	-26,3484401
3	1	CLASS-12.7x108	15,4255185	0,855949	100	23,8863138	43,4385299	15,2455606	-4,4703014
4	1	CLASS-12.7x81SR Breda	15,5342028	1,0079704	23,8863138	100	28,5355406	16,0763905	-4,301179
5	1	CLASS-12.7x99 Browning	15,2932123	0,6708434	43,4385299	28,5355406	100	23,1339371	-4,6762411
6	1	CLASS-14.5x114	13,712225	-1,9093503	15,2455606	16,0763905	23,1339371	100	-7,3695048
7	1	CLASS-222 Remington	-8,1844916	-26,3484401	-4,4703014	-4,301179	-4,6762411	-7,3695048	100
8	1	CLASS-223 Rem_composite	-7,4517734	-24,2400331	-3,7868506	-3,6199604	-3,9900708	-6,6681897	62,6921885
9	1	CLASS-223 Timba	53,7520851	-0,5666288	14,9692188	15,0791854	14,8353502	12,5000503	-8,9434897
10	1	CLASS-224 Winchester E2	-8,840414	-30,5868014	-5,0819269	-4,9107974	-5,2903118	-7,9972877	56,162222
11	1	CLASS-25 NAA	68,5061171	-1,9965381	15,7501032	15,8578782	15,6189048	14,7843577	-7,6452248
12	1	CLASS-25 Winchester	-10,1984928	33,9357407	-6,3477116	-6,1724001	-6,5611914	-9,2970193	-5,8926064
13	1	CLASS-276 Pedersen	11,3793879	-4,8265492	13,8569387	13,9700509	13,7192376	11,3674708	-10,798051
14	1	CLASS-30 M1	6,3197075	-4,5571434	9,1013965	9,2282794	8,9469177	6,5193473	26,9053488
15	1	CLASS-30_06 US	6,4047998	19,7107305	9,1812841	9,3079313	9,0270924	6,6008667	-13,7005102
16	1	CLASS-300 Winchester Magnum	11,7813137	-0,768084	14,2351672	14,3472066	14,0987733	11,7526596	-10,1667058
17	1	CLASS-303 Mk.VII	7,982519	27,7665818	10,6630603	10,7853631	10,5141617	8,1124562	-16,1586538
18	1	CLASS-32 NAA	68,3901879	-2,4425051	15,451161	15,5597734	15,3189424	12,9906305	-8,1418698
19	1	CLASS-338 Lapua Magnum	12,7150212	-2,9457693	15,1140845	15,2236435	14,9807126	12,6475226	-8,7024095
20	1	CLASS-357 SIG	-8,0166193	44,1855509	-4,3137368	-4,1451267	-4,5190524	-7,2088298	-15,0162058
21	1	CLASS-38 Super	-14,2427079	-15,9155069	-10,1125049	-9,924531	-10,3414107	-13,1668069	42,2375799
22	1	CLASS-4_6x36 HK	0,4514353	-17,4162126	3,5995344	3,7430116	3,4248382	0,8984437	36,6822651
23	1	CLASS-4_95x49 Enfield	-4,7089074	-16,2479124	-1,226383	-1,0677566	-1,4195355	-4,0425795	56,0323396
24	1	CLASS-40 SW	-3,2681487	66,7384392	0,1198547	0,2741991	-0,068081	-2,6632228	-22,0152063
25	1	CLASS-406 Chey_tac	14,7103554	-0,1451812	16,9935453	18,468216	20,3019223	14,560025	-5,5842596
26	1	CLASS-416 Barrett	15,2802214	0,6526657	37,2960415	23,0791994	22,866244	15,1062803	-4,6964655
27	1	CLASS-41AE	-1,1838732	65,5128174	2,0689672	2,2171888	1,8884909	-0,6675445	-22,1743213
28	1	CLASS-45 ACP	8,6614271	15,7664858	11,3010085	11,4214567	11,1543695	8,7629559	-11,2157644
29	1	CLASS-45 GAP	8,5804925	20,2040087	11,2249466	11,3456154	11,0780387	8,6854063	-13,2759443
30	1	CLASS-45 Winchester Magnum	11,2917971	-4,0721297	13,7745212	13,8878677	13,6365348	11,2835285	-6,2455929
31	1	CLASS-460 Steyr	15,1839788	0,5179822	42,6856714	24,3576812	22,781248	15,0140243	-3,949336
32	1	CLASS-5.45x10 МПЦ	63,5689792	-1,7539721	15,9127964	16,0201166	15,7821522	15,6902321	-7,375125
33	1	CLASS-5.7x28 FN SS192	58,8672333	4,783775	15,0830809	15,1927271	14,9496027	13,3667914	-8,7539956

В таблице 2 приведен фрагмент матрицы сходства обобщенных образов боеприпасов различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия. Полностью матрицы сходства здесь не приводятся из-за большой размерности.

Из рисунков 26 и 27 видно, что обобщенный образ класса «Пистолет» (код: 146) сходен с различными моделями пистолетов, причем в различной степени и образует центр кластера: «Пистолеты». А обобщенный образ класса «Автомат» (код: 143) сходен с различными моделями автоматов, причем тоже в различной степени и образует центр кластера: «Авто-

⁴ Это изображение сделано с высоким разрешением и четко просматривается при масштабе 200% и более. Полный файл исходных данных не приводится из-за большой размерности.

маты». Еще есть обобщенный образ класса типа оружия «Винтовка» (144), который стоит особняком и имеет слабое сходство с некоторыми моделями автоматов и тяготеет к кластеру: «Автоматы». Кластеры «Пистолеты» и «Автоматы» образуют противоположные по смыслу полюса ярко выраженного конструкта: «Пистолеты-Автоматы».

Необходимо отметить, что в системе «Эйдос» эти диаграммы рассчитываются автоматически, а не заполняются экспертами неформализуемым способом на основе интуиции, опыта и профессиональной компетенции, как обычно.

5.2.6. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

Если модель достоверно (адекватно) отражает предметную область, то исследование модели предметной области корректно можно считать исследованием самой моделируемой предметной области. В системе «Эйдос» достоверность модели устанавливается в режиме 3.5 сразу после ее синтеза при ее верификации путем идентификации (классификации) объектов обучающей выборки, о которых уже известно к каким классам они относятся, т.е. путем количественного определения степени их сходства с обобщенными образами классов в соответствии с моделью.

В системе «Эйдос» реализовано много различных средств анализа созданных моделей, применяется большое количество различных форм когнитивной графики. Для целей настоящего исследования представляют интерес графические формы, визуализирующие систему описательных шкал и градаций (рисунки 27), а также информационные портреты обобщенных образов различных типов боеприпасов (рисунки 28):

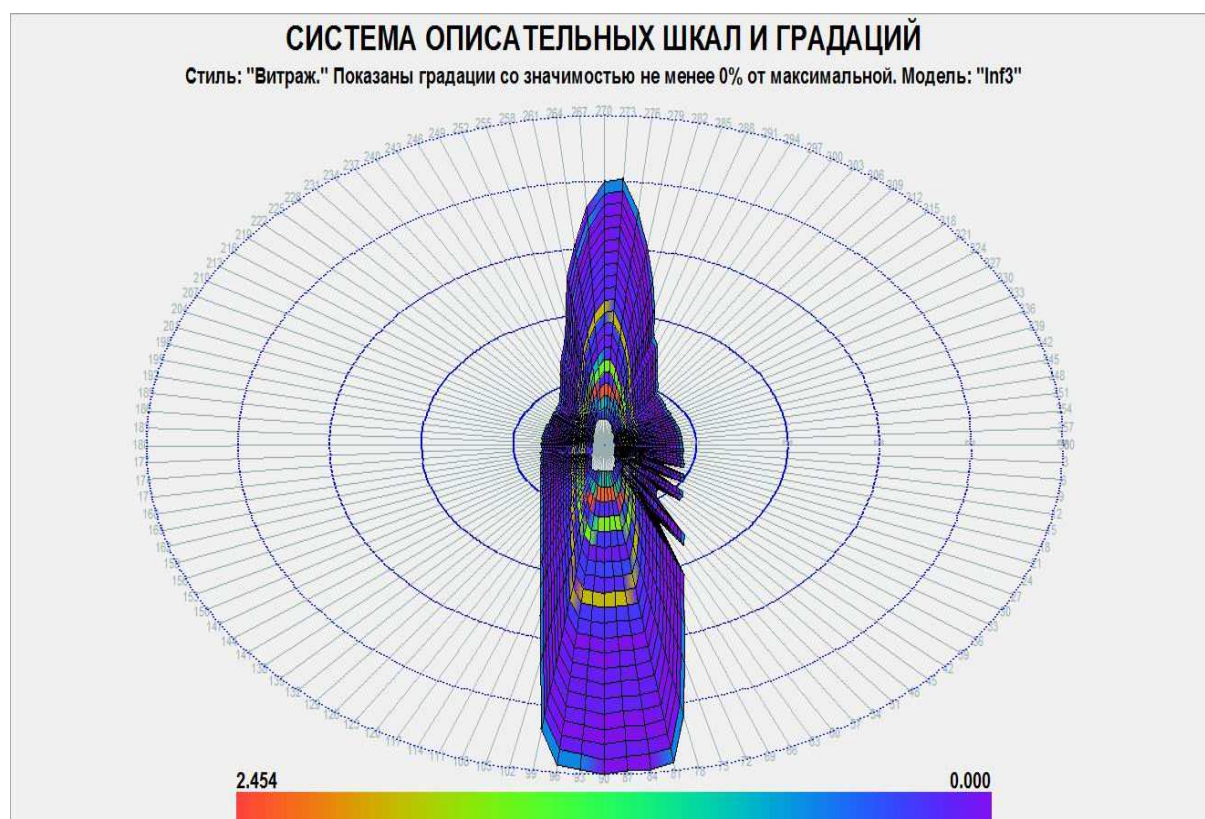
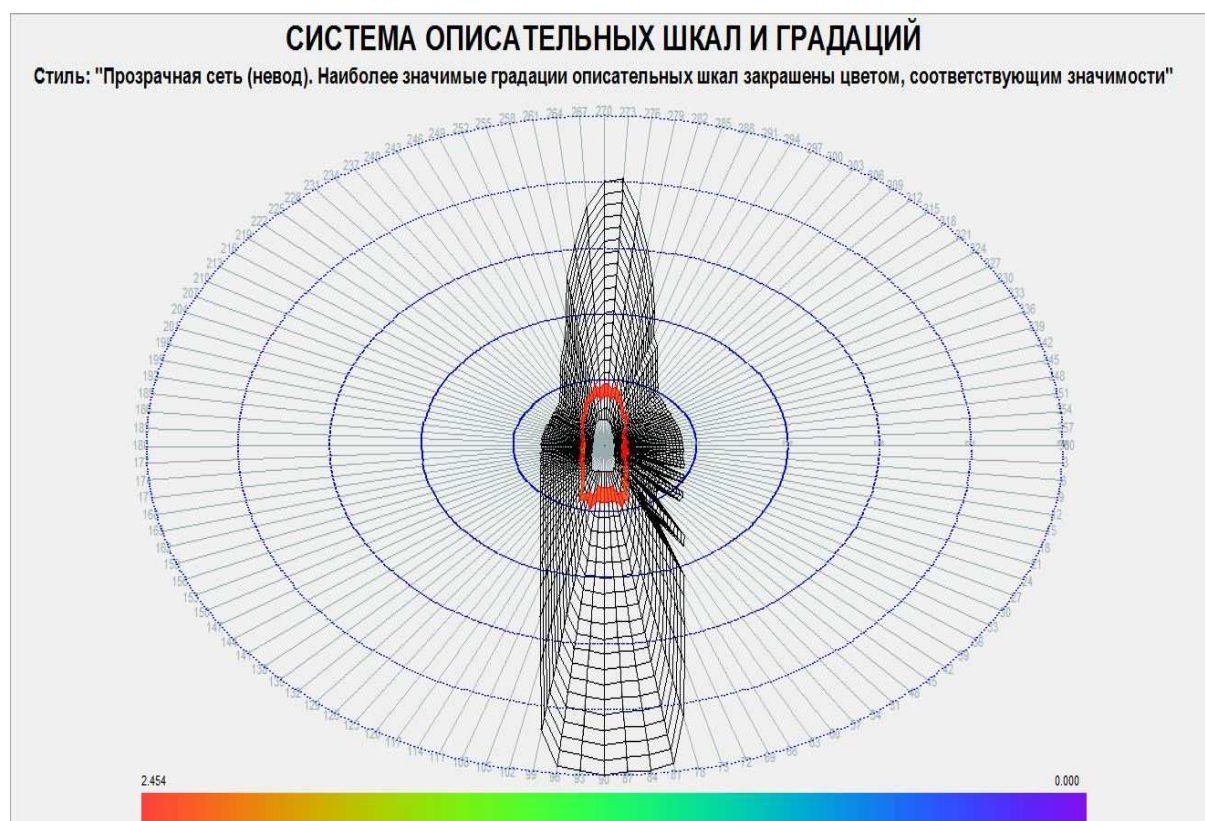
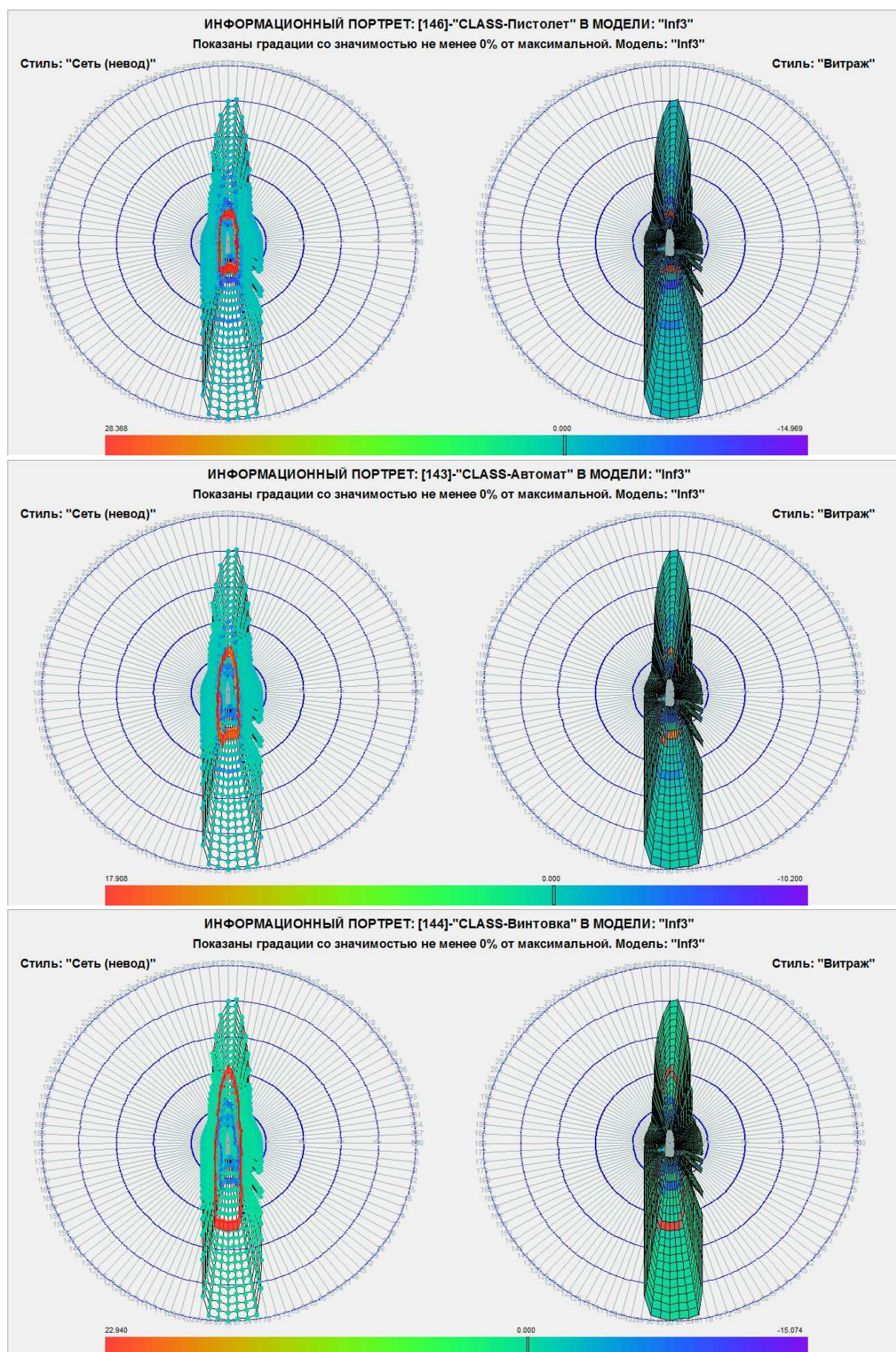


Рисунок 27. Система описательных шкал и градаций
системно-когнитивной модели



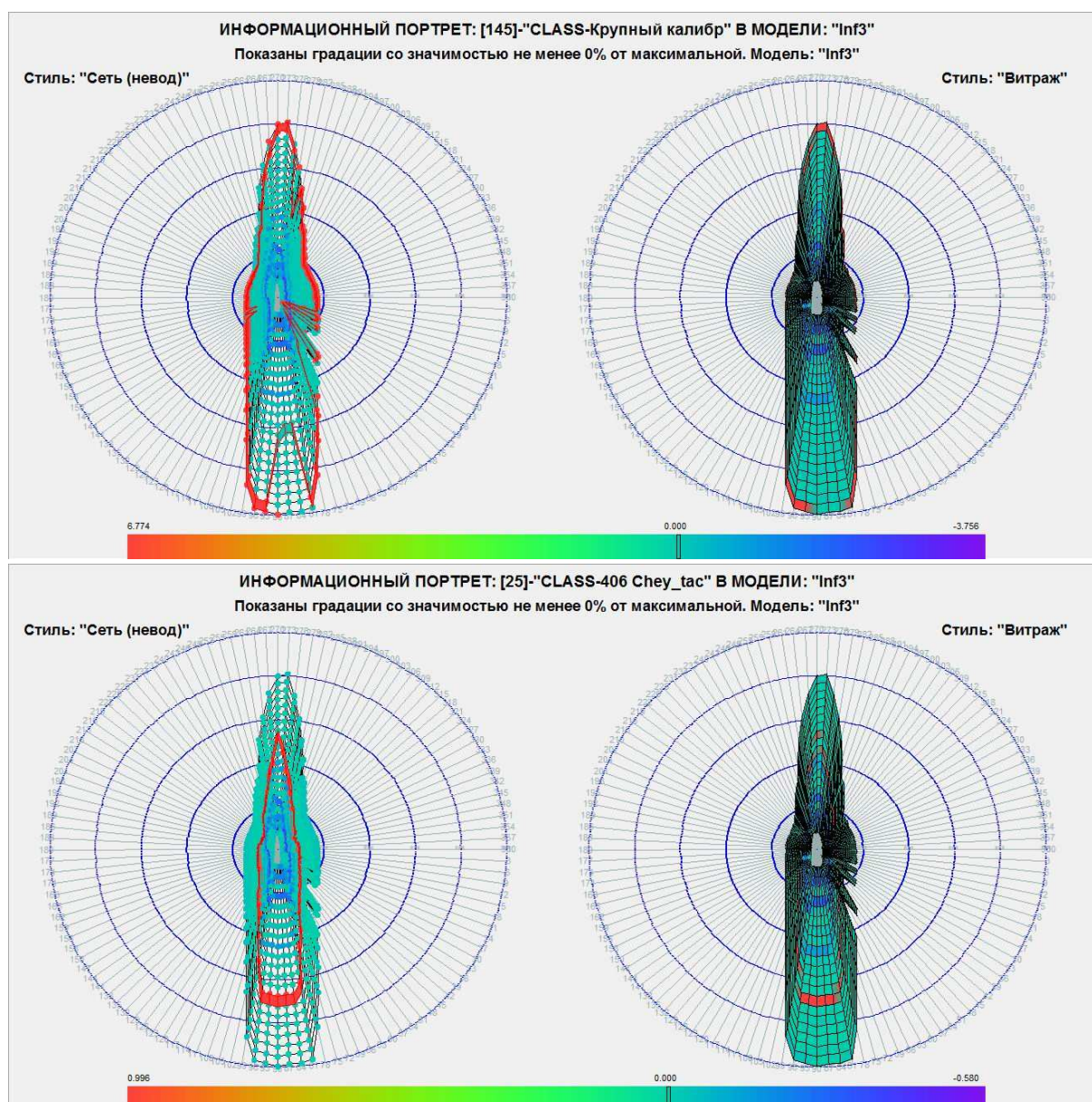


Рисунок 28. Информационные портреты обобщенных образов классов боеприпасов для различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия) в системно-когнитивной модели

На рисунках 27 цветом показана ценность градаций описательных шкал для классификации конкретных боеприпасов по типам и моделям стрелкового нарезного оружия: красный цвет – максимальная ценность, фиолетовый – минимальная. На нижнем рисунке 27 указана ценность всех градаций всех описательных шкал, а на верхнем – для каждой шкалы оставлена только наиболее ценная градация.

На рисунках 28 цветом показана степень характерности и не характерности градаций шкал для различных боеприпасов различных типов и моделей оружия: красный цвет – максимальная характерность, фиолетовый – минимальная.

6. Выводы и результаты

В криминалистике существуют актуальные задачи определения типа (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) и конкретной модели стрелкового нарезного оружия по его боеприпасам, в частности, обнаруженным на месте применения оружия. Предлагается решение этой задачи с применением нового инновационного метода искусственного интеллекта: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос».

В системе «Эйдос» реализован программный интерфейс, обеспечивающий ввод в систему изображений, и выявление их внешних контуров на основе яркостной и цветовой контрастности. Путем многопараметрической типизации контурных изображений конкретных боеприпасов в системе создается и верифицируется системно-когнитивная модель, с применением которой (если модель окажется достаточно достоверной), могут решаться задачи системной идентификации, классификации, исследования моделируемого объекта путем исследования его модели и другие.

Для решения этих задач выполняются следующие этапы:

1) ввод в систему «Эйдос» изображений боеприпасов и создание математических моделей их контуров;

2) синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия на основе контурных изображений конкретных боеприпасов (многопараметрическая типизация);

3) количественное определение сходства-различия конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов и моделей стрелкового нарезного оружия (системная идентификация);

4) количественное определение сходства-различия типов боеприпасов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов боеприпасов.

Приводится численный пример. Имеется успешный опыт решения подобных задач в других предметных областях.

7. Перспективы

Планируется решить методом АСК-анализа задачу классификации боеприпасов не только по типам стрелкового нарезного оружия, но и по его конкретным маркам.

8. Применение

Описанная в статье технология синтеза и применения интеллектуальной измерительной системы может быть применена не только в криминалистике, но и в других областях, чему может способствовать и то, что система «Эйдос» разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области, и размещена в полном открытом бесплатном доступе на сайте автора по адресу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm.

Материалы данной статьи могут быть использованы при проведении лабораторных работ по применению информационных технологий в криминалистике и по дисциплинам, связанным с интеллектуальными технологиями, представлением знаний и системами искусственного интеллекта.

Литература

1. Криминалистика (учебник) / под ред. В.Д. Зеленского, Г.М. Меретукова. – СПб: «Юридический центр», 2015. – 704 с.
2. Луценко Е.В. Решение задачи классификации боеприпасов по типам стрелкового нарезного оружия методом АСК-анализа / Е.В. Луценко, С.В. Швец, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государствен-

ного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №03(117). С. 838 – 872. – IDA [article ID]: 1171603055. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/55.pdf>, 2,188 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340>

4. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18271217>

5. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

6. 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.

7. Луценко Е.В. Синтез адаптивных интеллектуальных измерительных систем с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» и системная идентификация в эконометрике, биометрии, экологии, педагогике, психологии и медицине / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1161602001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.

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. 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.

10. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений по их пикселям (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №07(111). С. 334 – 362. – IDA [article ID]: 1111507019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/19.pdf>, 1,812 у.п.л.

11. Луценко Е.В. Решение задач ампелографии с применением АСК-анализа изображений листьев по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематиче-

ский сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf>, 3,062 у.п.л.

12. Луценко Е.В. Количественное измерение сходства-различия клонов винограда по контурам листьев с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Л.П. Трошин, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №02(116). С. 1205 – 1228. – IDA [article ID]: 1161602077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/77.pdf>, 1,5 у.п.л.

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

14. Луценко Е.В. Система "Эйдос" как геокогнитивная система (ГКС) для восстановления неизвестных значений пространственно-распределенных функций на основе описательной информации картографических баз данных / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №03(117). С. 1 – 51. – IDA [article ID]: 1171603001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/01.pdf>, 3,062 у.п.л.

15. Каркищенко А.Н., Лепский А.Е., Безуглов А.В. Об одном способе векторного и аналитического представления контура изображения. <http://cyberleninka.ru/article/n/ob-odnom-sposobe-vektornogo-i-analiticheskogo-predstavleniya-kontura-izobrazheniya>

Literatura

1. Kriminalistika (uchebnik) / pod red. V.D. Zelenskogo, G.M. Meretukova. – SPb: «Juridicheskij centr», 2015. – 704 s.

2. Lucenko E.V. Reshenie zadachi klassifikacii boepripasov po tipam strelkovogo nareznogo oruzhija metodom ASK-analiza / E.V. Lucenko, S.V. Shvec, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №03(117). S. 838 – 872. – IDA [article ID]: 1171603055. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/55.pdf>, 2,188 u.p.l.

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

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

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

6. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij po ih vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V.

Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoy 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.

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

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 setevoy 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. Cistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy 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.

10. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij po ih pikseljam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №07(111). S. 334 – 362. – IDA [article ID]: 1111507019. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/19.pdf>, 1,812 u.p.l.

11. Lucenko E.V. Reshenie zadach ampelografii s primeneniem ASK-analiza izobrazhenij list'ev po ih vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk, L.P. Troshin // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №08(112). S. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf>, 3,062 u.p.l.

12. Lucenko E.V. Kolichestvennoe izmerenie shodstva-razlichija klonov vinograda po konturam list'ev s primeneniem ASK-analiza i sistemy «Jejdos» / E.V. Lucenko, L.P. Troshin, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №02(116). S. 1205 – 1228. – IDA [article ID]: 1161602077. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/02/pdf/77.pdf>, 1,5 u.p.l.

13. Lucenko E.V. Identifikacija tipov i modelej samoletov putem ASK-analiza ih silujetov (konturov) (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №10(114). S. 1316 – 1367. – IDA

[article ID]: 1141510099. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/10/pdf/99.pdf>, 3,25 u.p.l.

14. Lucenko E.V. Sistema "Jejdos" kak geokognitivnaja sistema (GKS) dlja vosstanovlenija neizvestnyh znachenij prostranstvenno-raspredelennyh funkcij na osnove opisatel'noj informacii kartograficheskikh baz dannyh / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №03(117). S. 1 – 51. – IDA [article ID]: 1171603001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/03/pdf/01.pdf>, 3,062 u.p.l.

15. Karkishhenko A.N., Lepskij A.E., Bezuglov A.V. Ob odnom sposobe vektornogo i analiticheskogo predstavlenija kontura izobrazhenija. <http://cyberleninka.ru/article/n/ob-odnom-sposobe-vektornogo-i-analiticheskogo-predstavleniya-kontura-izobrazheniya>