

УДК 004.8

05.00.00 Технические науки

**РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ БОЕПРИПАСОВ ПО ТИПАМ СТРЕЛКОВОГО НАРЕЗНОГО ОРУЖИЯ МЕТОДОМ АСК-АНАЛИЗА<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*

Швец Сергей Владимирович

д.ю.н., доцент

РИНЦ SPIN-код: 7584-8573

[baharat@yandex.ru](mailto:baharat@yandex.ru)*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Бандык Дмитрий Константинович

Разработчик интеллектуальных систем

РИНЦ SPIN-код: 4072-8442

[bandyk\\_dd@mail.ru](mailto:bandyk_dd@mail.ru)*Беларусь*

В криминалистике существует актуальная задача определения типа стрелкового нарезного оружия (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) по его использованным боеприпасам, 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. Путем многопараметрической типизации в системе создается системно-когнитивная модель, с применением которой, если модель окажется достаточно достоверной, могут решаться задачи системной идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его модели. Для решения этой задачи выполняются следующие этапы: 1) ввод в систему «Эйдос» изображений боеприпасов и создание их математических моделей; 2) синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия на основе контурных изображений конкретных боеприпасов (многопараметрическая типизация); 3) повышение качества модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части; 4) количественное определение сходства-

UDC 004.8

Technical 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](mailto: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](mailto:baharat@yandex.ru)*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Bandyk Dmitry Konstantinovich

Artificial intelligence systems developer

RSCI SPIN-code: 4072-8442

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

In forensics there is an urgent need to determine the type of rifle (automatic, rifle, large caliber pistol) depending on its used ammunition found at the scene of the use of weapons. We offer a solution to this problem with the use of new innovative method of artificial intelligence: automated system-cognitive analysis (ASC-analysis) and its program toolkit which is a universal cognitive analytical system called "Eidos". In the "Eidos" system we have implemented the software interface that allows posting of images and identifying their outer contours. By multivariable typing, the system creates a systemic-cognitive model, the use of which, if the model is sufficiently accurate, may be helpful in solving problems of system identification, prediction, classification, decision support and research of the modeled object by studying its model. For this task the following stages: 1) input images of ammunitions into the "Eidos" system and creation of their mathematical models; 2) the synthesis and verification of the models of generalized images of ammunition for types of weapons based on the contour images of specific munitions (multiparameter typing); 3) improving the quality of the model by separating classes for typical and atypical parts; 4) quantification of the similarities-the differences between specific types of munitions with generic images of different types of ammunition of the weapon (system identification); 5) quantification of the similarity-differences between types of ammunition, i.e. cluster-constructive analysis of generalized images of ammunition. A numerical

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект №16-06-00114 А

различия конкретных типов боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов оружия (системная идентификация); 5) 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

example is given. We also possess a successful experience of solving similar problems in other subject areas

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, INTELLIGENCE SYSTEM "EIDOS", MULTIPARAMETER TYPING, SYSTEM IDENTIFICATION, INTELLIGENT IMAGE ANALYSIS

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ</b> .....	<b>2</b>
<b>2. ТРАДИЦИОННЫЙ ПОДХОД И ЕГО НЕДОСТАТКИ</b> .....	<b>3</b>
<b>3. ИДЕЯ РЕШЕНИЯ</b> .....	<b>4</b>
<b>4. ИМЕЮЩИЙСЯ ЗАДЕЛ</b> .....	<b>4</b>
<b>5. ЧИСЛЕННЫЙ ПРИМЕР</b> .....	<b>4</b>
5.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ.....	4
5.2. ПЕРВАЯ ИТЕРАЦИЯ.....	6
5.2.1. Автоматический ввод изображений боеприпасов в систему «Эйдос».....	7
5.2.2. Синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия (многопараметрическая типизация).....	15
5.2.3. Повышение качества модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части.....	19
5.3. ВТОРАЯ ИТЕРАЦИЯ.....	22
5.3.1. Синтез и верификация моделей обобщенных образов боеприпасов по типам оружия (многопараметрическая типизация).....	22
5.3.2. Количественное определение сходства-различия конкретных типов боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов оружия (системная идентификация).....	23
5.3.3. Количественное определение сходства-различия типов боеприпасов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов боеприпасов.....	27
5.3.4. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.....	28
<b>6. ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ</b> .....	<b>31</b>
<b>7. ПЕРСПЕКТИВЫ</b> .....	<b>32</b>
<b>8. ПРИМЕНЕНИЕ</b> .....	<b>32</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	<b>32</b>

### 1. Постановка задачи

В криминалистике существует актуальная задача определения типа стрелкового нарезного оружия (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) по его использованным боеприпасам, обнаруженным на месте применения оружия.

## 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 данным. 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 натурных 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 процессе 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 путем применения для решения поставленной задачи универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос».

### **3. Идея решения**

Предлагается решение этой задачи с применением нового инновационного метода искусственного интеллекта: автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [2] и его программного инструментария – универсальной когнитивной аналитической системы «Эйдос» [3]. Математическая модель системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [4]. В системе «Эйдос» реализован программный интерфейс, обеспечивающий ввод в систему изображений, и выявление их внешних контуров [5]. Путем многопараметрической типизации в системе создается системно-когнитивная модель, с применением которой, если модель окажется достаточно достоверной, могут решаться задачи системной идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его модели [6, 7].

### **4. Имеющийся задел**

У авторов имеется научный задел и опыт успешного решения подобных задач в других предметных областях [2-12].

### **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 нарез-

ного оружия различных типов: автоматов (рисунок 1), винтовок (рисунок 2), оружия крупного калибра (рисунок 3) и пистолетов (рисунок 4) производства различных стран:

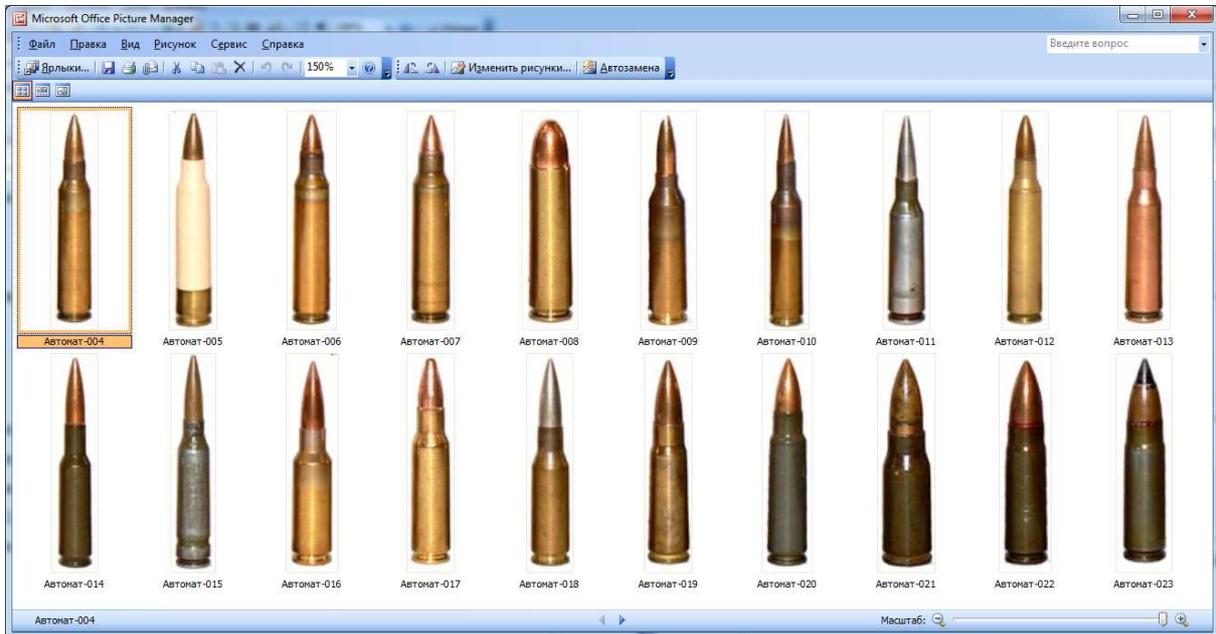


Рисунок 1. Боеприпасы автоматов

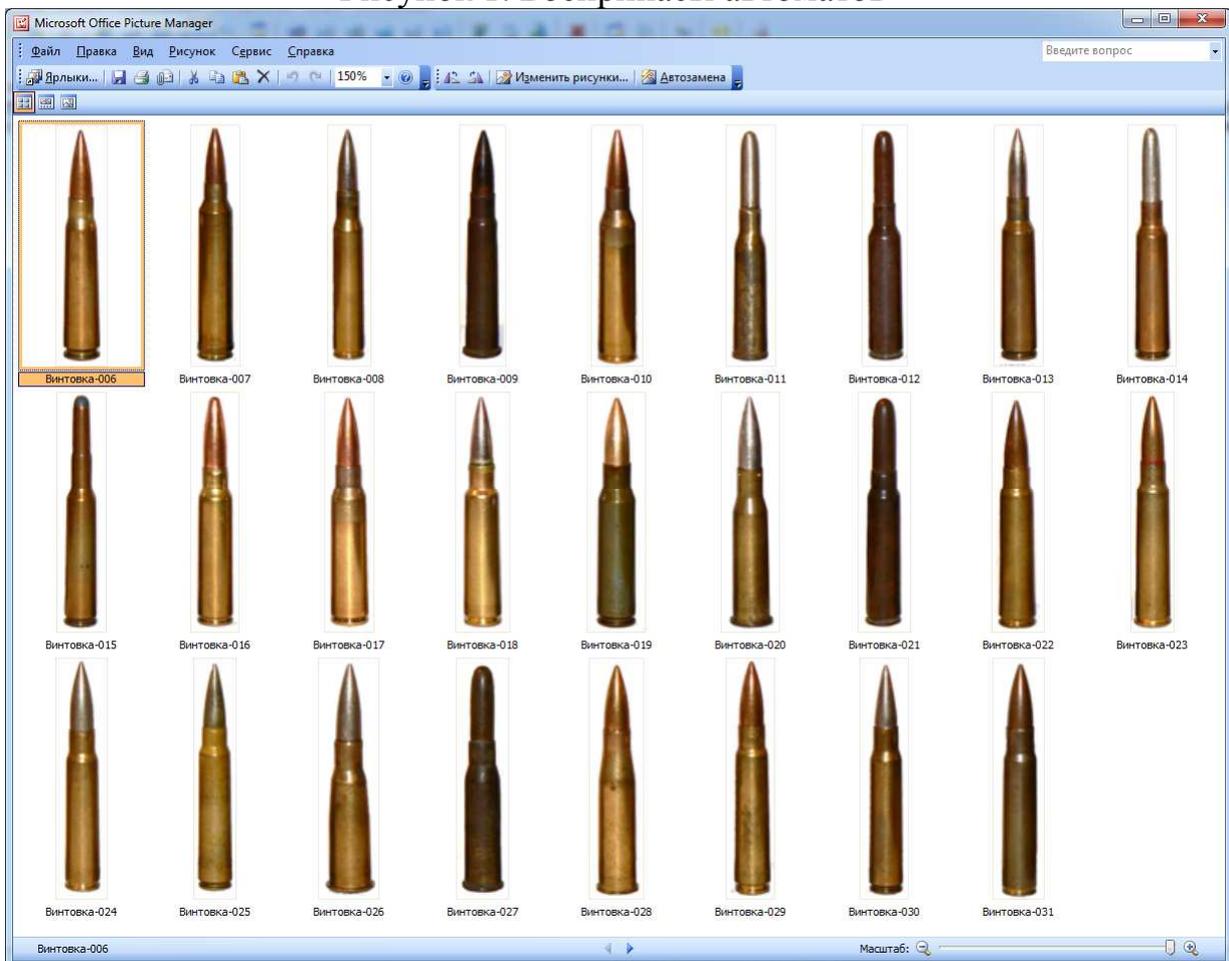


Рисунок 2. Боеприпасы винтовок

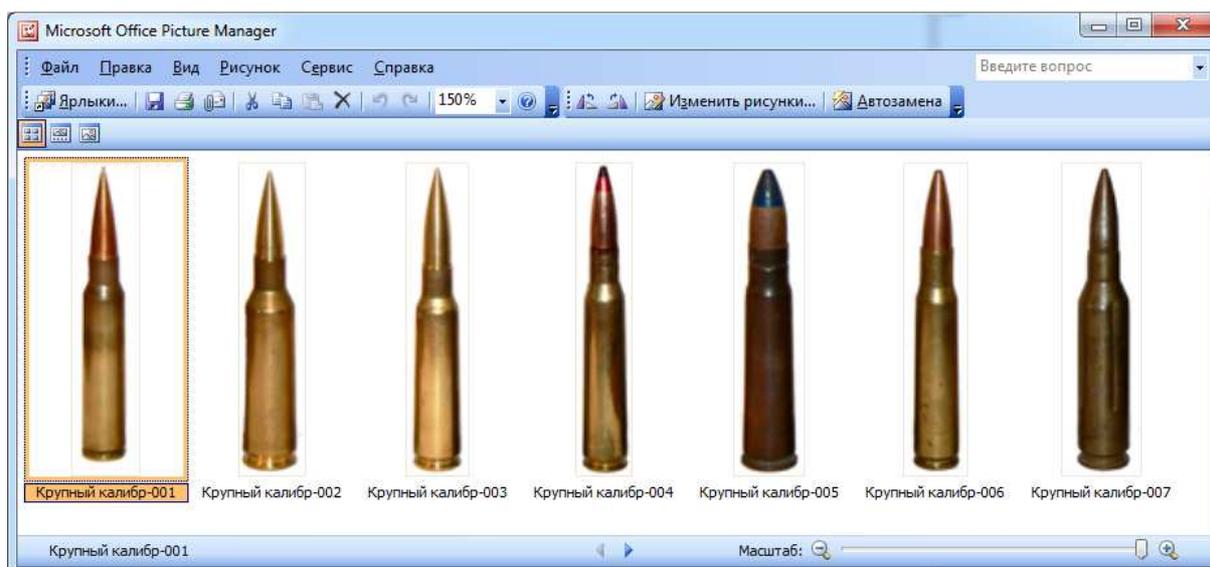


Рисунок 3. Боеприпасы оружия крупного калибра

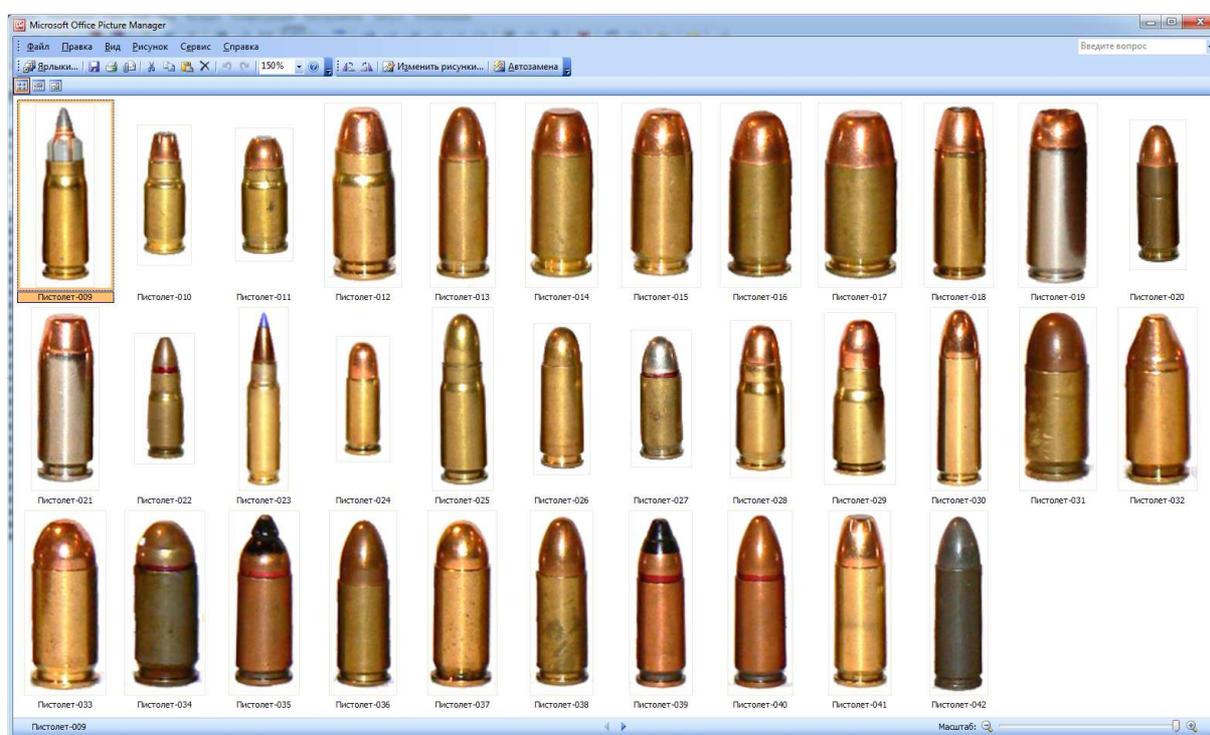


Рисунок 4. Боеприпасы пистолетов

## 5.2. Первая итерация

Для решения поставленной задачи выполним следующие этапы:

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

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

3) повышение качества модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части;

4) количественное определение сходства-различия конкретных типов боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов оружия (системная идентификация);

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

### 5.2.1. Автоматический ввод изображений боеприпасов в систему «Эйдос»

Запишем в папку `..\AID_DATA\Inp_data\` сканированные изображения боеприпасов (рисунок 5):

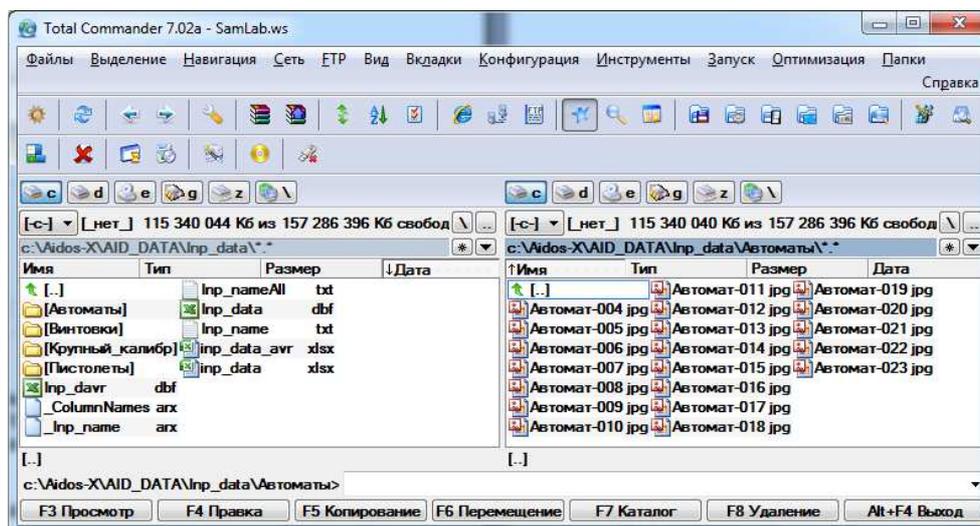


Рисунок 5. Экранная форма, поясняющая расположение и структуру исходных данных: сканированных изображений боеприпасов оружия различных типов

Изображения боеприпасов помещены в папки, имена которых содержат информацию о типе оружия (слева). Внутри каждой папки (справа) содержатся файлы сканированных изображений боеприпасов оружия соответствующего типа. *Имена файлов состоят из имени типа оружия и номера файла внутри папки* (номер реализации). В рассматриваемом

примере в обучающей выборке используются изображения 64 конкретных видов боеприпасов.

Затем запустим режим: 2.3.2.4. «Оцифровка изображений по их внешним контурам» (рисунок 6). Вместо описания данного режима приведем на рисунке 7 его Help.

В результате появляется главная экранная форма, отображающая процесс оцифровки сканов боеприпасов, расположенных в виде файлов в указанных выше папках (рисунок 8).

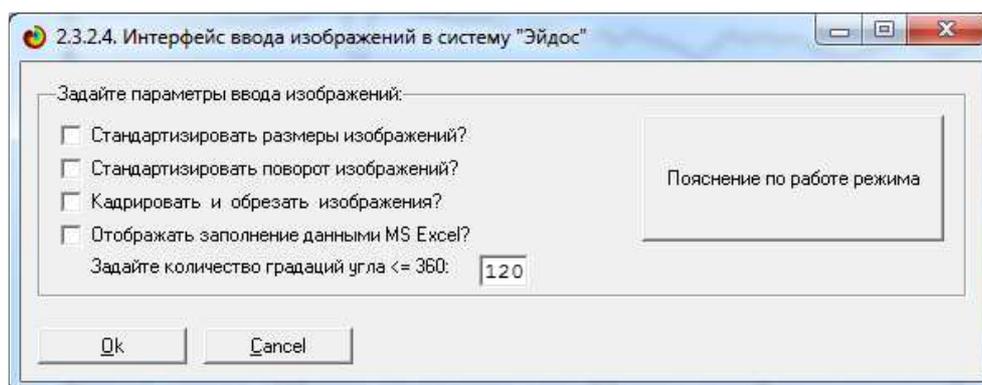


Рисунок 6. Начальная экранная форма режима 2.3.2.4. Оцифровка изображений по их внешним контурам

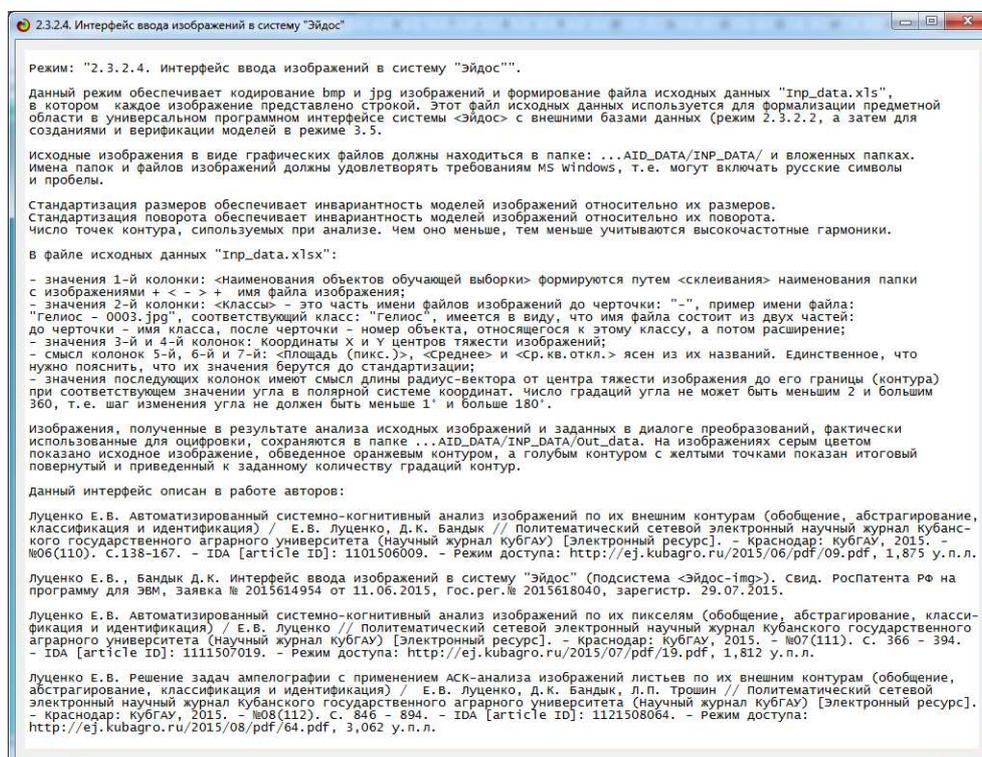


Рисунок 7. Help режима 2.3.2.4. Оцифровка изображений по их внешним контурам

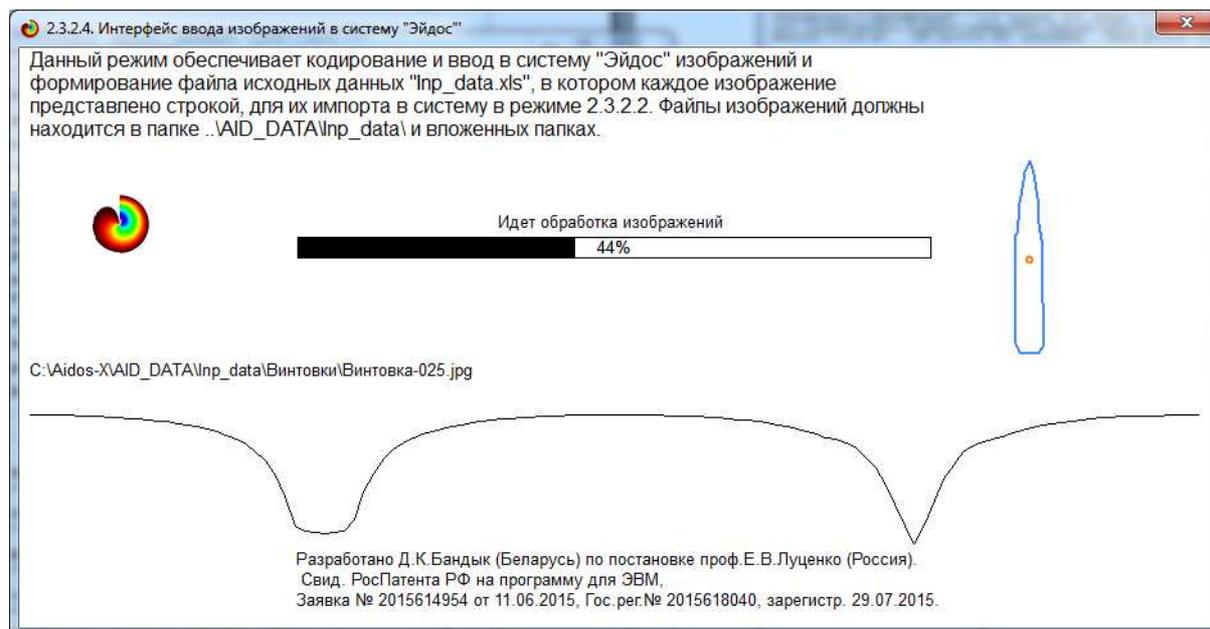


Рисунок 8. Экранная форма с отображением стадии процесса исполнения оцифровки изображений боеприпасов по их внешним контурам

Данный режим:

1. Находит все поддиректории в папке: `..\AID_DATA\Inp_data\` и все графические файлы `jpg` и `bmp` в поддиректориях.
2. Находит контуры в этих графических файлах и их центры тяжести.
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 при различных углах поворота радиуса-вектора** (эта идея, а также математическая модель и алгоритм ее реализации предложены проф.Е.В.Луценко в 2014 и реализованы в модуле 2.3.2.4 и режиме 4.7 системы «Эйдос» в 2015 году). При этом структура поддиректорий и имена файлов в папках: `..\AID_DATA\Inp_data\` и `..\AID_DATA\Out_data\` совпадают. Пример контурного изображения боеприпаса приведен ниже на рисунке 9:



Рисунок 9. Пример контурного изображения боеприпаса:  
с:\Aidos-X\AID\_DATA\Out\_data\Автоматы\Автомат-004.jpg

4. Затем режим 2.3.2.4 формирует Excel-таблицу с именем: ..\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_data.xlsx, в которой содержатся результаты оцифровки изображений. Кроме того, он формирует таблицу: ..\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_data\_avr.xlsx с усредненными данными по классам. Пояснение по структуре этой таблицы дано в Help режима 2.3.2.4 (рисунок 7). 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 10:



Рисунок 10. 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.xlsx с результатами оцифровки изображений:

Таблица 1. – Файл с:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_data.xlsx с результирующими цифровыми изображениями (фрагмент)<sup>2</sup>

N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23	N24	N25	N26	N		
Аэтомат Аэтомат-004.jpg	Аэтомат	37,5634895	162,9124756	13912	58,2295997	42,9501328	38,5589954	27,6195343	26,1752228	27,0197945	27,2259034	27,7419574	28,0454818	28,7599974	29,159911	30,0440464	31,0231578	32,1145592	33,2020549	34,2920096	35,3849459	36,4804673	37,5785443	38,6791736	39,7823543	40,8880888		
Аэтомат Аэтомат-009.jpg	Аэтомат	35,3950461	175,865244	11140	52,6494958	34,2889991	26,1972719	26,2999621	26,4079632	26,5257263	26,6532048	27,0286229	27,8117409	28,1624000	28,9578878	29,8653089	30,8828959	31,4688031	32,5634042	34,4934387	37,37354	38,5652733	40,7473525	43,0279133	45,4091133	47,8911133		
Аэтомат Аэтомат-010.jpg	Аэтомат	35,4202818	175,281034	13700	55,3719997	45,3843886	36,0889799	26,136322	26,3449484	26,5031281	27,3006748	28,1591936	28,770752	29,1237411	29,9176011	30,8210489	31,3109112	32,3611717	33,4980278	35,3472252	36,6466767	38,7937676	40,901572	43,2603661	45,8240074	48,4924074		
Аэтомат Аэтомат-011.jpg	Аэтомат	35,3751111	175,888453	13421	56,8548869	40,6562538	36,7427225	26,8257923	26,9224951	26,8102814	26,8440076	26,8522278	28,5928171	29,5674943	30,2379259	31,2010789	32,2666641	34,4611931	34,7001349	36,0079951	38,0173735	40,1272013	42,5624584	45,7433891	48,9243198	52,1053295		
Аэтомат Аэтомат-012.jpg	Аэтомат	40,3752889	186,2344971	10897	57,6386256	40,3791026	27,5358222	27,5812836	27,7810936	27,9342117	28,1608480	28,5629266	29,20574	29,5951386	30,340889	31,2980807	32,2287483	33,4516963	35,2828358	37,1276016	38,4983538	40,1106821	42,6316884	44,3424245	47,5438822	50,7453405		
Аэтомат Аэтомат-014.jpg	Аэтомат	41,8591089	206,3740948	17106	58,2615128	46,6191297	27,949068	27,9161292	28,0336975	28,3369094	28,5938021	29,042078	29,3420181	30,0029437	30,8308003	31,2811947	33,6115494	34,6880891	35,8209295	37,6971195	39,0040345	41,0037936	42,2713929	45,3229913	48,3229913	51,3229913		
Аэтомат Аэтомат-015.jpg	Аэтомат	40,8947634	211,7359594	19646	64,0311278	48,0404772	30,9163002	30,5977306	30,6872485	30,6358411	31,3633997	31,6095944	32,1889343	32,8801746	33,6781311	34,5899592	35,5525322	36,5198082	37,7622414	39,0038935	41,5802422	43,8736764	47,2764978	50,3200777	54,0028923	57,6411754		
Аэтомат Аэтомат-016.jpg	Аэтомат	40,5286848	188,8490143	14981	60,1013603	40,0802727	31,9786803	32,0489582	32,2446385	32,3885574	32,7661919	33,2599991	33,8484834	34,5791042	35,3841953	36,2695644	37,2725495	38,38623	40,0718842	41,3611031	43,2688977	45,3493017	48,2634949	51,3282556	54,5141754	57,8081244		
Аэтомат Аэтомат-017.jpg	Аэтомат	40,9426122	175,879143	17848	60,8999509	50,2990038	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111
Аэтомат Аэтомат-018.jpg	Аэтомат	36,3752889	186,2344971	15492	60,3279572	39,879584	30,329174	30,3733879	30,5999766	30,7017385	31,0799866	31,5880626	32,197976	32,5428368	33,2303144	34,2078611	35,1780396	36,2345677	37,594078	39,1947685	41,9403263	44,2480216	46,8316971	49,8009221	53,177299	56,963295		
Аэтомат Аэтомат-020.jpg	Аэтомат	39,8139769	190,3740948	19043	63,9152965	42,9819563	30,9510274	31,1543885	31,7862473	32,0719566	32,4785347	32,7297587	33,2049827	33,3439674	33,8765996	34,7819633	35,7779584	36,8547793	38,0306809	39,8894937	41,7119789	43,6406216	45,6343689	47,8363489	50,2299103	52,8094475		
Аэтомат Аэтомат-021.jpg	Аэтомат	39,6095134	194,6439889	15914	61,7022939	38,4702991	32,8894746	32,9807816	33,1837802	33,3287424	33,7082255	34,2012387	34,8015976	35,5046192	37,2128801	38,0917986	39,5339867	40,8928995	42,3311844	44,1935387	46,1798423	48,2633209	51,1979005	54,2499139	58,2781765	62,3064391		
Аэтомат Аэтомат-022.jpg	Аэтомат	39,8849818	180,1424041	17104	63,4519487	40,0617676	31,5279328	31,5662208	31,7467918	32,0513763	32,2491302	32,7328338	33,257195	34,0388804	34,8388803	35,734535	36,7225552	37,882761	40,3261779	42,1704959	44,2288742	46,8094667	47,884426	50,8997574	54,049593	57,3403824		
Аэтомат Аэтомат-023.jpg	Аэтомат	40,9426122	175,879143	17848	60,8999509	50,2990038	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111	32,9622111
Вителко Вителко-006.jpg	Вителко	64,3752889	186,2344971	42574	65,2482824	74,5620027	43,1384959	43,2298038	43,4128885	44,2804298	45,2404871	44,7696862	45,8227863	46,3427448	47,7781803	49,3494049	51,2092929	52,7898032	55,9024676	59,9467861	64,8208284	66,8675111	71,191288	77,47332	84,74332	93,47332		
Вителко Вителко-007.jpg	Вителко	54,8591089	206,3740948	34098	63,1710248	65,6595622	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	59,1526764	
Вителко Вителко-008.jpg	Вителко	46,1803222	206,132678	30352	77,9780437	62,9699128	35,3489165	35,4429169	35,5369309	35,6299584	36,1830036	36,6679508	37,2521324	37,9324717	38,7082883	40,0251084	41,0259602	43,689313	44,4516411	45,5687348	48,2141445	50,303524	53,2497934	56,9573484	62,4804945	68,1404945		
Вителко Вителко-009.jpg	Вителко	47,8888889	201,881949	27483	72,8388888	58,5967894	38,0294883	38,1759219	38,2811111	38,3259638	38,7915719	39,4171764	39,8292387	39,7496866	39,5141105	38,4665031	37,4578369	36,282761	34,8891811	33,033836	34,8891811	34,8891811	34,8891811	34,8891811	34,8891811	34,8891811	34,8891811	
Вителко Вителко-010.jpg	Вителко	62,8042618	206,3740948	42134	66,1511833	68,2478949	45,9686007	46,0768387	45,2613144	45,5389688	46,3848898	46,9847111	48,4195378	49,4485637	50,6399656	51,9810682	53,4283071	55,019754	57,342089	59,1588915	62,4281269	66,1893448	68,6893307	70,4129179	75,4903766	80,4903766		
Вителко Вителко-011.jpg	Вителко	65,7780238	206,3740948	46812	68,1220828	71,1521301	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955	44,7389955
Вителко Вителко-012.jpg	Вителко	61,8591089	206,3740948	50895	68,2279392	70,2272222	46,6444437	46,7428932	46,915115	47,239554	47,7399549	48,4294989	49,2011784	49,1327746	49,1629269	49,8094813	50,6499489	51,7694989	53,1942989	54,9498989	57,2298989	60,0498989	63,9498989	68,9498989	74,9498989	81,9498989		
Вителко Вителко-013.jpg	Вителко	67,8895928	206,3740948	51956	70,6851496	79,2839385	48,0303041	48,910038	49,08284	49,4936796	50,0791983	50,9639519	51,4230755	53,3870706	53,6289886	54,9490022	56,3813677	58,468899	60,7891573	64,6780332	67,2789511	70,7379605	75,1167904	80,2653838	86,2653838	93,2653838		
Вителко Вителко-014.jpg	Вителко	68,8042618	206,3740948	53386	72,2789532	83,2729362	47,6791622	47,7718981	47,8884488	48,9320978	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423	49,4707423
Вителко Вителко-015.jpg	Вителко	68,3821818	206,3740948	49983	68,9172098	81,5487023	45,8898034	46,1677284	46,3117844	46,5389688	47,0693387	47,6230737	48,3494345	49,2008711	50,1400078	51,2688831	52,4901311	54,8911511	57,1074892	60,6911511	64,9291151	69,8491151	75,4901151	81,9151151	89,4901151	98,4901151		
Вителко Вителко-016.jpg	Вителко	65,7780238	206,3740948	47272	70,1352038	77,7194022	46,7584945	46,910309	47,1264679	47,891744	48,7691762	49,7691762	50,9007651	52,1504135	53,4955016	56,8932729	57,0007122	60,3001617	61,7789134	64,9023248	68,6897376	73,0230211	77,8691376	83,2032111	89,3076338	96,3076338		
Вителко Вителко-018.jpg	Вителко	73,9279141	206,3740948	54098	76,8042618	80,9699929	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	51,2799282	
Вителко Вителко-019.jpg	Вителко	76,8946915	206,3740948	50278	78,0317009	75,4800287	50,6899434	50,6784047	50,6236336	51,3495161	51,3368815	52,4230537	53,2849541	54,2891071	55,4572407	57,1100182	58,6693884	60,7913521	63,099116	65,932240	68,1176381	71,623005	75,3074115	80,2653838	86,2653838	93,2653838		
Вителко Вителко-020.jpg	Вителко	82,4795074	201,881949	56180	70,8742447	83,190384	51,020688	51,1169849	51,387764	51,8645211																		

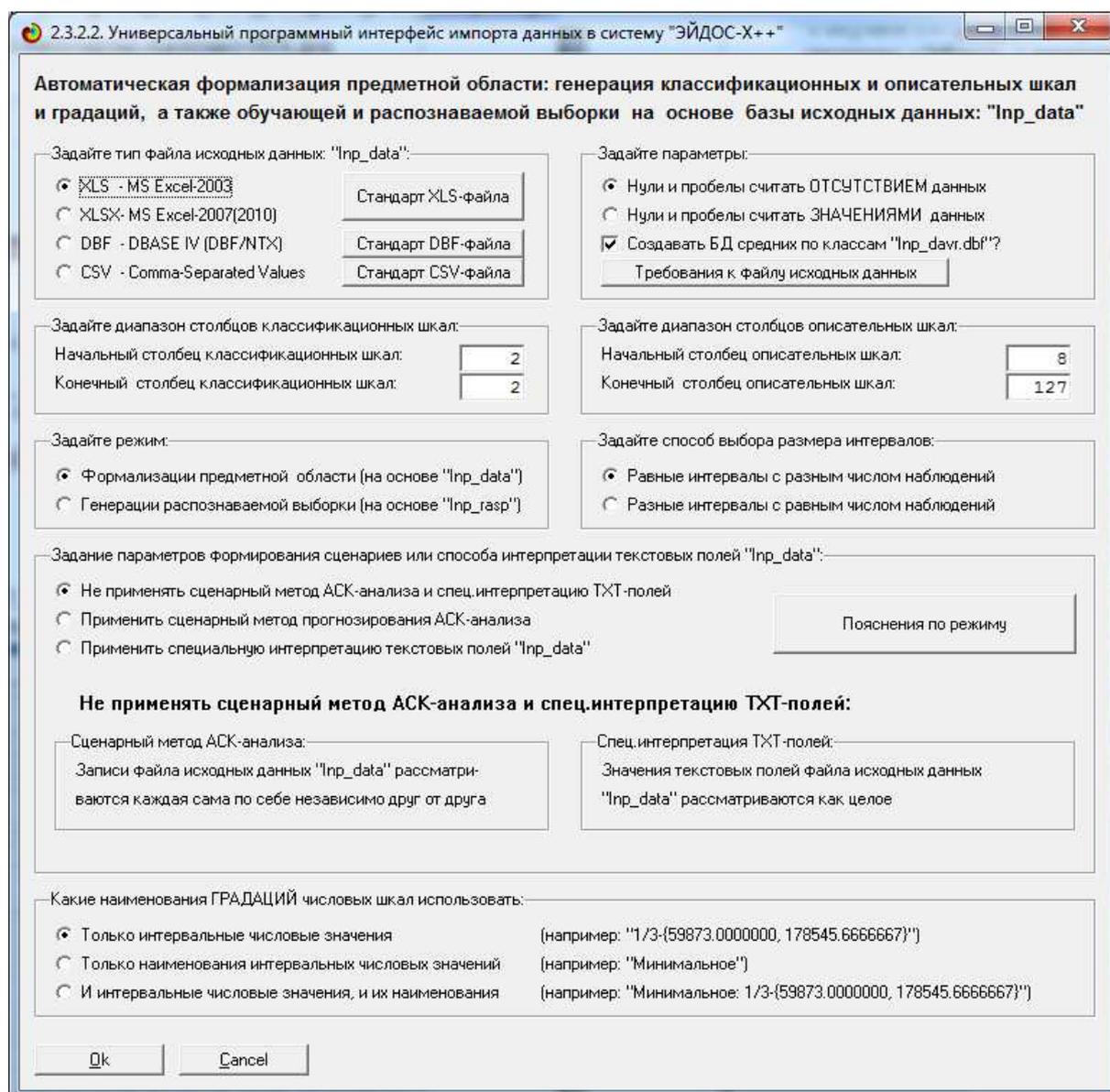


Рисунок 11. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

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 калькулятора данного режима, в котором мы можем задать число интервальных значений в числовых шкалах (рисунок 12):

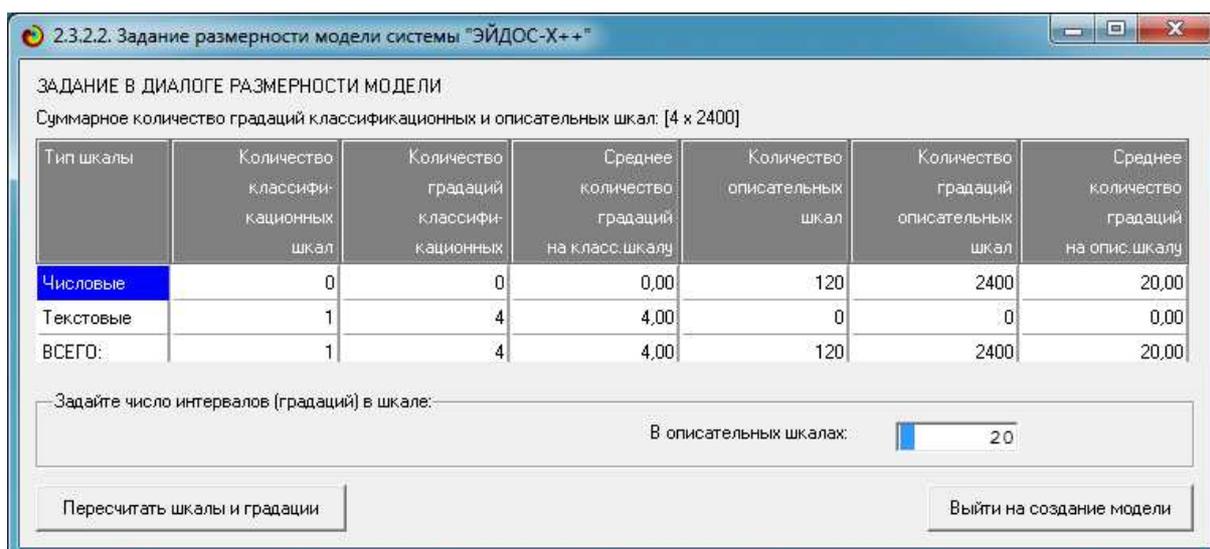


Рисунок 12. Экранная форма внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных

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 13):

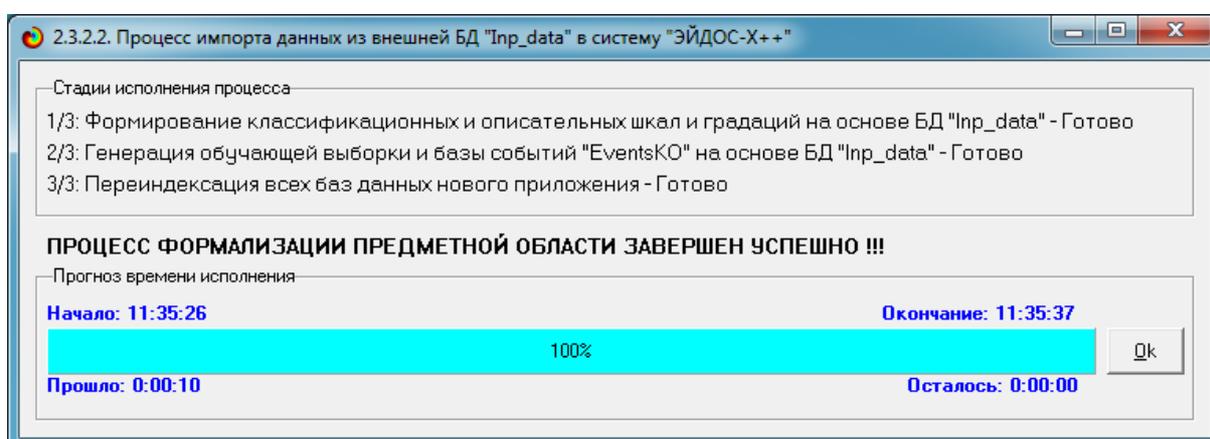


Рисунок 13. Экранная форма, отображающая этапы импорта данных из внешней базы данных в систему «Эйдос»

Сами справочники классификационных и описательных шкал и гра-  
даций, 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 так-  
же формируется таблица ..\AID\_DATA\Inp\_data\inp\_davr.xls с усреднен-  
ными данными по классам.

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

### 5.2.2. Синтез и верификация моделей обобщенных образов бо- еприпасов по типам оружия (многопараметрическая типизация)

Далее запускается режим 3.5, обеспечивающий синтез и верифика-  
цию (оценку достоверности) моделей (рисунок 14):

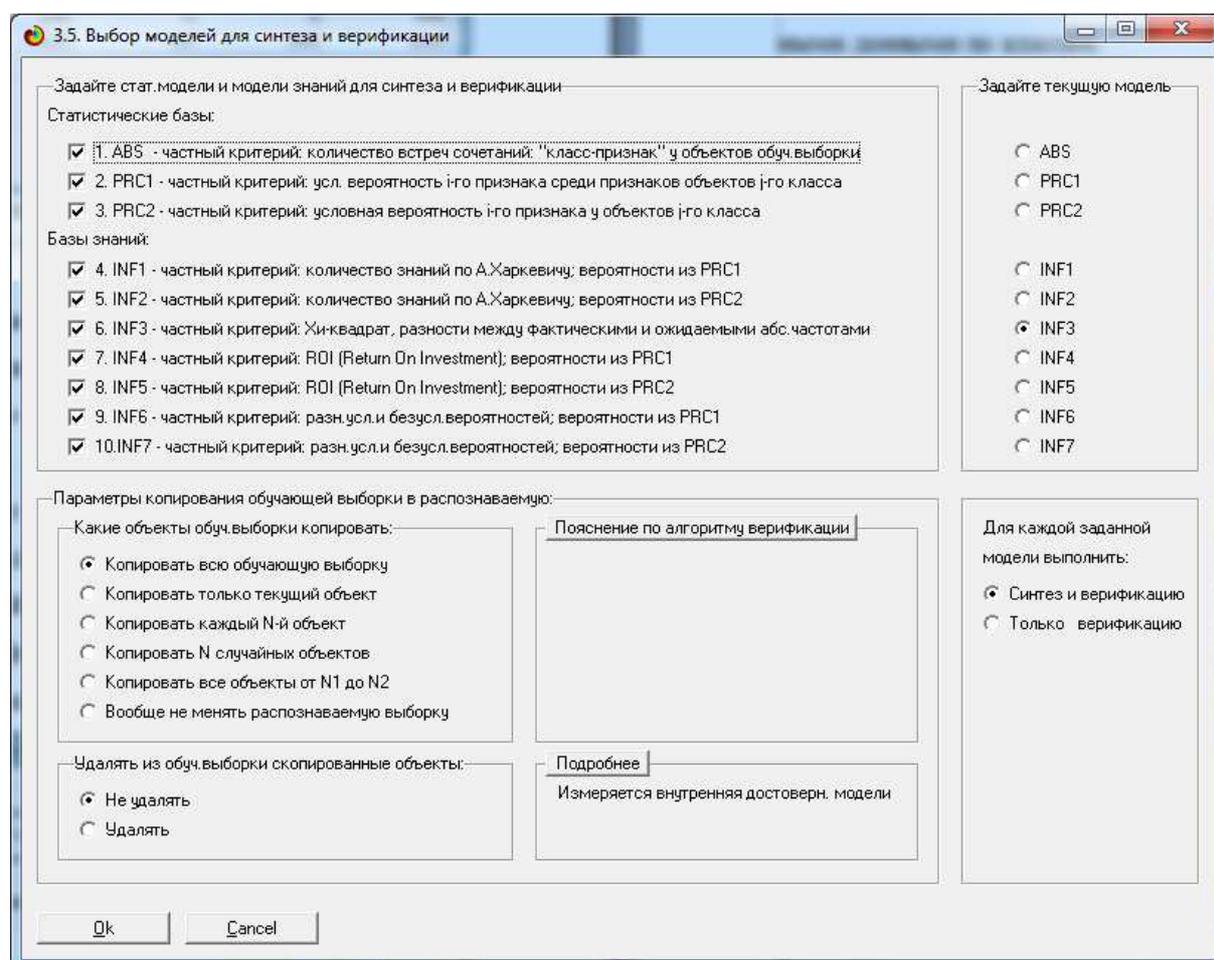


Рисунок 1. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей  
системы «Эйдос» (режима 3.5)

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 15 и 16) [7]:

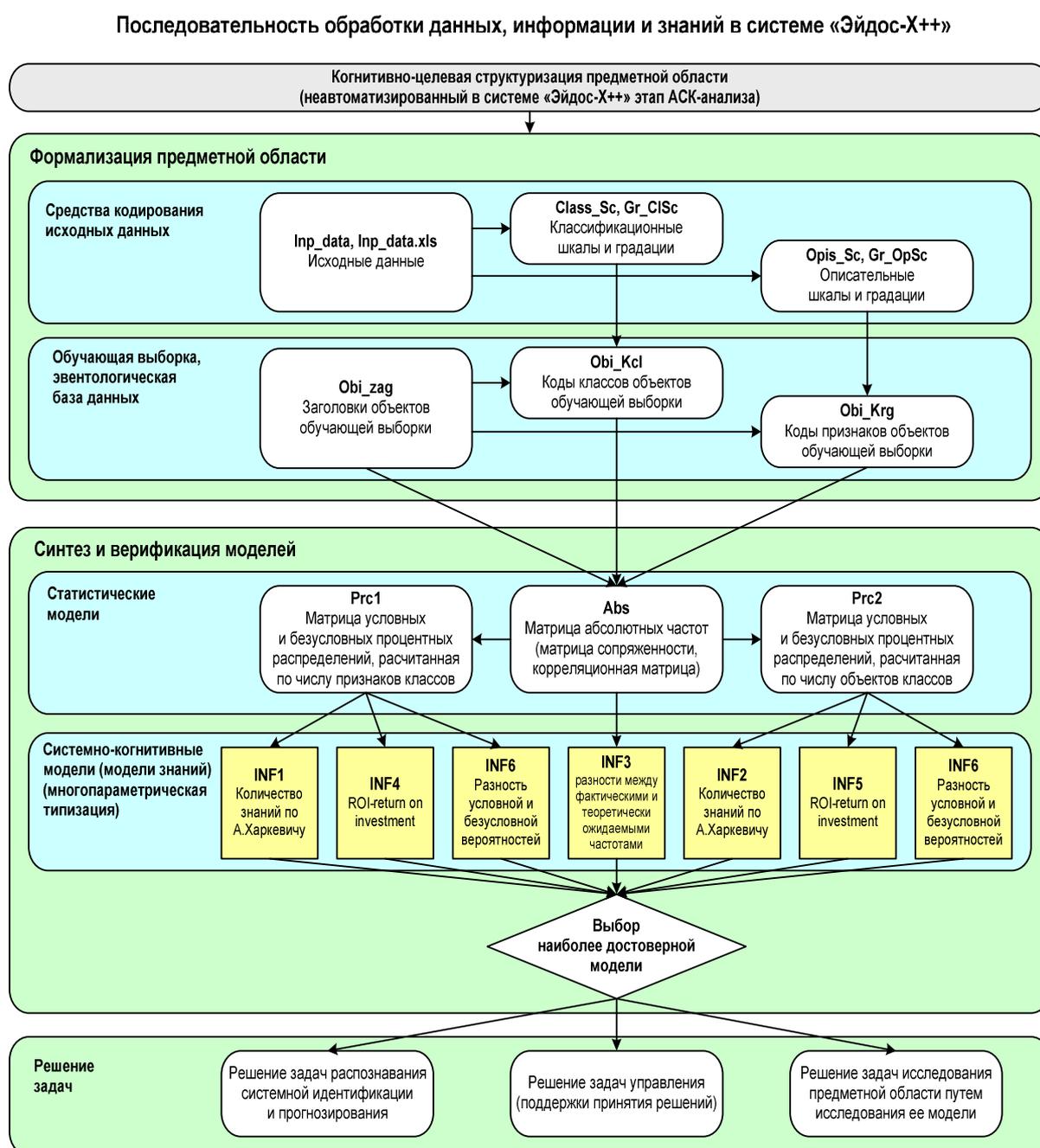


Рисунок 2. Этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям<sup>3</sup>

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

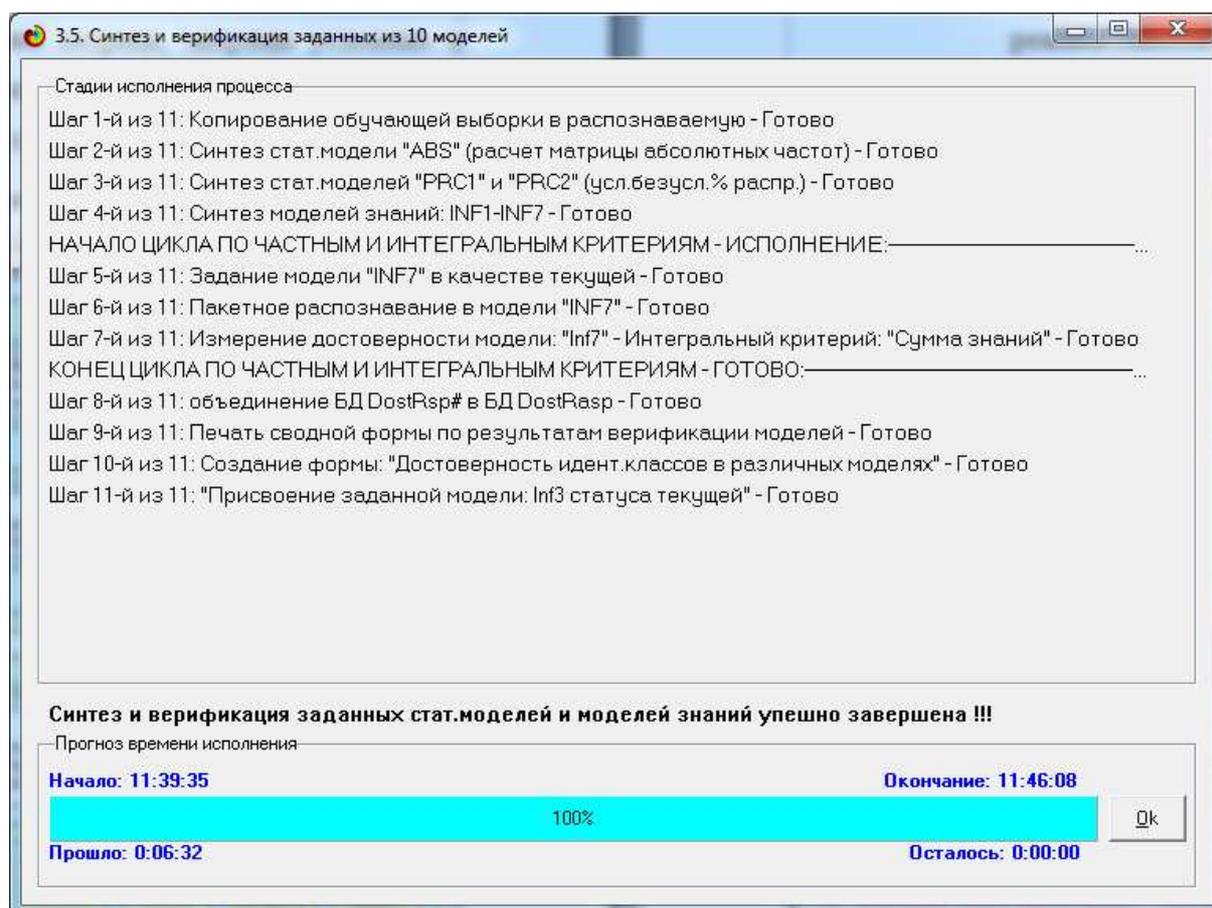


Рисунок 3. Экранная форма отображения стадии исполнения режима синтеза и верификации моделей

Из рисунка 16 видно, что процесс синтеза и верификации моделей на выборке из 64 боеприпасов занял 6 минут 32 секунды.

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 17 и 18).

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 вероятност... правильн... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	100.000	66.825	83.412	25.03.2016	11:44:53
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма абс. частот по признак...	100.000	29.502	64.751	25.03.2016	11:44:53
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	66.825	83.412	25.03.2016	11:45:01
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000	29.502	64.751	25.03.2016	11:45:01
5. INF2 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	100.000	66.825	83.412	25.03.2016	11:45:10
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Сумма абс. частот по признак...	100.000	29.502	64.751	25.03.2016	11:45:10
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	90.625	84.639	87.632	25.03.2016	11:45:18
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	96.875	73.269	85.072	25.03.2016	11:45:18
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	90.625	84.639	87.632	25.03.2016	11:45:26
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	96.875	73.269	85.072	25.03.2016	11:45:26
11. INF8 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	98.438	83.320	90.879	25.03.2016	11:45:34
12. INF9 - частный критерий: Хинквадрат, разности между факти...	Сумма знаний	98.438	83.320	90.879	25.03.2016	11:45:34
13. INF10 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	92.188	86.126	89.157	25.03.2016	11:45:42
14. INF11 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	69.977	84.988	25.03.2016	11:45:42
15. INF12 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	92.188	86.126	89.157	25.03.2016	11:45:51
16. INF13 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	69.977	84.988	25.03.2016	11:45:51
17. INF14 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	96.875	82.720	89.798	25.03.2016	11:45:59
18. INF15 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	98.438	69.317	83.877	25.03.2016	11:45:59
19. INF16 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	96.875	82.882	89.879	25.03.2016	11:46:07
20. INF17 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	98.438	69.317	83.877	25.03.2016	11:46:07

Помощь

Рисунок 4. 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 5. Help режима 4.1.3.6: пояснение смысла непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Из рисунка 17 мы видим, что наиболее достоверная модель, основанная на критерии  $\chi^2$  [7], дает среднюю достоверность определения типа оружия по боеприпасу около 91%, причем достоверность правильного отнесения боеприпаса к типу оружия составляет более 98%, а правильного не отнесения к типу оружия, к которому он не относится – около 83%.

### 5.2.3. Повышение качества модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 15, и информацией по достоверности моделей, приведенной на рисунке 17, в режиме 5.6 системы «Эйдос» зададим системно-когнитивную модель INF3 в качестве текущей (рисунок 19) и проведем в этой модели пакетную идентификацию в режиме 4.1.2 (рисунок 20):

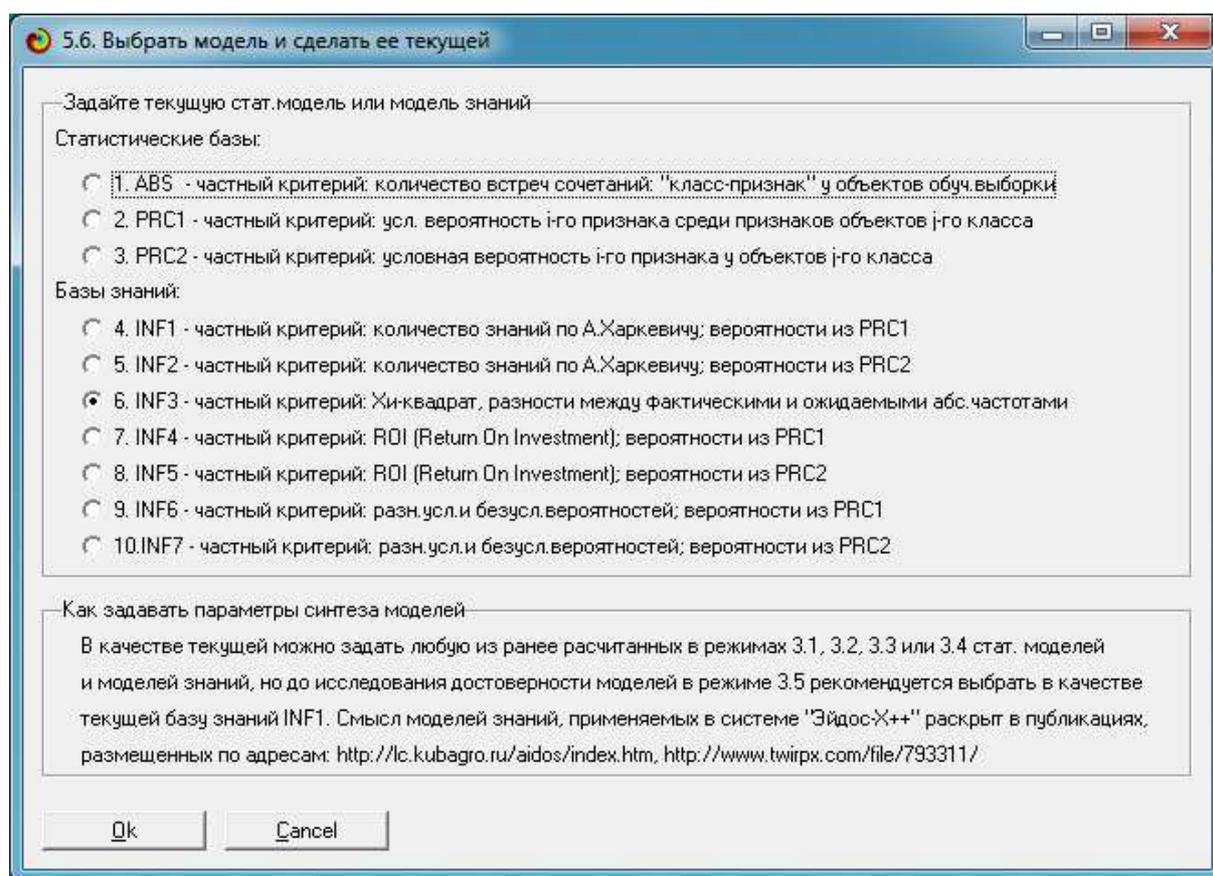


Рисунок 6. Экранная форма, позволяющая задать любую модель в качестве текущей

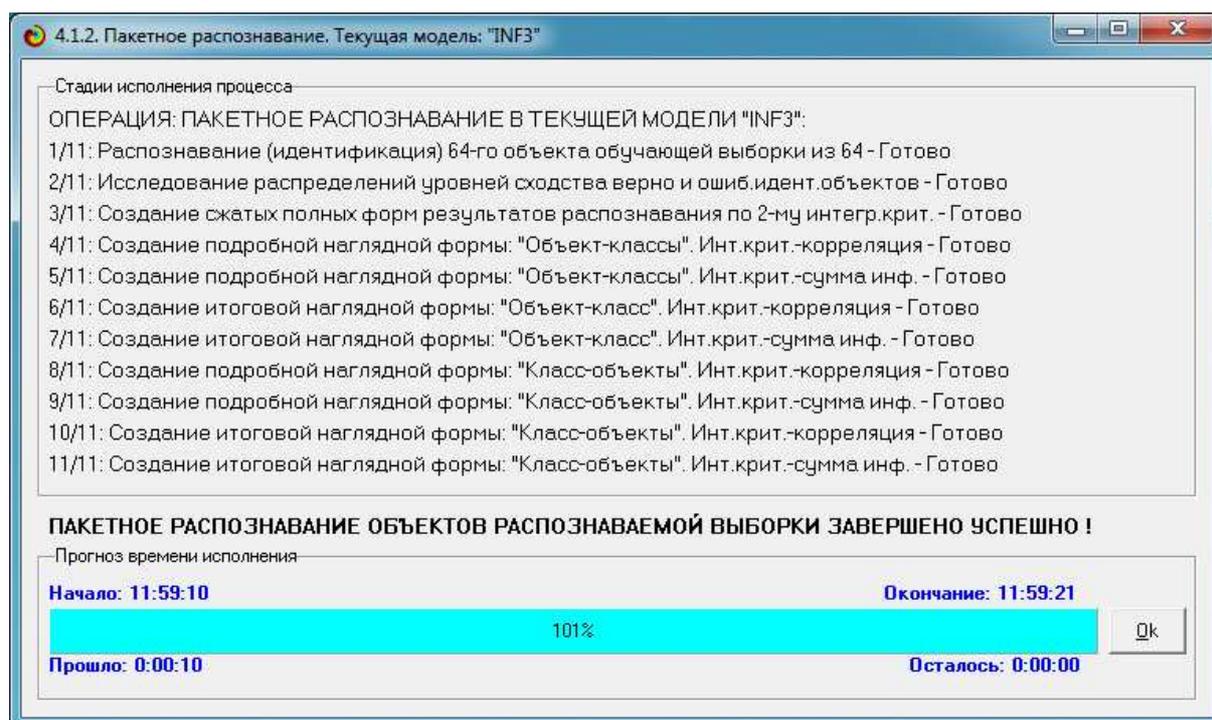


Рисунок 20. Экранная форма с отображением этапов и стадии решения задачи классификации конкретных боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов по типам оружия

Из данной экранной формы видно, что идентификация 64 боеприпаса с обобщенными образами 4-х типов оружия выполнена за 10 секунд.

Запустим режим 3.7, обеспечивающий повышение достоверности модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части (рисунок 21):

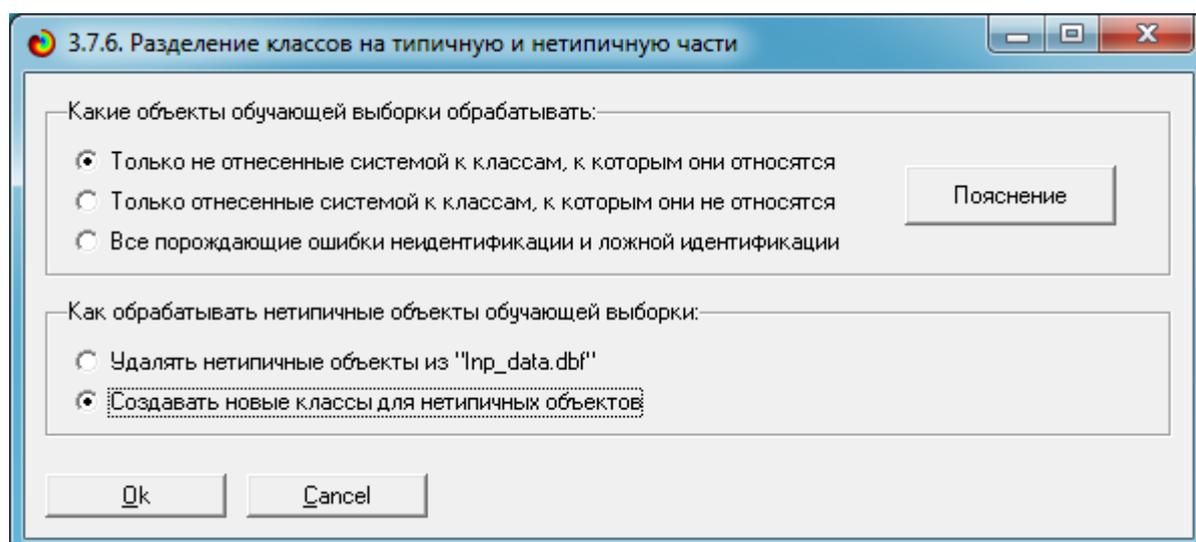


Рисунок 21. Экранная форма режима повышения достоверности модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части

Вместо описания данного режима приведем его Help (рисунок 22):

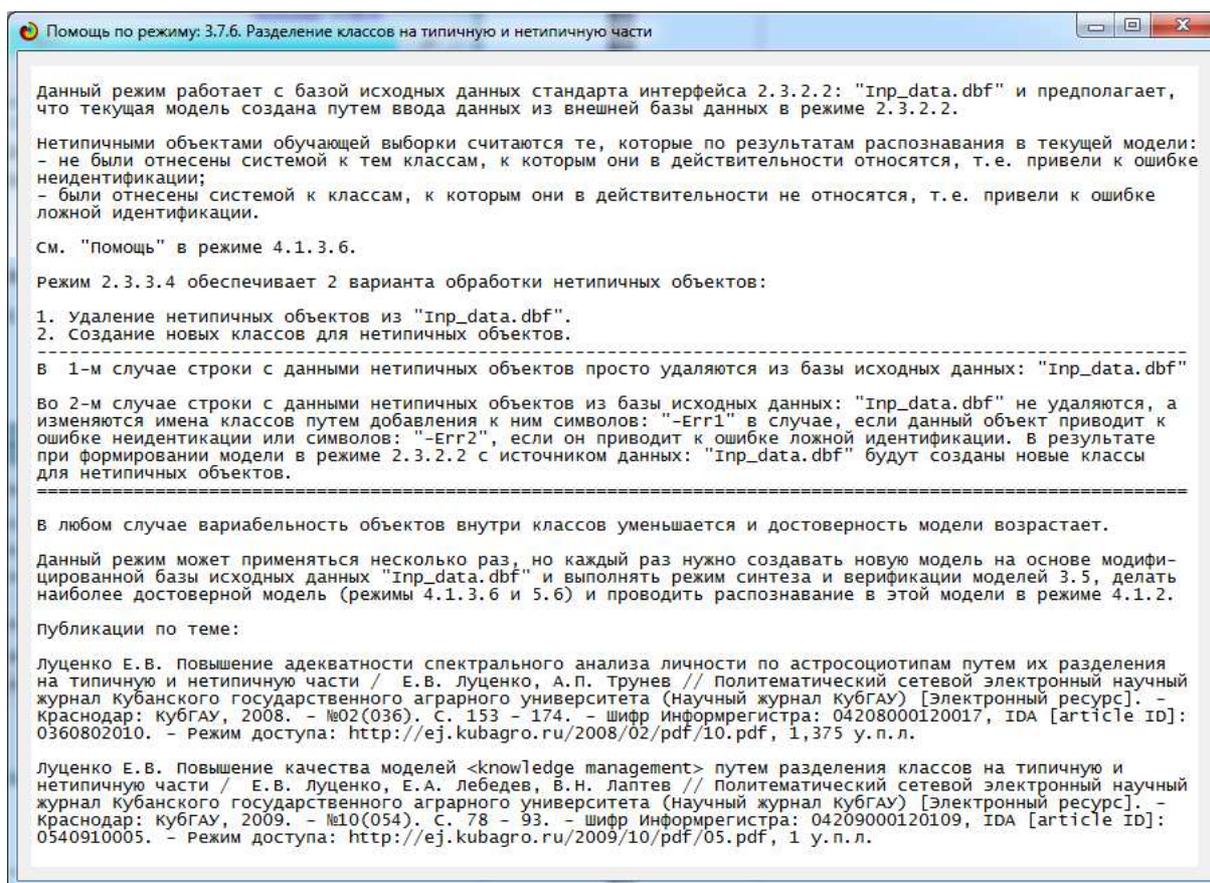


Рисунок 22. Help режима повышения достоверности модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части

Запустим данный режим с параметрами, приведенными на рисунке 21. В результате файл исходных данных Inp\_data.dbf, сформированный режимом 2.3.2.4 при вводе изображения в систему «Эйдос», будет модифицирован таким образом, что для объектов (боеприпасов), которые приводили к ошибкам неидентификации (т.к. эти объекты были нетипичными для тех классов, к которым они отнесены в обучающей выборке), создаются новые классы.

Чтобы создать модель второй итерации на основе этого модифицированного файла Inp\_data.dbf запускаем режим 2.3.2.2 с параметрами, заданными по умолчанию (рисунок 23):

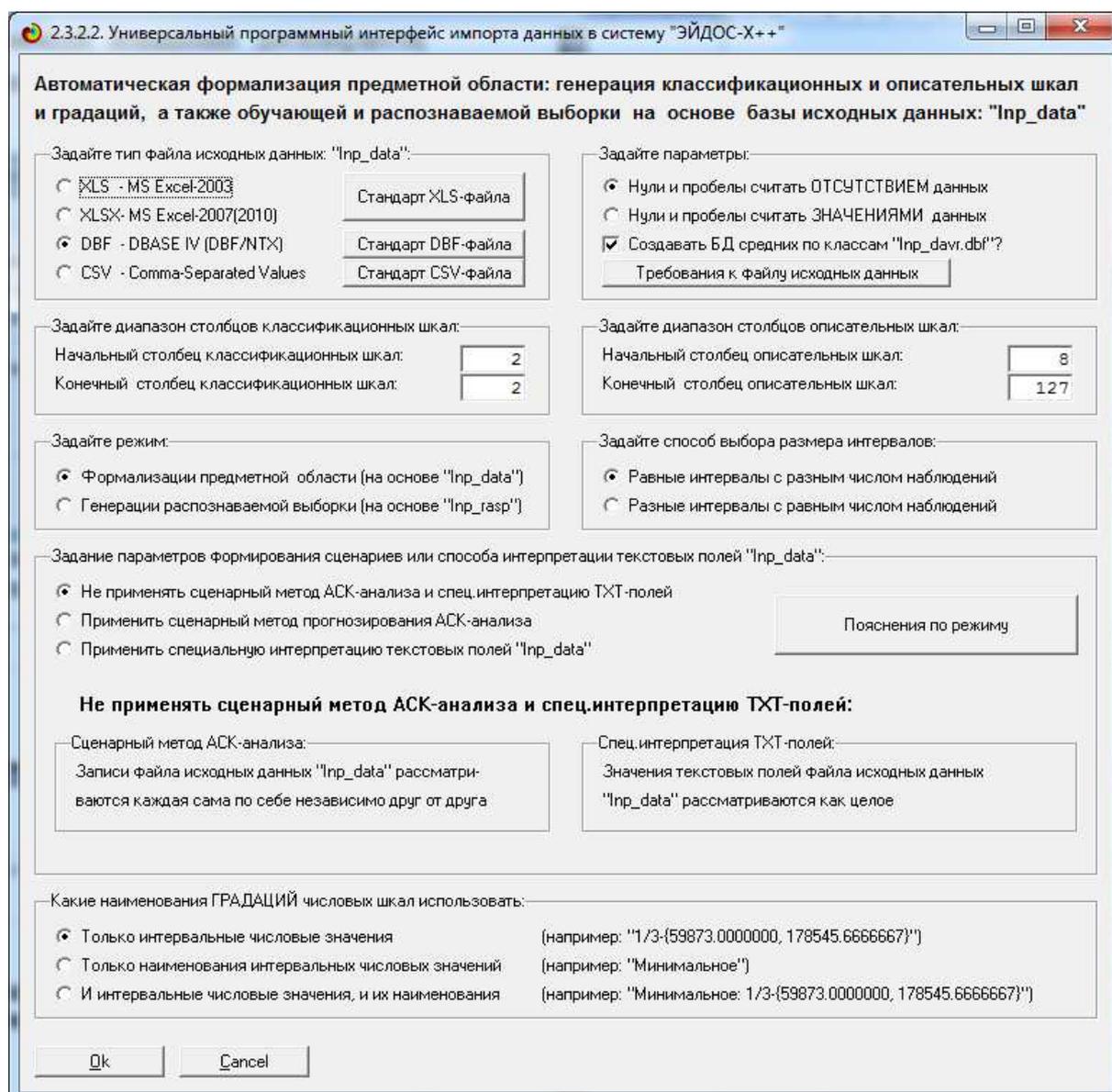


Рисунок 23. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

### 5.3. Вторая итерация

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

Затем, как и в первой итерации, запускаем режим 3.5, обеспечивающий синтез и верификацию модели. В результате получаем модель второй итерации с более высокой достоверностью, чем первая (рисунок 94):

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифика...	Вероятность правильной неидентиф...	Средняя вероятност... правильно... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	100.000	67.490	83.745	25.03.2016	00:57:52
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма абс. частот по признак...	100.000	33.381	66.690	25.03.2016	00:57:52
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	100.000	67.490	83.745	25.03.2016	00:58:02
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	92.188	83.919	88.053	25.03.2016	00:58:22
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	95.313	72.737	84.025	25.03.2016	00:58:22
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	100.000	83.358	91.679	25.03.2016	00:58:41
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	93.750	86.017	89.884	25.03.2016	00:58:52
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	68.979	84.490	25.03.2016	00:58:52
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	96.875	82.709	89.792	25.03.2016	00:59:13
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний	100.000	68.979	84.490	25.03.2016	00:59:13
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	96.875	82.870	89.873	25.03.2016	00:59:23
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний	100.000	68.979	84.490	25.03.2016	00:59:23

Рисунок 24. Оценка достоверности моделей, созданных на 2-й итерации, с помощью непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Сравнивая рисунки 17 и 24 видим, что лучшая модель та же, что и была, и ее средняя достоверность выросла примерно на 1 процент. Модель имеет 100% достоверность идентификации типа боеприпаса.

### 5.3.2. Количественное определение сходства-различия конкретных типов боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов 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: 2.3.2.4. «Оцифровка изображений по внешним контурам»;

- переименовать файл: c:\Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data\Inp\_data.xlsx в Inp\_rasp.xlsx или скопировать его с переименованием;
- выполнить режим 2.3.2.2. «Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему» с теми же параметрами, что и при вводе обучающей выборки (рисунок 11), но с опцией: «Генерация распознаваемой выборки (на основе файла Inp\_rasp)» (рисунок 25);

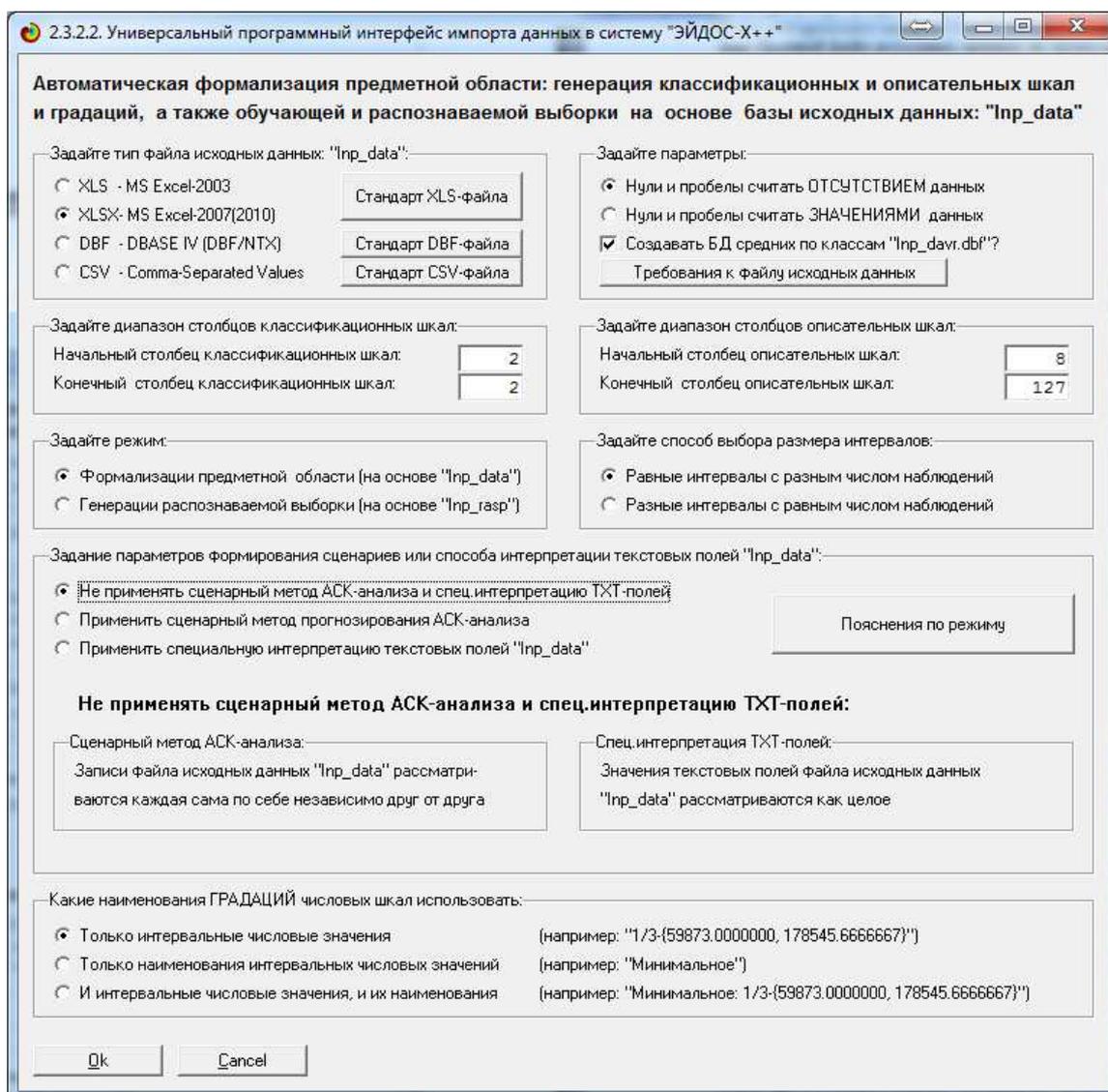


Рисунок 25. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2) с опцией ввода распознаваемой выборки

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

В результате в режиме 4.1.3.1 получим следующую выходную форму:

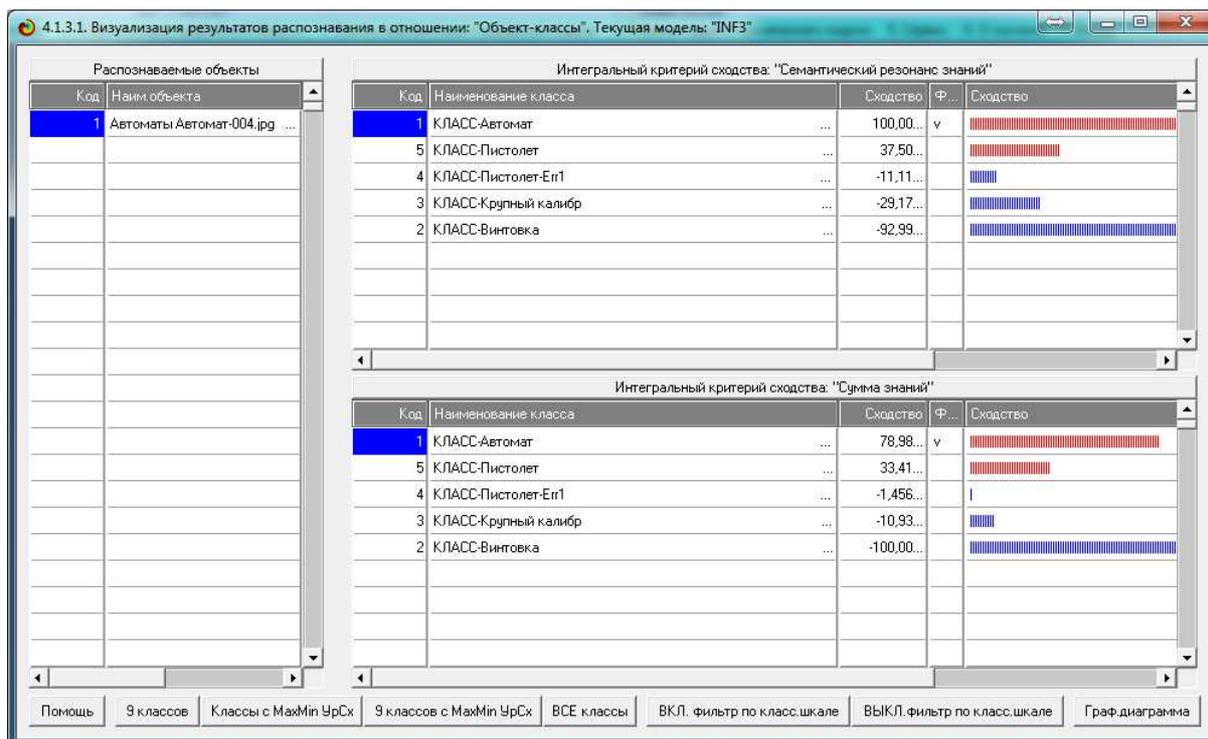


Рисунок 25. Степень сходства образа конкретного боеприпаса с обобщенными образами различных типов боеприпасов

В подсистеме 4.1.3. «Вывод результатов распознавания» мы можем получить 10 различных выходных форм, наименования которых приведены на рисунке 26:

- 4.1.3.1. Подробно наглядно: "Объект - классы"
- 4.1.3.2. Подробно наглядно: "Класс - объекты"
- 4.1.3.3. Итоги наглядно: "Объект - класс"
- 4.1.3.4. Итоги наглядно: "Класс - объект"
- 4.1.3.5. Подробно сжато: "Объекты - классы"

---

- 4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разных интегральных крит.
- 4.1.3.7. Обобщ.стат.анализ результатов идент. по моделям и инт.крит.
- 4.1.3.8. Стат.анализ результ. идент. по классам, моделям и инт.крит.
- 4.1.3.9. Распределения уровн.сходства при разных моделях и инт.крит.
- 4.1.3.10. Достоверность идент. классов при разных моделях и инт.крит.

Рисунок 26. Наименования выходных форм системы «Эйдос» с результатами распознавания

Две из них, количественно отражающие степень сходства образа конкретного боеприпаса с обобщенными образами различных типов боеприпасов, приведены на рисунках 27 (режимы 4.1.3.1 и 4.1.3.3):

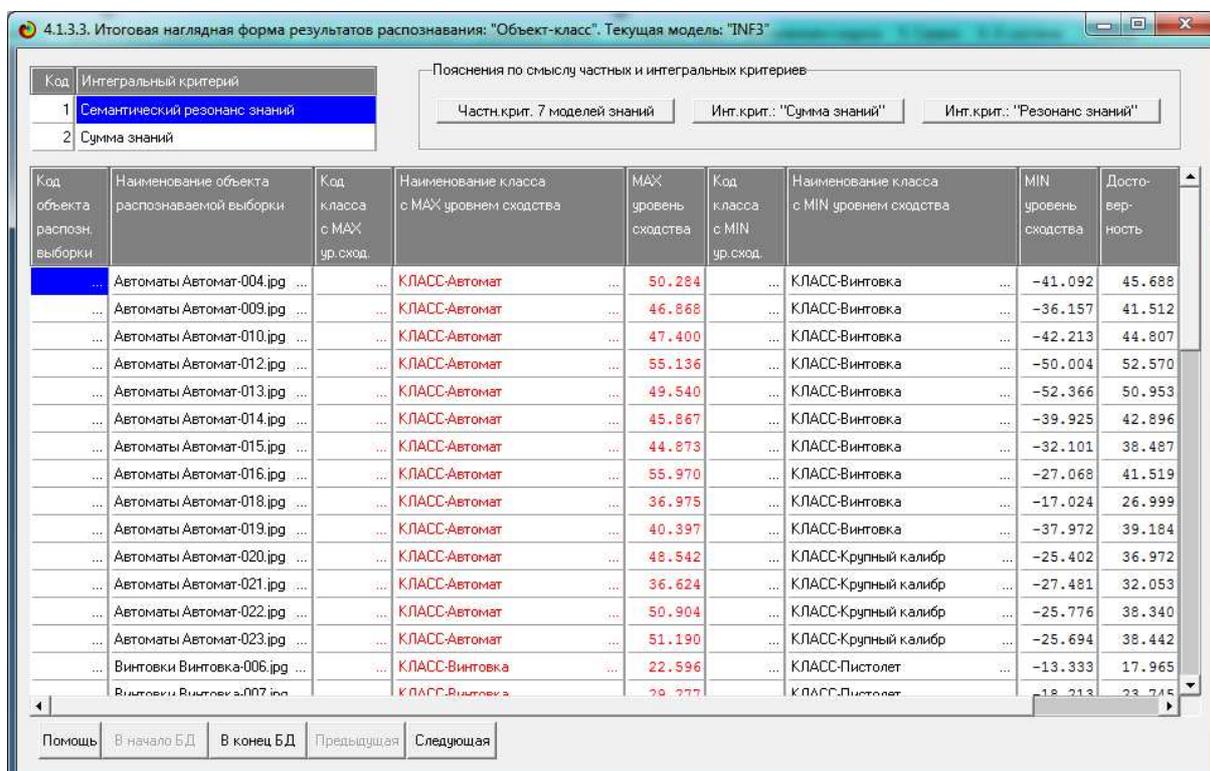
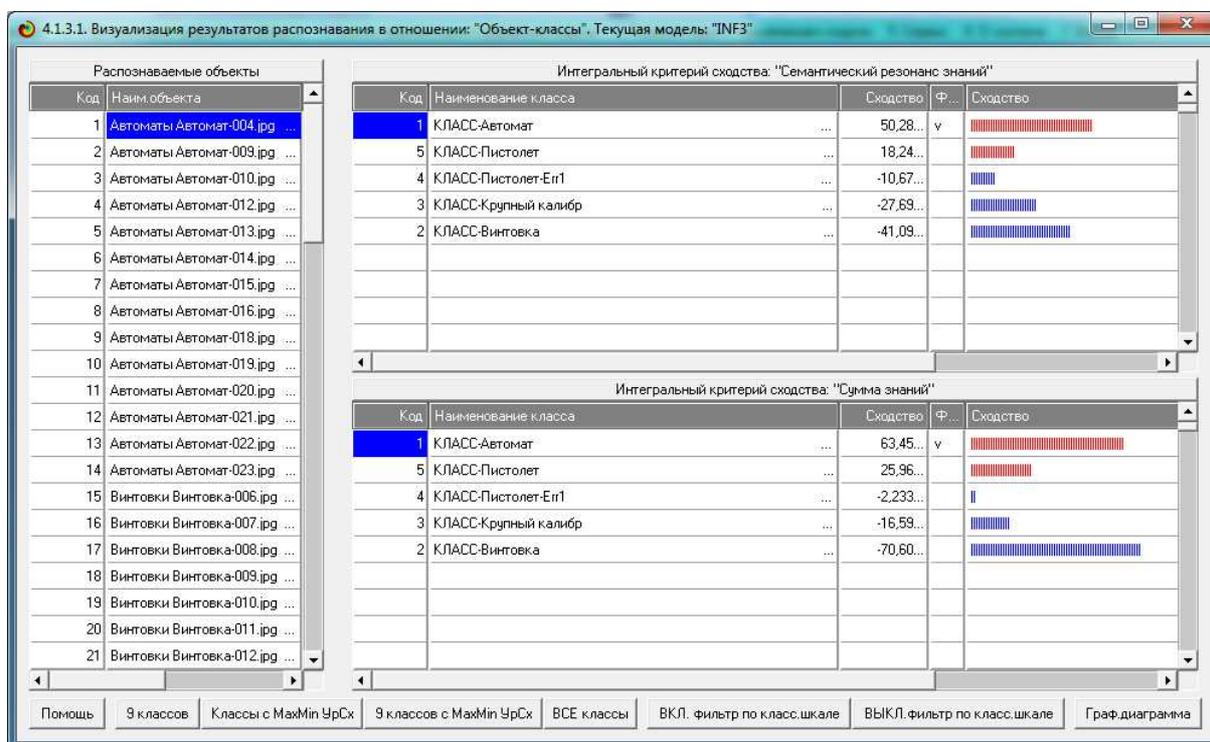


Рисунок 27. Степень сходства образа конкретного боеприпаса с обобщенными образами различных типов боеприпасов

### 5.3.3. Количественное определение сходства-различия типов боеприпасов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов боеприпасов

На рисунке 28 приведена одна из выходных форм, количественно отражающая степень сходства образа конкретного боеприпаса с обобщенными образами различных типов боеприпасов:

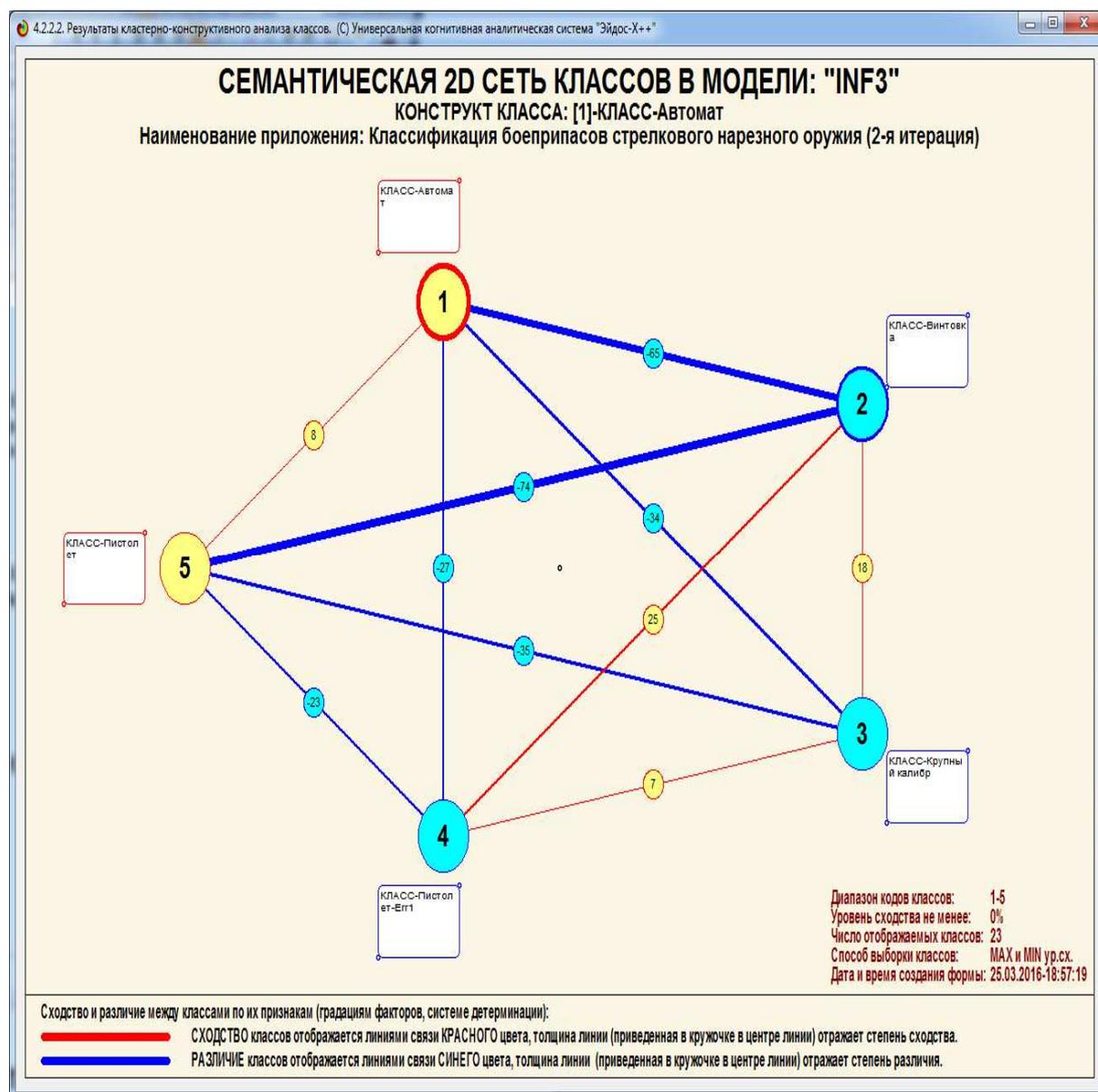


Рисунок 28. Степень сходства друг с другом обобщенных образов различных типов боеприпасов

### 5.3.4. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

В системе «Эйдос» реализовано много различных средств анализа созданных моделей, применяются различные формы когнитивной графики. Для целей настоящего исследования представляют интерес графические формы, визуализирующие систему описательных шкал и градаций (рисунки 29), а также информационные портреты обобщенных образов различных типов боеприпасов (рисунки 30):

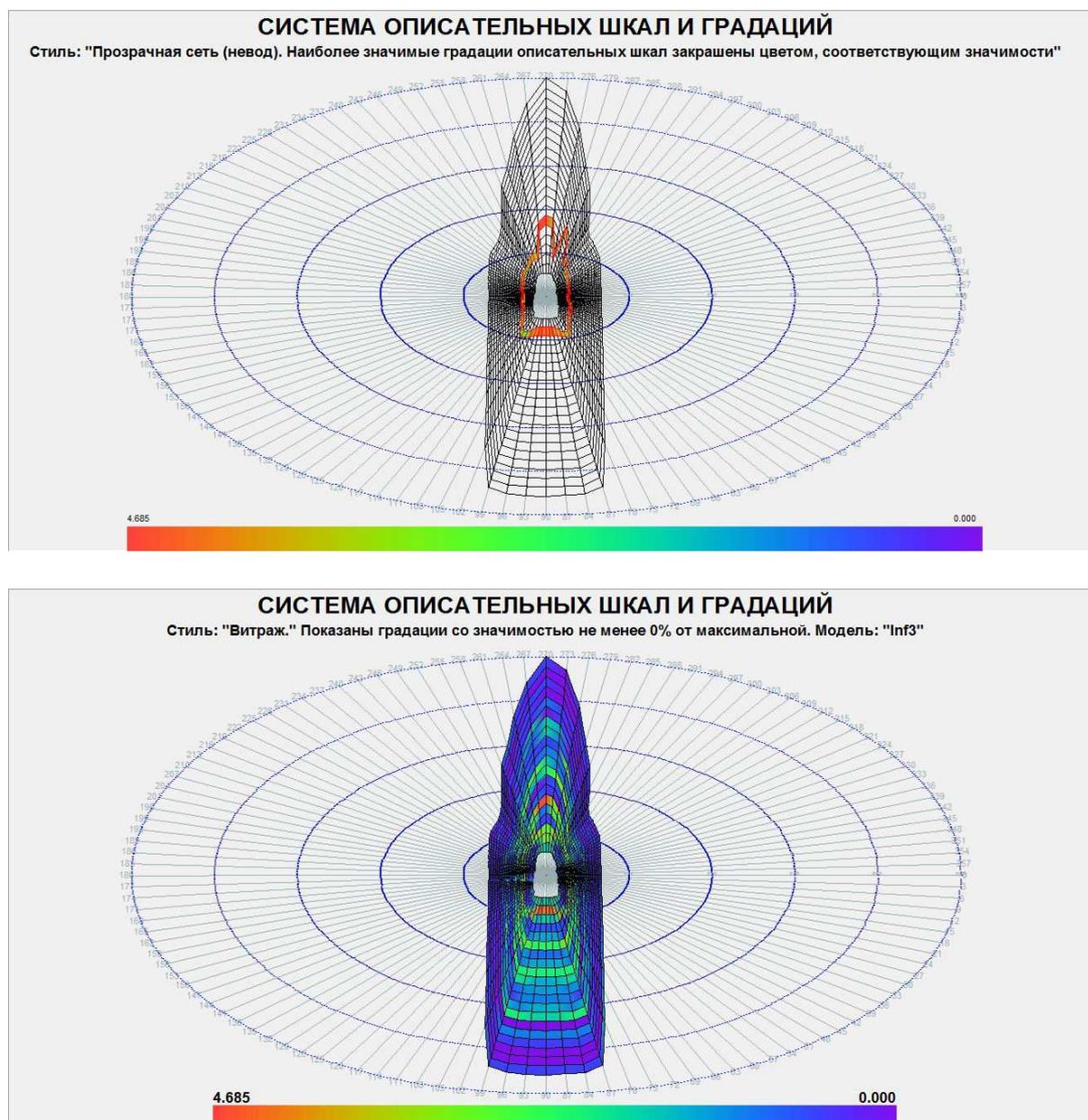
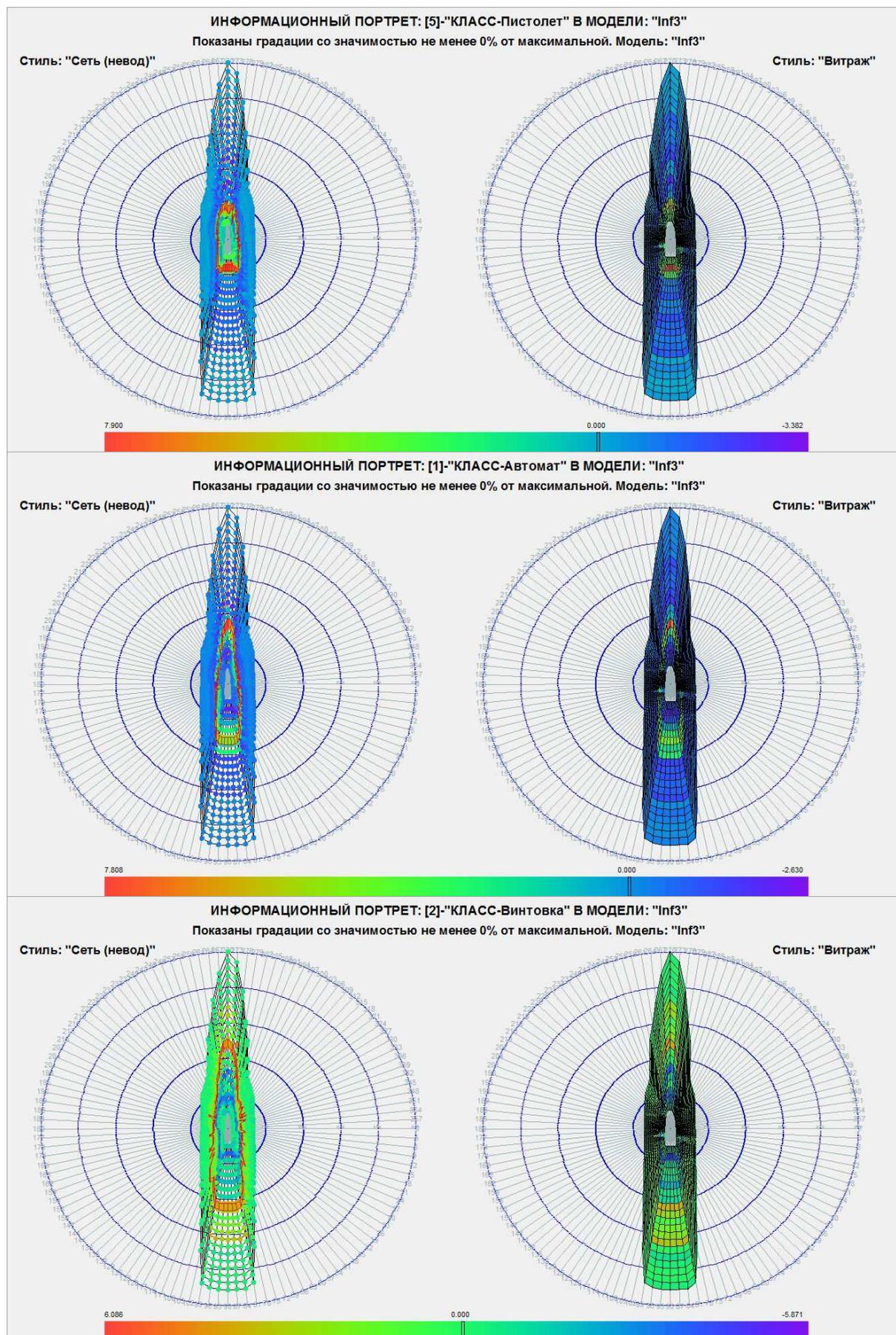


Рисунок 29. Система описательных шкал и градаций системно-когнитивной модели 2-й итерации



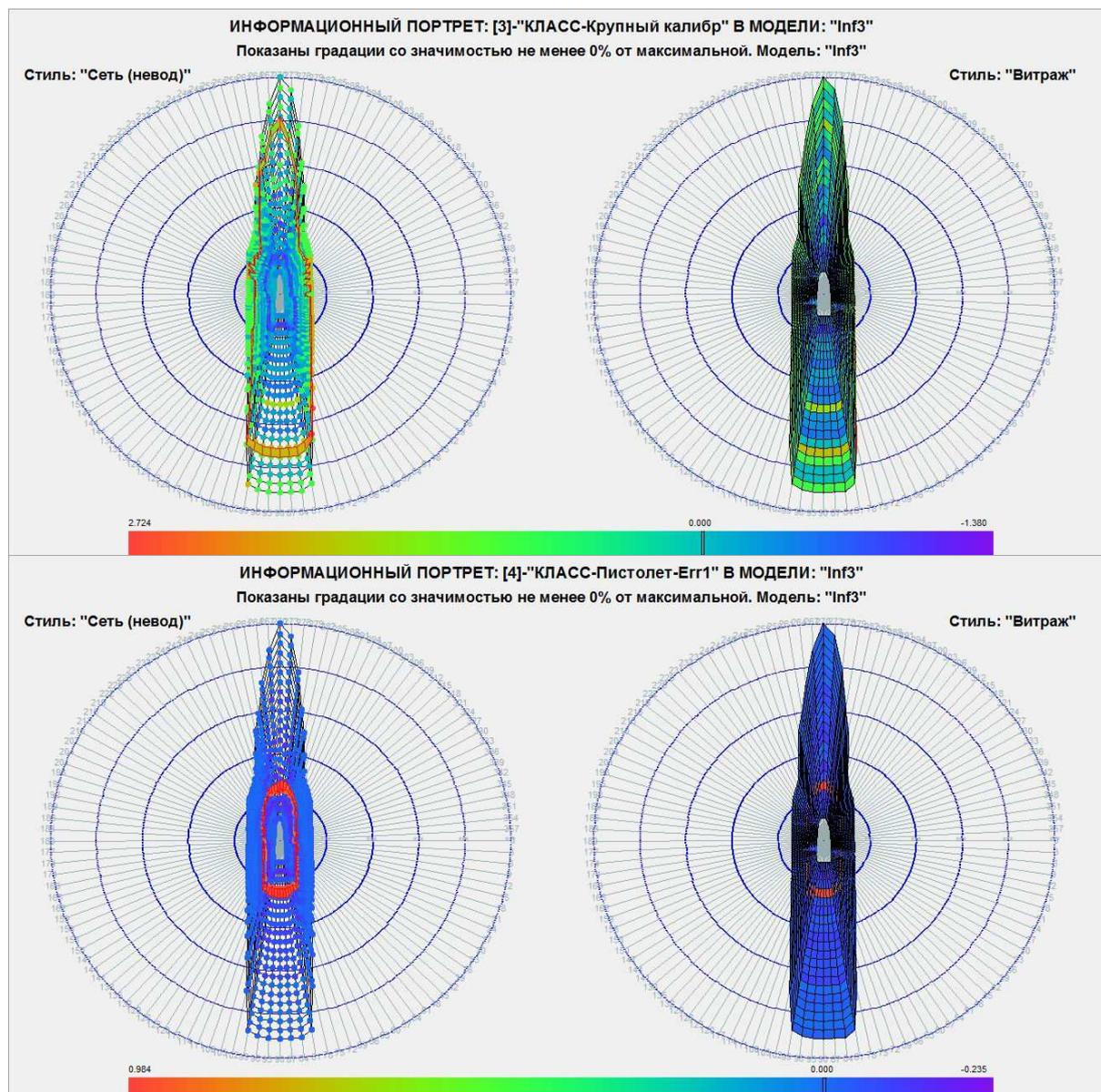


Рисунок 30. Информационные портреты обобщенных образов различных типов боеприпасов в системно-когнитивной модели 2-й итерации

На рисунках 29 цветом показана ценность градаций описательных шкал для классификации конкретных боеприпасов по типам: красный цвет – максимальная ценность, фиолетовый – минимальная. На нижнем рисунке указана ценность всех градаций всех описательных шкал, а на верхнем для каждой шкалы оставлена только наиболее ценная градация.

На рисунках 30 цветом показана степень характерности и не характерности градаций шкал для различных типов боеприпасов: красный цвет – максимальная характерность, фиолетовый – минимальная.

## **6. Выводы и результаты**

В статье предложено решение актуальной для криминалистики задача определения типа стрелкового нарезного оружия (автомат, винтовка, крупный калибр, пистолет) по его использованным боеприпасам, обнаруженным на месте применения оружия. Преодолены некоторые недостатки традиционных подходов.

Описано 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.

Путем многопараметрической типизации в системе создается системно-когнитивная модель, с применением которой, если модель окажется достаточно достоверной, могут решаться задачи системной идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его модели.

Для решения этой задачи выполняются следующие этапы:

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

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

3) повышение качества модели путем разделения классов на типичную и нетипичную части;

4) количественное определение сходства-различия конкретных типов боеприпасов с обобщенными образами боеприпасов различных типов оружия (системная идентификация);

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

Приведен численный пример успешного решения. Поставленной в статье задачи.

## **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](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. 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>

3. 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>

4. 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>

5. 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.

6. Луценко Е.В. Синтез адаптивных интеллектуальных измерительных систем с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» и системная идентификация в метрометрии, 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.

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. 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.

9. 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.

10. Луценко Е.В. Решение задач ампелографии с применением АСК-анализа изображений листьев по их внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) / Е.В. Луценко, Д.К. Бандык, Л.П. Трошин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №08(112). С. 862 – 910. – IDA [article ID]: 1121508064. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/64.pdf>, 3,062 у.п.л.

11. 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 жур-

нал 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.

12. 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.

### Literatura

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

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

3. 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>

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

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

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

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

8. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой 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 у.п.л.

9. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij po ih pikseljam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой 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.

10. 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 setевой 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.

11. 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 setевой 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.

12. Lucenko E.V. Identifikacija tipov i modelej samoletov putem ASK-analiza ih silu-jetov (konturov) (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №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.