

УДК 595.762.12; 004.8

UDC 595.762.12; 004.8

03.00.00 Биологические науки
05.00.00 Технические наукиBiology
Technical sciences**СОЗДАНИЕ ОБОБЩЕННЫХ
ИЗОБРАЖЕНИЙ РОДОВ ЖУКОВ-ЖУЖЕЛИЦ
(COLEOPTERA, CARABIDAE) НА ОСНОВЕ
ИЗОБРАЖЕНИЙ ВХОДЯЩИХ В НИХ ВИДОВ,
МЕТОДОМ АСК-АНАЛИЗА****CREATION OF THE GENERALIZED IMAGES
OF GENUS OF BUGS OF GROUND BEETLES
(COLEOPTERA, CARABIDAE) ON THE BASIS
OF THEIR TYPES IMAGES, USING THE ASK-
ANALYSIS METHOD**

Сердюк Владислав Юрьевич
аспирант
РИНЦ SPIN-код: 8779-4695
vladislav-serdyuk@yandex.ru
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Serdyuk Vladislav Yurevich
postgraduate
RSCI SPIN-code: 8779-4695
vladislav-serdyuk@yandex.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57191193316
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com
*Кубанский государственный аграрный универси-
тет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия*

Lutsenko Eugeny Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Scopus Author ID: 57191193316
RSCI SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В настоящей статье рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и реализующего их программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос», для ввода (оцифровки) изображений из графических файлов, синтеза обобщенных изображений классов, их абстрагирования, классификации обобщенных изображений классов (кластеры и конструкторы), сравнения конкретных изображений с обобщенными образами (идентификация) классов, сравнения классов друг с другом и создания обобщенных образов родов жуужелиц на основе изображений входящих в них видов. Предлагается новый подход к оцифровке изображений жуужелиц, основанный на использовании полярной системы координат, центра тяжести изображения и его внешнего контура. Перед оцифровкой изображений могут применяться их преобразования, стандартизирующие положение изображений, их размеры и угол поворота. Поэтому результаты оцифровки и АСК-анализа изображений могут быть инвариантны (независимы) относительно их положения, размеров и поворота. Имеется успешный опыт решения подобных задач в других предметных областях. Данная статья может рассматриваться, как продолжение серии работ, посвященных применению автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – системы «Эйдос» для обработки изображений, их обобщения, сравнения конкретных изображений с обобщенными, сравнения обобщенных изображений друг с другом

In this article we consider application of the automated systemic and cognitive analysis (ASK-analysis), its mathematical model – a systemic information theory and the program tools realizing them – the intellectual Eidos system, for input (digitization) of images from graphic files, synthesis of the generalized images of classes, their abstraction, classification of the generalized images of classes (clusters and constructs), comparison of concrete images with the generalized images (identification) of classes, comparisons of classes with each other and creations of the generalized images of genus of ground beetles on the basis of images of the types. The new approach to digitization of images of ground beetles based on use of a polar frame, the center of weight of the image and its external contour is offered. Before digitization of images, their transformations standardizing the provision of images, their sizes and an angle of rotation can be applied. Therefore, the results of digitization and the ASK-analysis of images can be invariant (are independent) concerning their situation, the sizes and turn. There is a successful experience of the solution of similar tasks in other subject domains. This article can be considered as a continuation of series of the works devoted to application of the automated systemic and cognitive analysis (ASK-analysis) and its program tools – the Eidos system

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ, СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗОБРАЖЕНИЙ, ЖУЖЕЛИЦ, ЖУКИ, ЖЕСТКОКРЫЛЫЕ, НАСЕКОМЫЕ, COLEOPTERA, CARABIDAE

Keywords: ASK-ANALYSIS, AUTOMATED SYSTEM - COGNITIVE ANALYSIS, "EIDOS" INTELLECTUAL SYSTEM, MULTIPARAMETER TYPING, SYSTEM IDENTIFICATION, INTELLIGENT IMAGE ANALYSIS, GROUND BEETLES, BUGS, INSECTS, COLEOPTERA, CARABIDAE

Doi: 10.21515/1990-4665-123-002

СОДЕРЖАНИЕ

1. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ	2
2. НЕДОСТАТКИ ОБЩЕПРИНЯТОГО ПОДХОДА	3
3. ИДЕЯ РЕШЕНИЯ	3
4. ИМЕЮЩИЙСЯ ЗАДЕЛ	4
5. ЧИСЛЕННЫЙ ПРИМЕР	4
5.1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ	4
5.2. ЭТАПЫ АСК-АНАЛИЗА.....	6
5.3. АВТОМАТИЧЕСКИЙ ВВОД ИЗОБРАЖЕНИЙ НАСЕКОМЫХ В СИСТЕМУ «ЭЙДОС».....	6
5.4. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБОБЩЕННЫХ ОБРАЗОВ НАСЕКОМЫХ ПО ВИДАМ И РОДАМ (МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ).....	16
5.5. ЗАДАНИЕ НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ В КАЧЕСТВЕ ТЕКУЩЕЙ.....	20
5.6. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СХОДСТВА-РАЗЛИЧИЯ КОНКРЕТНЫХ НАСЕКОМЫХ С ОБОБЩЕННЫМИ ОБРАЗАМИ НАСЕКОМЫХ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И РОДОВ (СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ).....	22
5.7. КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СХОДСТВА-РАЗЛИЧИЯ ОБОБЩЕННЫХ ОБРАЗОВ НАСЕКОМЫХ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ И РОДОВ ДРУГ С ДРУГОМ (КЛАСТЕРНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ).....	26
5.8. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ	27
6. ВЫВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ	31
7. ПЕРСПЕКТИВЫ	32
ЛИТЕРАТУРА	32

1. Постановка задачи

Развитие компьютерной техники в наше время, способствует тому, что в различных областях науки, появляются новые методы исследования живых объектов. В частности в энтомологии – науке о насекомых, появилась возможность использовать новый инновационный метод АСК – анализ и его программный инструментарий систему «Эйдос», для идентификации насекомых не только по видам, отрядам, но и родам, тем самым повысив достоверность определения изучаемых насекомых.

2. Недостатки общепринятого подхода

Традиционно установление вида насекомого осуществляется методом визуального сравнения особи с имеющимися в распоряжении эксперта справочными данными. В качестве таких данных используют различные книги-справочники, а также справочные коллекции насекомых, созданные на базе научных учреждений. 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 насекомых;
- невозможность увеличения количества критериев для повышения достоверности модели сравнения;
- человеческий фактор (явные субъективные ошибки при определении);
- отсутствие возможности самостоятельно формировать, расширять и совершенствовать базы данных для принятия решений с учетом потребностей конкретного пользователя (эксперта);
- отсутствие возможности производства исследований в моделируемой области, например количественного сравнения различных видов жу-желиц по их изображениям;
- 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 иннова-

ционного 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]. Система обеспечивает построение информационно-измерительных систем в различных предметных областях [7, 8], в частности АСК-анализ изображений [9-16]. В системе «Эйдос» реализован программный интерфейс, обеспечивающий ввод в систему изображений, и выявление их внешних контуров [11]. 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 [9-16].

4. Имеющийся задел

У авторов имеется научный задел и опыт успешного решения подобных задач в других предметных областях [12-16].

5. Численный пример

5.1. Исходные данные

В качестве исходных данных для решения поставленной задачи использовались сканированные на светлом фоне с одинаковым разрешением изображения видов жуков-жужелиц различных родов (рисунок 1)



Рисунок 1. Жужелицы разных видов

При этом изображение каждого насекомого приведено в виде двух файлов:

– в папке: ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\Виды жужелиц\ с именем, в качестве которого используется наименование вида жужелиц после которого идет тире и номер изображения насекомого этого вида в папке (если по каждому виду приводится одно изображение, то тире и его номер можно не указывать);

– в папках вида: ..\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\род Elaphrus\ с именами, в качестве которых используются имена родов жужелиц после которого через тире указывается номер изображения насекомого этого рода в папке.

Это сделано для того, чтобы в созданной модели были сформированы обобщенные образы насекомых не только различных видов, как в модели [2], но и конкретных родов насекомых.

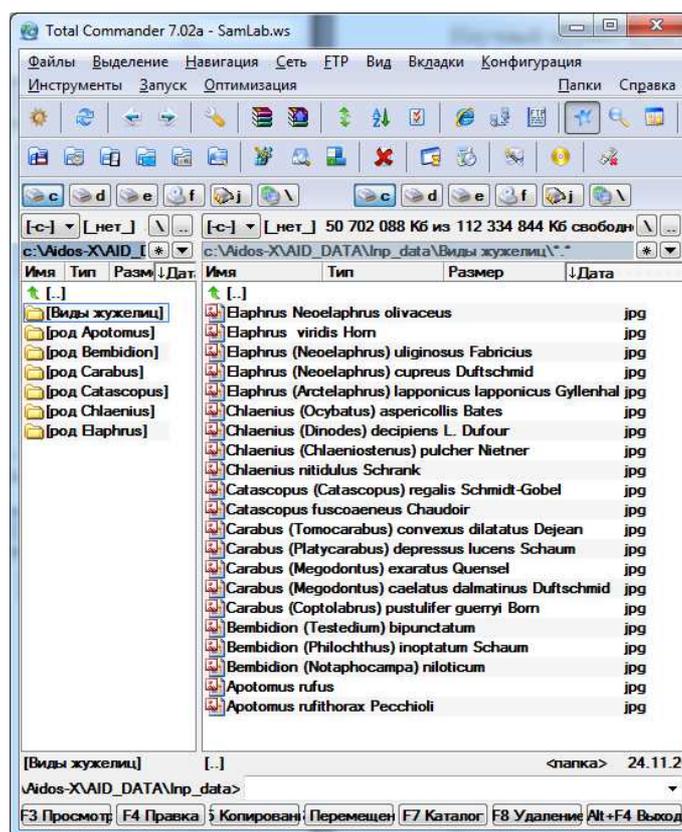
5.2. Этапы АСК-анализа

Для решения поставленной в работе задачи выполняются следующие этапы АСК-анализа [2]:

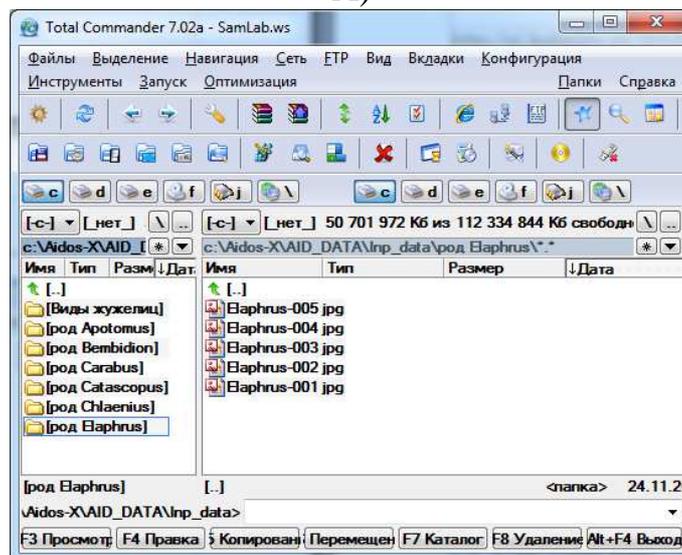
- автоматический ввод в систему «Эйдос» изображений насекомых и создание математических моделей их контуров;
- синтез и верификация моделей обобщенных образов жесткокрылых по видам и родам на основе контурных изображений конкретных насекомых (многопараметрическая типизация);
- количественное определение сходства-различия конкретных жужелиц с обобщенными образами жужелиц различных родов (системная идентификация);
- количественное определение сходства-различия родов насекомых друг с другом, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов родов жужелиц.

5.3. Автоматический ввод изображений насекомых в систему «Эйдос»

Изображения насекомых помещены в папки с именами: «Виды жужелиц» и «Род: название рода жужелиц». Внутри 1-й папки «Виды жужелиц» содержатся файлы сканированных изображений жужелиц разных видов, всего 21 изображение. Может быть приведено несколько изображений насекомых одного вида, тогда после наименования вида в имени файла должно идти тире и порядковый номер файла с изображением насекомого этого вида внутри папки. Внутри каждой папки с наименованием рода содержатся изображения всех видов насекомых из 1-й папки, относящихся к этому роду, но с именами, состоящими из названия рода насекомых после которого идет тире и порядковый номер изображения насекомого этого рода внутри папки.



А)



Б)

Рисунок 2. Структура папок с исходными данными

А) Файлы с изображениями жужелиц различных видов и родов из папки «Виды жужелиц»,

Б) Файлы изображений жужелиц рода: «Elaphrus» в папке: «род Elaphrus»

Всего в данной обучающей выборке использовано 21 видов жужелиц, которые относятся к 6 различным родам.

Для ввода изображений жужелиц в систему «Эйдос» запускаем в геокогнитивной подсистеме 4.8 [14] режим «Оконтуривание» (рисунок 3):

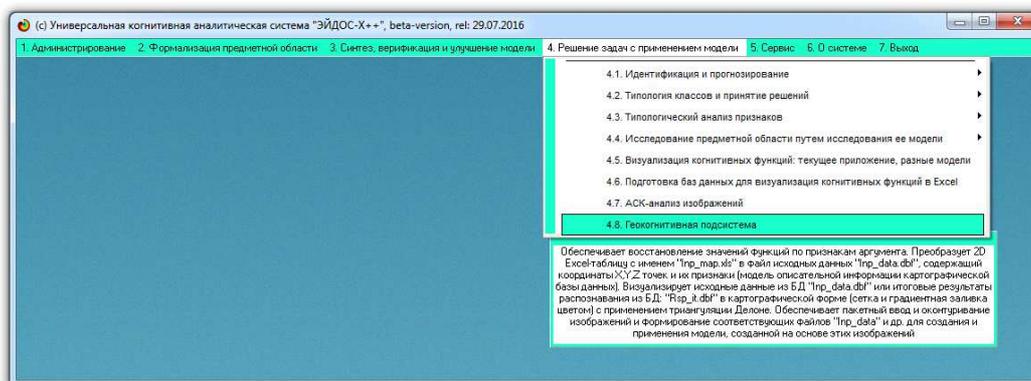


Рисунок 3. Экранная форма запуска геокогнитивной подсистемы 4.8 [14]

Вместо описания данной подсистемы приведем ее Help (рисунок 4):

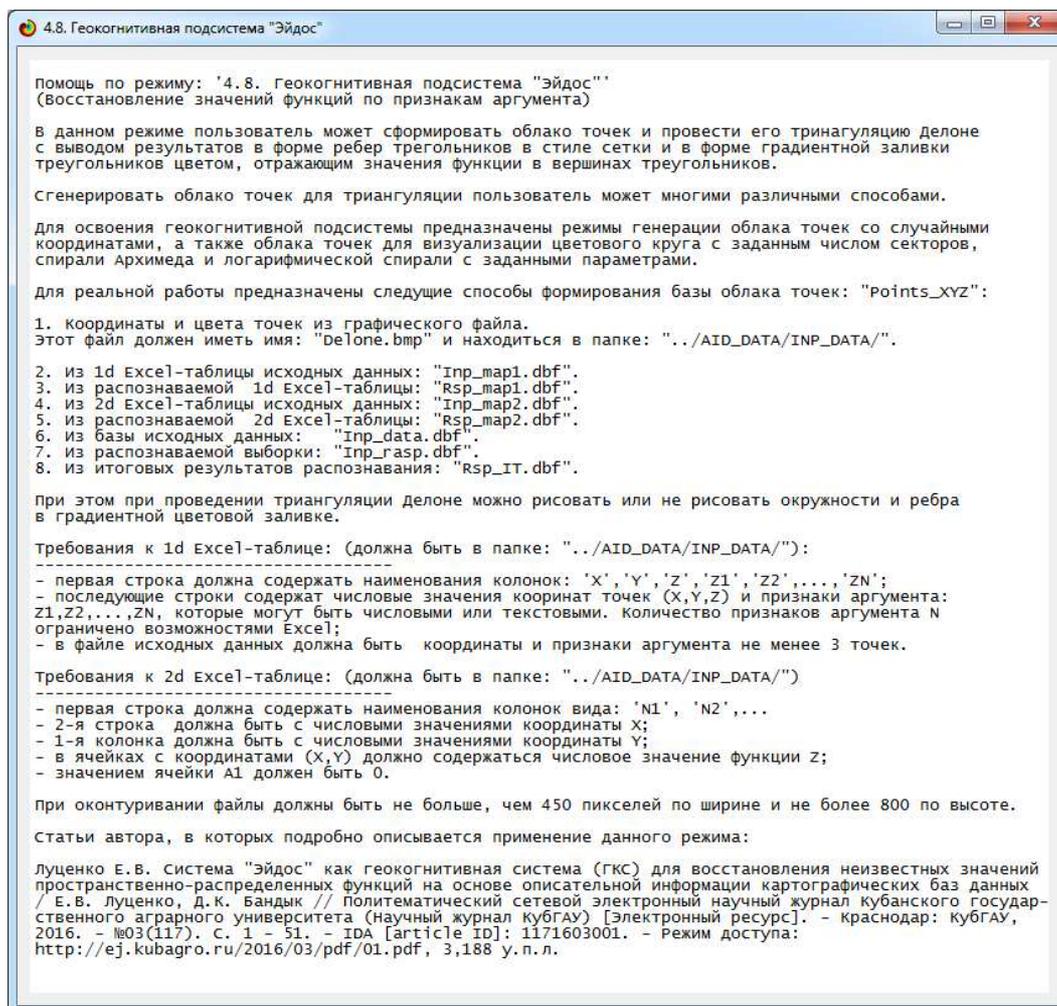


Рисунок 4. Help геокогнитивной подсистемы 4.8 [14]

На главной экранной форме геокогнитивной подсистемы 4.8 кликаем

на кнопке «Оконтуривание». В результате появляются экранные формы:

- задания параметров ввода изображений (рисунок 5);
- 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 6);
- визуализации изображения с найденными точками внешнего контура и самим внешним контуром в динамике (рисунок 6):

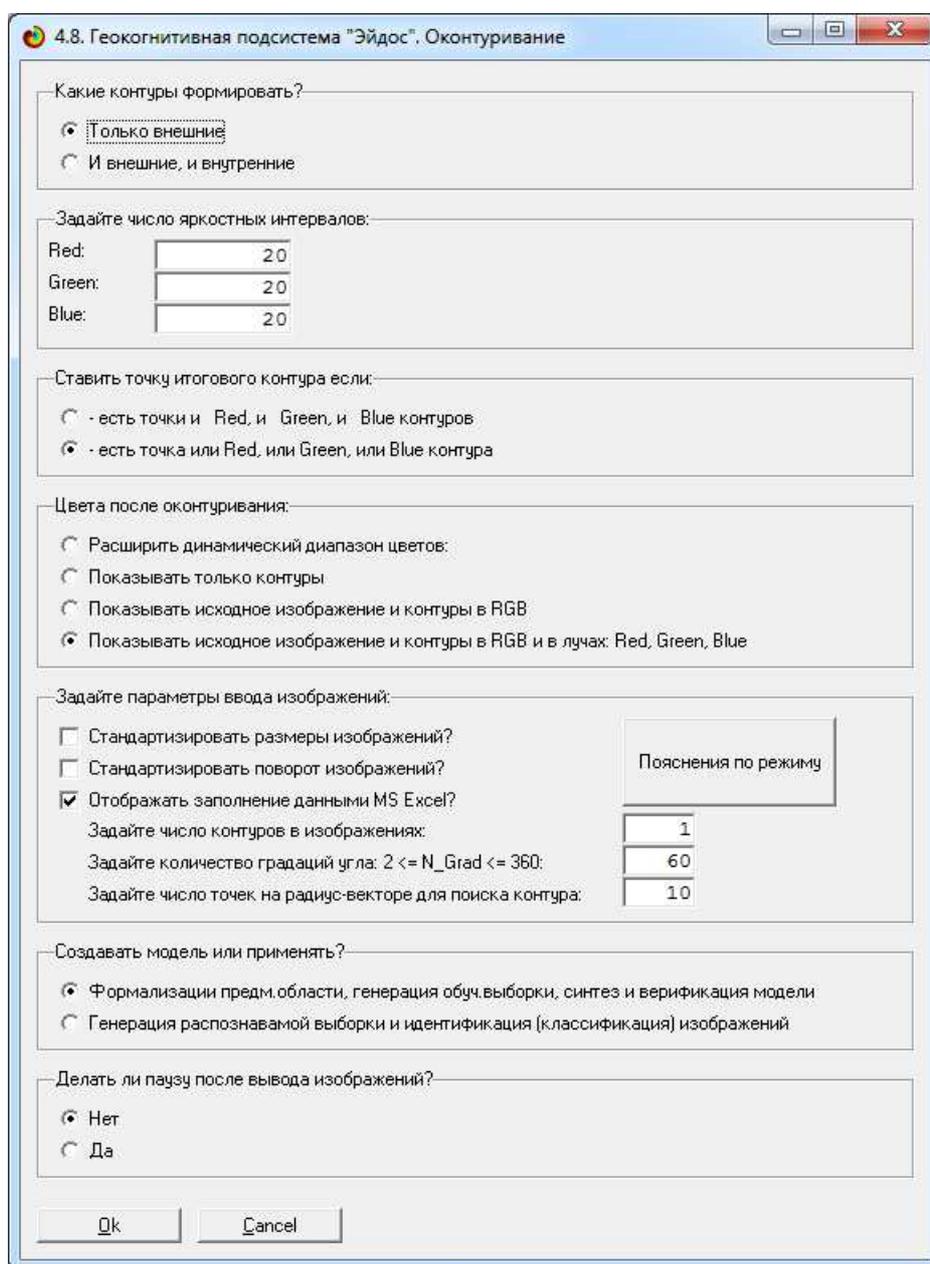


Рисунок 5. Экранная форма задания параметров ввода изображений (с параметрами «по умолчанию»)

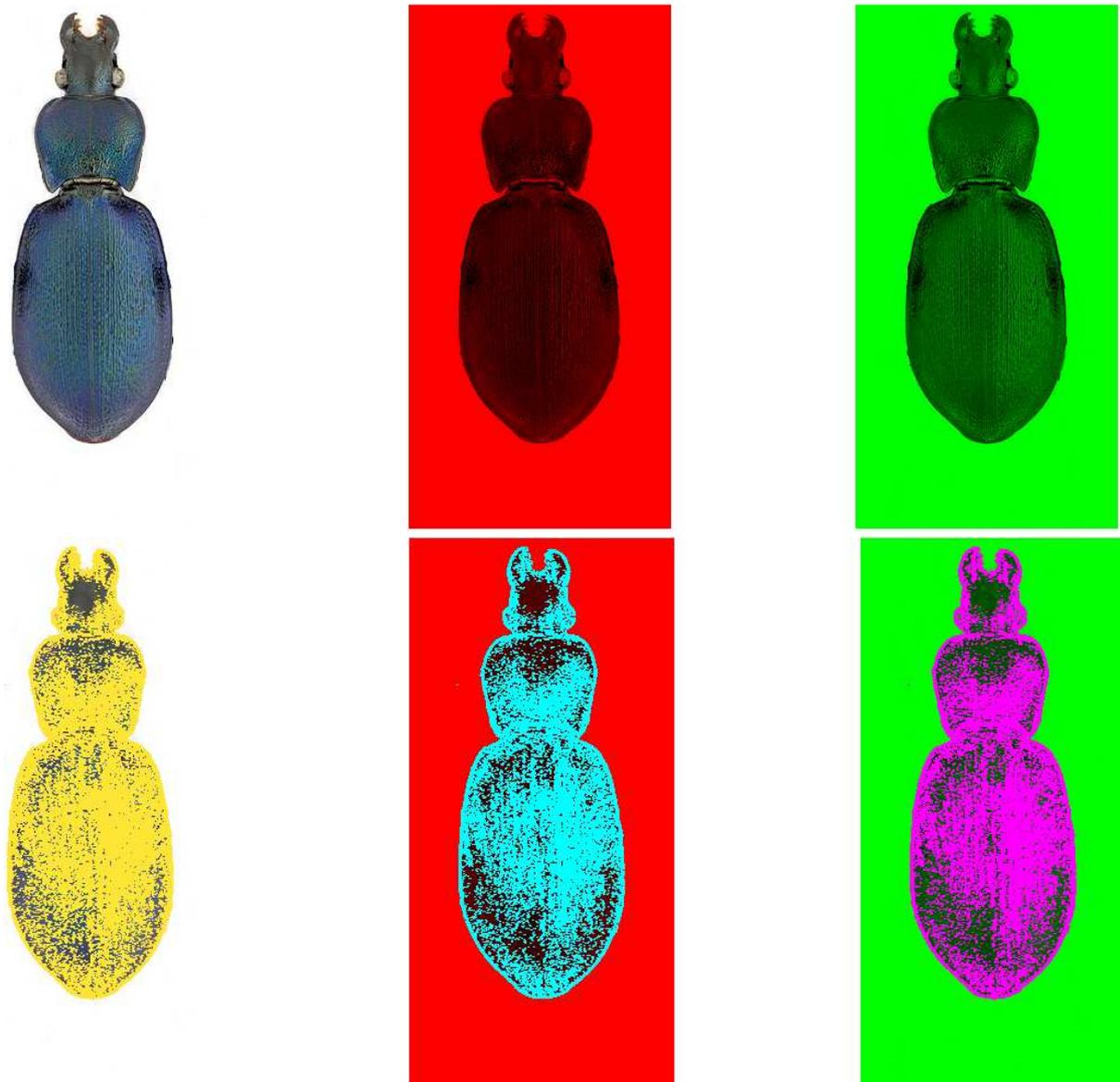


Рисунок 6. Экранные формы поиска центра тяжести и контура изображения жужелицы

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: ErrorMessage.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 [17] 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. После окончания работы режима выводится сообщение, приведенное на рисунке 7:

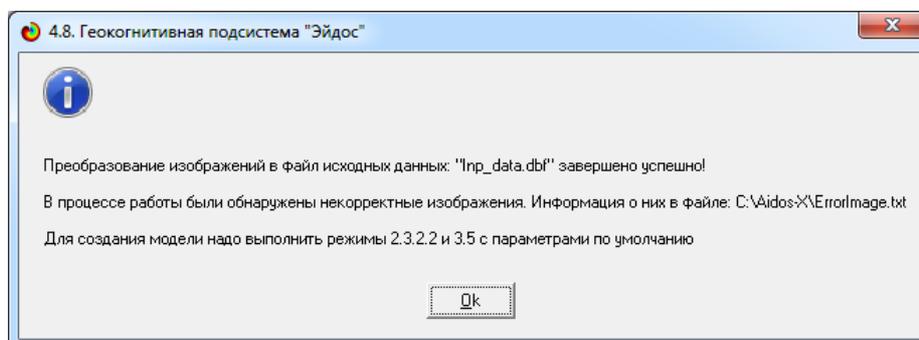


Рисунок 7. Сообщение о завершении режима: «Оконтуривание» геокогнитивной подсистемы 4.8 [14]

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 8.



Рисунок 8. 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)¹

CLASS	000	006	012	018	024	030	036	042	048	054	060	066	072	078	084	090	096	102
Apotomus rufithorax Peczchioli	55,1787638	55,1787638	50,1787638	58,1787638	61,1787638	67,1787638	71,1787638	75,1787638	83,1787638	87,1787638	97,1787638	109,1787638	118,1787638	124,1787638	123,1787638	133,1787638	131,1787638	124,1787638
Apotomus rufus	44,5114683	45,5114683	47,5114683	48,5114683	49,5114683	51,5114683	58,5114683	63,5114683	71,5114683	81,5114683	89,5114683	108,5114683	114,5114683	108,5114683	122,5114683	122,5114683	131,5114683	124,1787638
Bembidion (Notaphocampa) nitidum	63,246818	65,246818	66,246818	68,246818	72,246818	82,246818	80,246818	86,246818	91,246818	95,246818	106,246818	106,246818	108,246818	108,246818	108,246818	108,246818	108,246818	108,246818
Bembidion (Tetradium) bipunctatum	58,4936887	58,4936887	60,4936887	63,4936887	66,4936887	69,4936887	74,4936887	81,4936887	90,4936887	90,4936887	101,4936887	113,4936887	127,4936887	138,4936887	148,4936887	153,4936887	153,4936887	145,4936887
Carabus (Megodontus) exaratus Quensel	80,2808833	84,2808833	85,2808833	89,2808833	94,2808833	99,2808833	106,2808833	114,2808833	122,2808833	131,2808833	142,2808833	153,2808833	164,2808833	174,2808833	183,2808833	187,2808833	182,2808833	171,2808833
Catascopus fuscovaeus Chaudoi	70,5215346	68,5215346	69,5215346	74,5215346	76,5215346	83,5215346	89,5215346	94,5215346	104,5215346	115,5215346	127,5215346	138,5215346	131,5215346	97,5215346	163,5215346	150,5215346	165,5215346	132,5215346
Chlaenius nitidulus Schrank	69,5572292	70,5572292	73,5572292	77,5572292	79,5572292	83,5572292	92,5572292	100,5572292	99,5572292	118,5572292	127,5572292	125,5572292	130,5572292	138,5572292	152,5572292	150,5572292	153,5572292	147,5572292
Chlaenius viridis Horn	63,0146684	64,0146684	66,0146684	67,0146684	71,0146684	77,0146684	82,0146684	90,0146684	98,0146684	103,0146684	113,0146684	130,0146684	136,0146684	115,0146684	92,0146684	143,0146684	143,0146684	143,0146684
Elaphus Neelaphus olivaceus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676
Apotomus	44,5114683	45,5114683	47,5114683	48,5114683	49,5114683	51,5114683	58,5114683	63,5114683	71,5114683	81,5114683	89,5114683	108,5114683	114,5114683	108,5114683	122,5114683	122,5114683	131,5114683	124,1787638
Apotomus	44,5114683	45,5114683	47,5114683	48,5114683	49,5114683	51,5114683	58,5114683	63,5114683	71,5114683	81,5114683	89,5114683	108,5114683	114,5114683	108,5114683	122,5114683	122,5114683	131,5114683	124,1787638
Bembidion	58,4936887	58,4936887	60,4936887	63,4936887	66,4936887	69,4936887	74,4936887	81,4936887	90,4936887	90,4936887	101,4936887	113,4936887	127,4936887	138,4936887	148,4936887	153,4936887	153,4936887	145,4936887
Bembidion	58,4936887	58,4936887	60,4936887	63,4936887	66,4936887	69,4936887	74,4936887	81,4936887	90,4936887	90,4936887	101,4936887	113,4936887	127,4936887	138,4936887	148,4936887	153,4936887	153,4936887	145,4936887
Bembidion	58,4936887	58,4936887	60,4936887	63,4936887	66,4936887	69,4936887	74,4936887	81,4936887	90,4936887	90,4936887	101,4936887	113,4936887	127,4936887	138,4936887	148,4936887	153,4936887	153,4936887	145,4936887
Carabus	66,0553797	67,0553797	70,0553797	74,0553797	78,0553797	83,0553797	78,0553797	47,0553797	63,0553797	58,0553797	126,0553797	135,0553797	142,0553797	149,0553797	91,0553797	161,0553797	159,0553797	150,0553797
Carabus	66,0553797	67,0553797	70,0553797	74,0553797	78,0553797	83,0553797	78,0553797	47,0553797	63,0553797	58,0553797	126,0553797	135,0553797	142,0553797	149,0553797	91,0553797	161,0553797	159,0553797	150,0553797
Carabus	66,0553797	67,0553797	70,0553797	74,0553797	78,0553797	83,0553797	78,0553797	47,0553797	63,0553797	58,0553797	126,0553797	135,0553797	142,0553797	149,0553797	91,0553797	161,0553797	159,0553797	150,0553797
Carabus	66,0553797	67,0553797	70,0553797	74,0553797	78,0553797	83,0553797	78,0553797	47,0553797	63,0553797	58,0553797	126,0553797	135,0553797	142,0553797	149,0553797	91,0553797	161,0553797	159,0553797	150,0553797
Carabus	66,0553797	67,0553797	70,0553797	74,0553797	78,0553797	83,0553797	78,0553797	47,0553797	63,0553797	58,0553797	126,0553797	135,0553797	142,0553797	149,0553797	91,0553797	161,0553797	159,0553797	150,0553797
Catascopus	70,5215346	68,5215346	69,5215346	74,5215346	76,5215346	83,5215346	89,5215346	94,5215346	104,5215346	115,5215346	127,5215346	138,5215346	131,5215346	97,5215346	163,5215346	150,5215346	165,5215346	132,5215346
Catascopus	70,5215346	68,5215346	69,5215346	74,5215346	76,5215346	83,5215346	89,5215346	94,5215346	104,5215346	115,5215346	127,5215346	138,5215346	131,5215346	97,5215346	163,5215346	150,5215346	165,5215346	132,5215346
Chlaenius	69,5572292	70,5572292	73,5572292	77,5572292	79,5572292	83,5572292	92,5572292	100,5572292	99,5572292	118,5572292	127,5572292	125,5572292	130,5572292	138,5572292	152,5572292	150,5572292	153,5572292	147,5572292
Chlaenius	69,5572292	70,5572292	73,5572292	77,5572292	79,5572292	83,5572292	92,5572292	100,5572292	99,5572292	118,5572292	127,5572292	125,5572292	130,5572292	138,5572292	152,5572292	150,5572292	153,5572292	147,5572292
Chlaenius	69,5572292	70,5572292	73,5572292	77,5572292	79,5572292	83,5572292	92,5572292	100,5572292	99,5572292	118,5572292	127,5572292	125,5572292	130,5572292	138,5572292	152,5572292	150,5572292	153,5572292	147,5572292
Chlaenius	69,5572292	70,5572292	73,5572292	77,5572292	79,5572292	83,5572292	92,5572292	100,5572292	99,5572292	118,5572292	127,5572292	125,5572292	130,5572292	138,5572292	152,5572292	150,5572292	153,5572292	147,5572292
Elaphus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676
Elaphus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676
Elaphus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676
Elaphus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676
Elaphus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676
Elaphus	62,3854676	62,3854676	53,3854676	50,3854676	69,3854676	75,3854676	83,3854676	89,3854676	63,3854676	50,3854676	119,3854676	130,3854676	137,3854676	69,3854676	41,3854676	106,3854676	148,3854676	141,3854676

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».

Главная экранная форма режима 2.3.2.2 приведена на рисунке 9, причем на ней показаны нужные параметры, которые формируются режимом оконтуривания как параметры по умолчанию. Единственное что изменено, так это задана опция: «Разные интервалы с равным числом наблюдений», т.к., как показали численные эксперименты, это обеспечивает более высокую достоверность модели.

¹ Это изображение сделано с высоким разрешением и четко просматривается при масштабе 200% и более. Полный файл исходных данных не приводится из-за большой размерности.

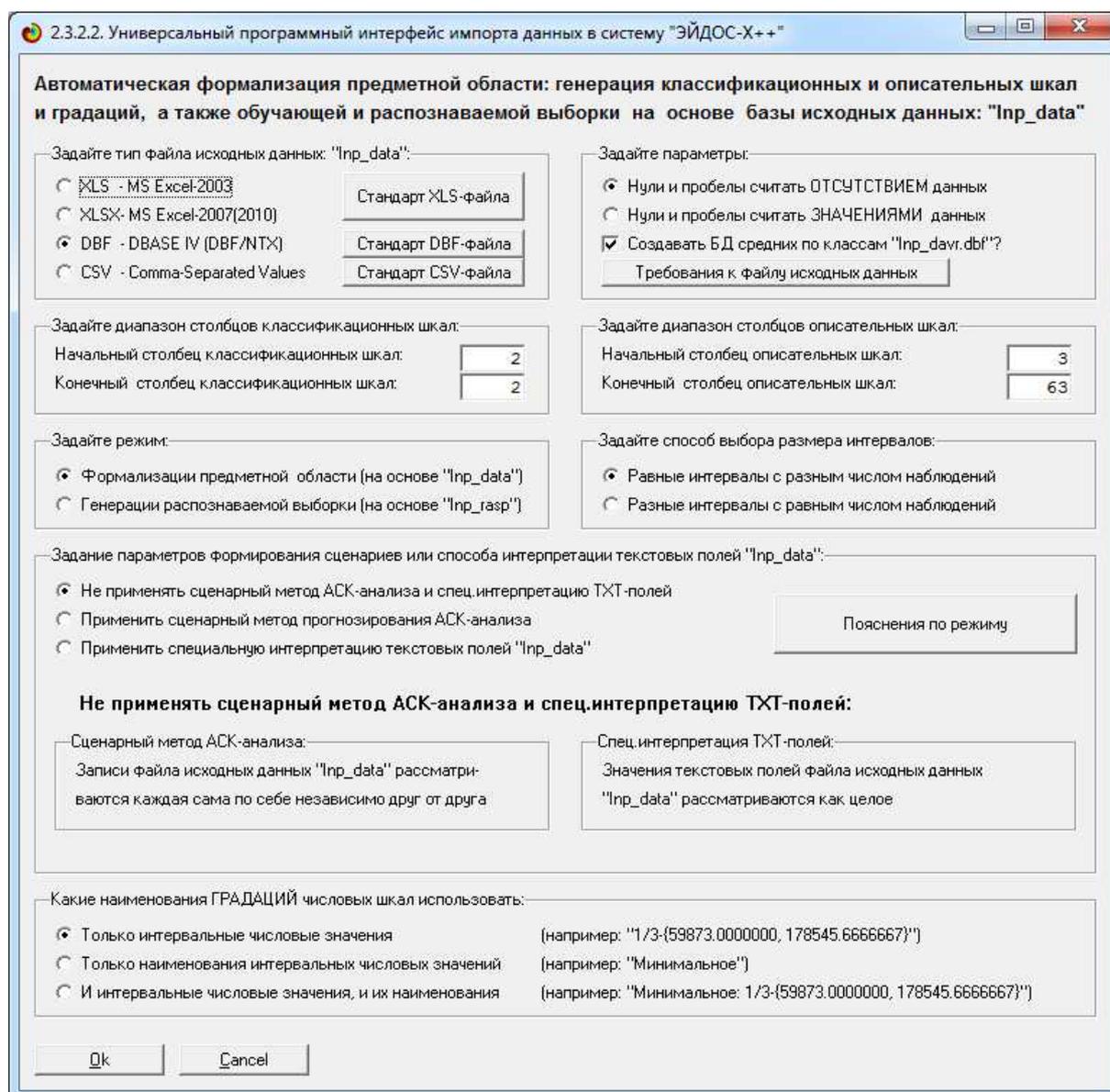


Рисунок 9. Экранная форма задания параметров работы универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

После запуска процесса ввода данных из файла: ..\AID_DATA\Inp_data\inp_data.dbf 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 10):

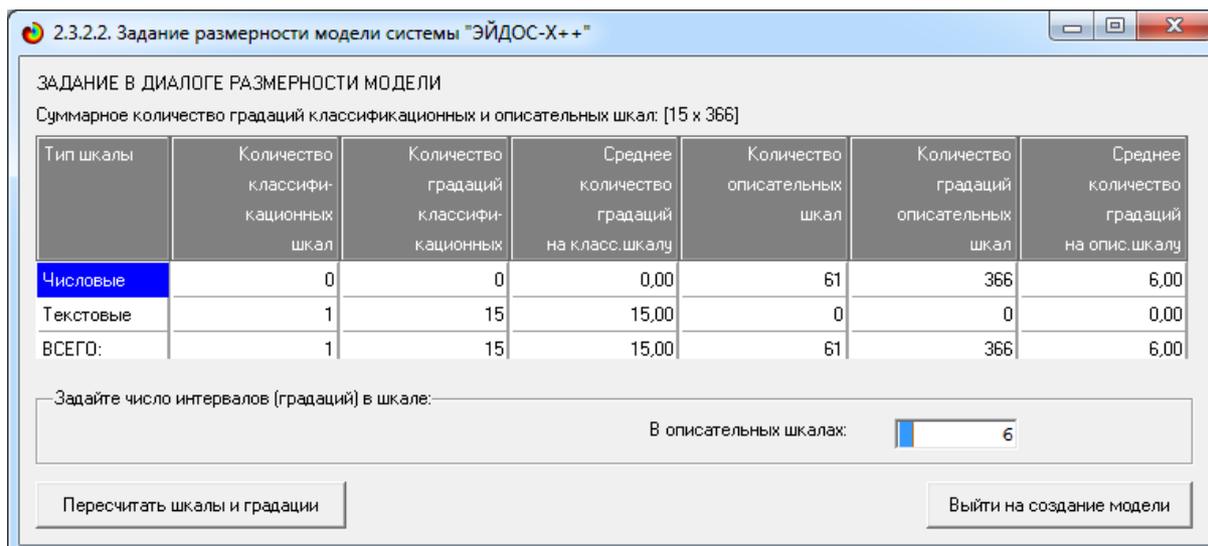


Рисунок 10. Экранная форма внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных

В это форме задано 10 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.dbf 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 11). Этот процесс завершается за 9 секунд.

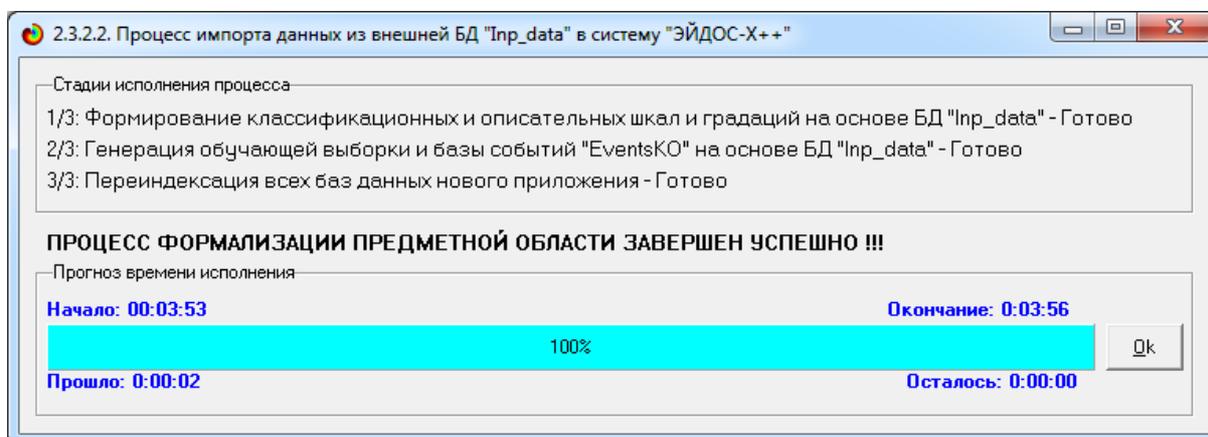


Рисунок 11. Экранная форма, отображающая этапы импорта данных из внешней базы данных в систему «Эйдос»

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.dbf с усреднен-
ными данными по классам.

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

5.4. Синтез и верификация моделей обобщенных образов насекомых по видам и родам (многопараметрическая типизация)

Далее автоматически запускается режим 3.5, обеспечивающий син-
тез и верификацию (оценку достоверности) моделей (рисунок 12):

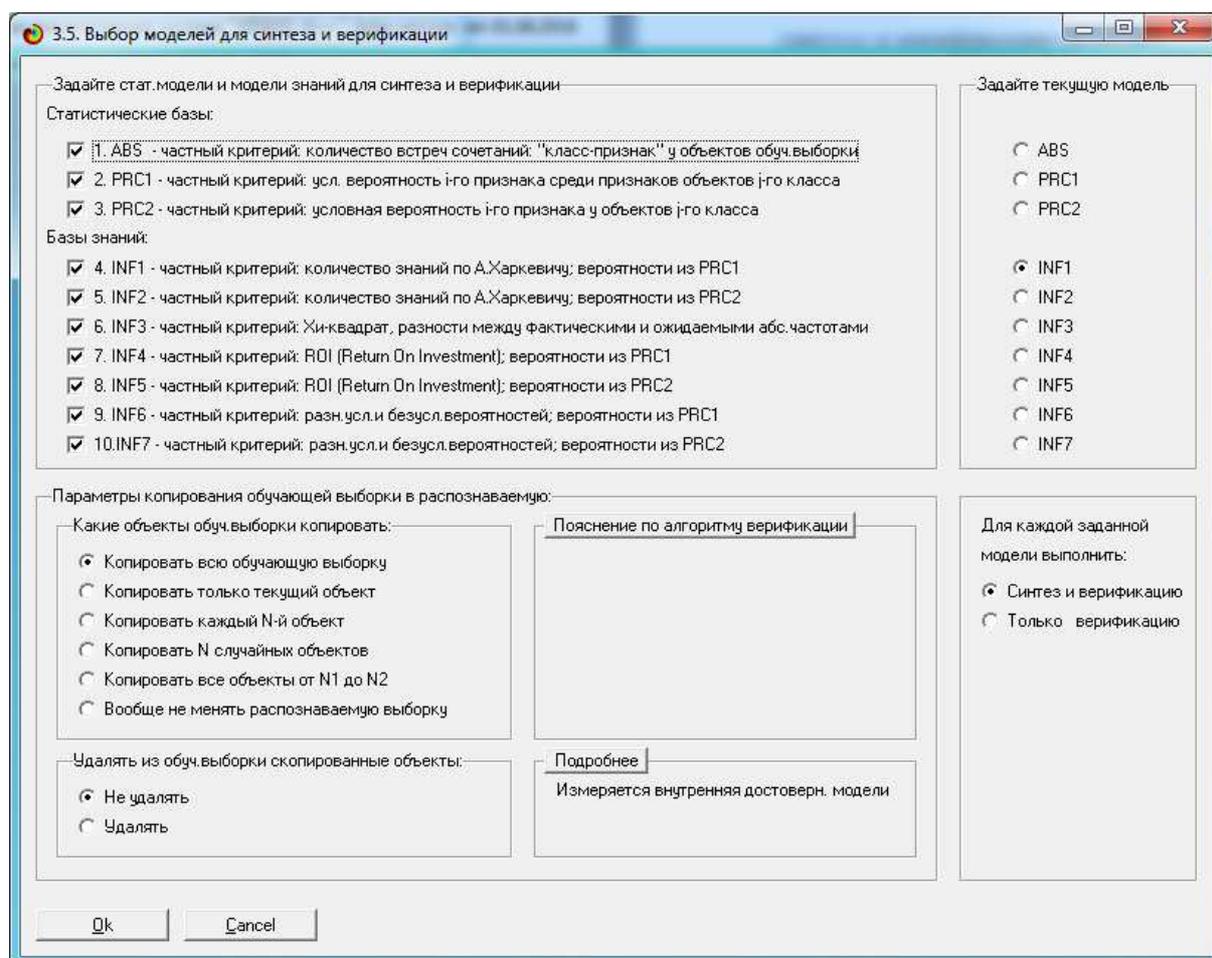


Рисунок 12. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей
системы «Эйдос» (режима 3.5)

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 13 и 14) [7]:

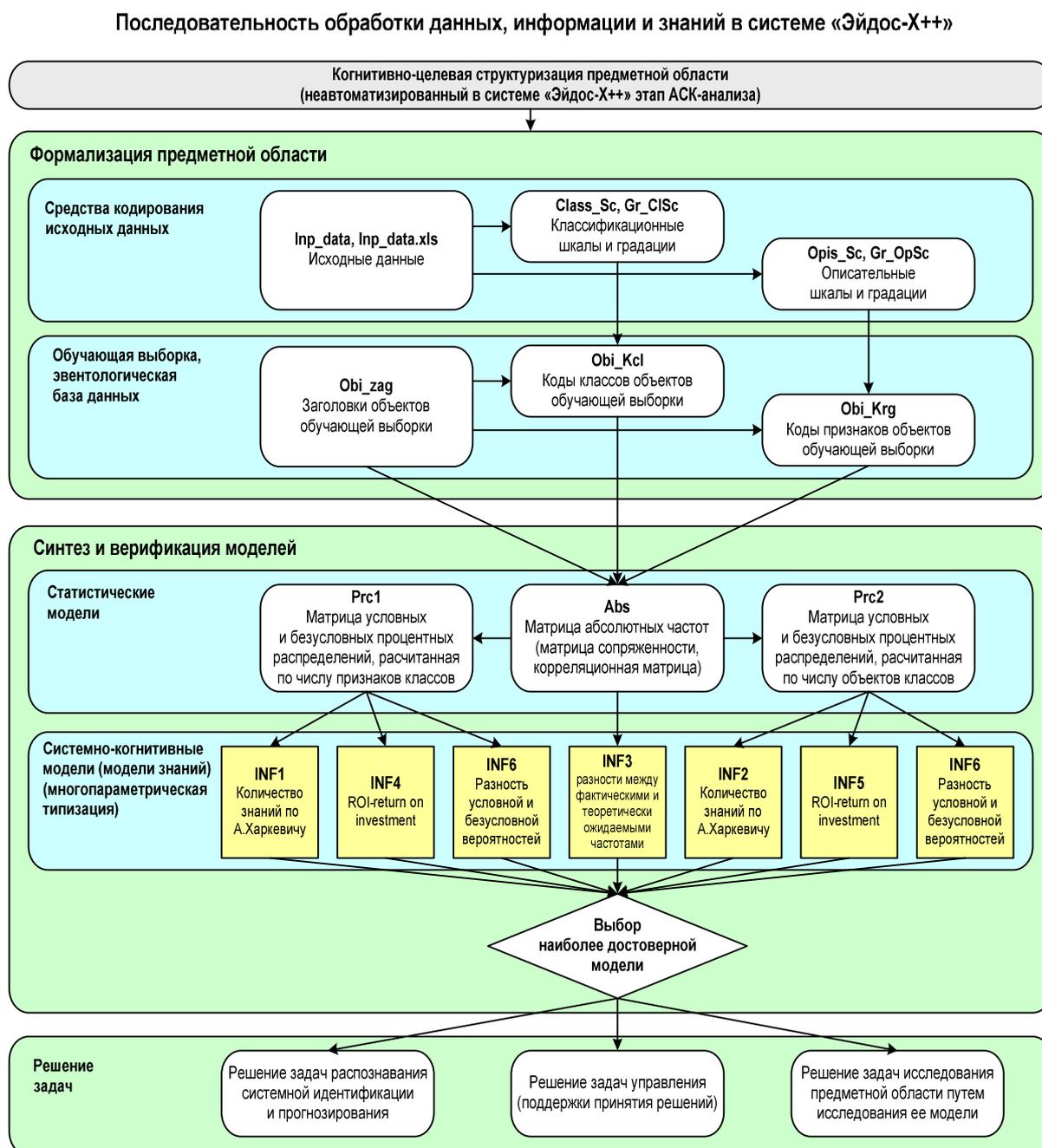


Рисунок 13. Этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям²

² Подробнее об этом можно прочитать в работе [7] и других работах, посвященных АСК-анализу

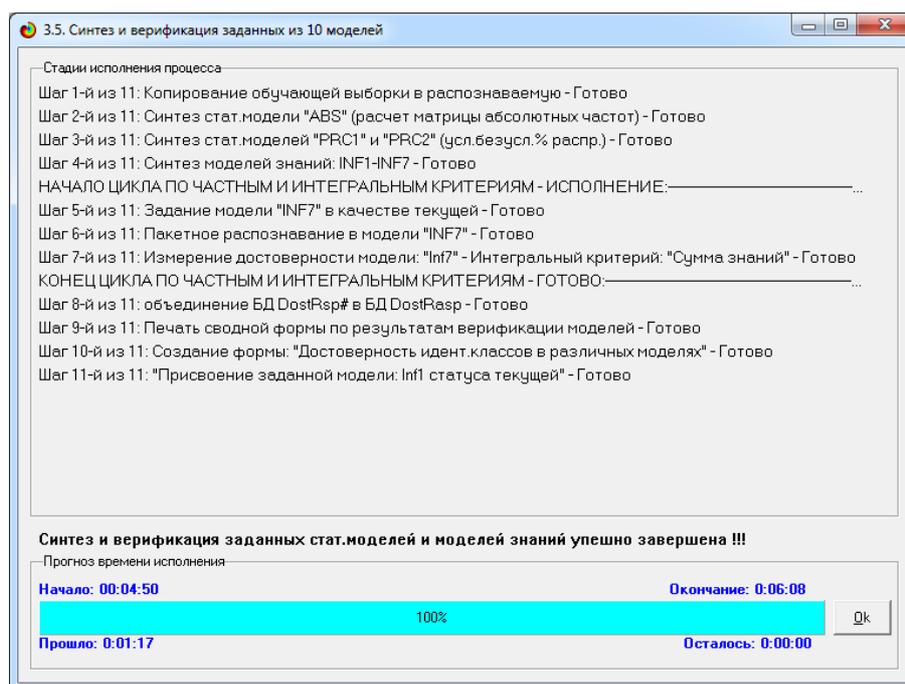


Рисунок 14. Экранная форма отображения стадии исполнения режима синтеза и верификации моделей

Из рисунка 14 видно, что процесс синтеза и верификации 10 моделей на выборке из 21 жужелиц занял 1 минуту 16 секунд. В основном это время было затрачено на верификацию моделей.

Достоверность моделей оценивается в этом же режиме 3.5 в соответствии с F-мерой Ван Ризбергена, а также в соответствии с L-мерой, которая представляет собой нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры, предложенное проф. Е.В. Луценко [24] (рисунки 15 и 16). Классическая количественная мера достоверности моделей: F-мера Ван Ризбергена основана на подсчете суммарного количества верно и ошибочно классифицированных и не классифицированных объектов обучающей выборки. В мультиклассовых системах классификации объект может одновременно относиться ко многим классам. Соответственно при синтезе модели его описание используется для формирования обобщенных образов многих классов, к которым он относится. При использовании модели для классификации определяется степень сходства-различия объекта со всеми классами, причем истинно-положительным решением может являться принад-

лежность объекта сразу к нескольким классам. В результате такой классификации получается, что объект не просто правильно или ошибочно относится или не относится к различным классам, как в классической F-мере, но правильно или ошибочно относится или не относится к ним **в различной степени**. Однако классическая F-мера не учитывает того, что объект может фактически одновременно относиться ко многим классам (мультиклассовость) и того, что в результате классификации может быть получена различная степень сходства-различия объекта с классами (нечеткость). На численных примерах автором установлено, что **при истинно-положительных и истинно-отрицательных решениях модуль сходства-различия объекта с классами значительно выше, чем при ложно-положительных и ложно-отрицательных решениях**. Поэтому было бы рационально в мере достоверности модели учитывать не просто сам факт истинно или ложно положительного или отрицательного решения, но и учитывать степень уверенности классификатора в этих решениях. Это и реализовано в L-мере, предложенной проф.Е.В.Луценко, которая по сути являющаяся нечетким мультиклассовым обобщением классической F-меры [24].

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего логических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложноположительных решений (FP)	Число ложноотрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	F-мера Ван Рыббергена	Степень сходства истинно-полож. решений (ST)	Степень сходства истинно-отриц. решений (ST)	Степень сходства ложно-полож. решений (SFP)	Степень сходства ложно-отриц. решений (SF...)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L-мера проф. Е.В. Луценко
ABS - частный критерий	Корреляция абс. частот с обр...	30	30	238	182		0.142	1.000	0.248	30.000	24.662	46.538		0.392	1.000	0.563
1. ABS - частный критерий	Сумма абс. частот по признак...	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	18.400		34.111		0.350	1.000	0.519
2. PRC1 - частный критерий	Корреляция усл. частот с о...	30	30	238	182		0.142	1.000	0.248	30.000	24.662	46.538		0.392	1.000	0.563
3. PRC1 - частный критерий	Сумма усл. частот по призм...	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	30.000		88.230		0.254	1.000	0.405
3. PRC2 - частный критерий	Корреляция усл. частот с о...	30	30	238	182		0.142	1.000	0.248	30.000	24.662	46.538		0.392	1.000	0.563
3. PRC2 - частный критерий	Сумма усл. частот по призм...	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	30.000		88.230		0.254	1.000	0.405
4. INF1 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	286	134		0.183	1.000	0.309	29.199	34.384	31.734		0.479	1.000	0.648
4. INF1 - частный критерий	Сумма значений	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	15.633		35.478		0.306	1.000	0.468
5. INF2 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	286	134		0.183	1.000	0.309	29.199	34.384	31.734		0.479	1.000	0.648
5. INF2 - частный критерий	Сумма значений	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	15.633		35.478		0.306	1.000	0.468
6. INF3 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	314	106		0.221	1.000	0.361	29.487	70.746	28.011		0.513	1.000	0.678
6. INF3 - частный критерий	Сумма значений	30	30	314	106		0.221	1.000	0.361	18.737	29.460	10.723		0.636	1.000	0.778
7. INF4 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	325	95		0.240	1.000	0.387	27.604	40.853	24.410		0.531	1.000	0.693
7. INF4 - частный критерий	Сумма значений	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	6.850		10.457		0.396	1.000	0.567
8. INF5 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	325	95		0.240	1.000	0.387	27.604	40.853	24.410		0.531	1.000	0.693
8. INF5 - частный критерий	Сумма значений	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	6.850		10.457		0.396	1.000	0.567
9. INF6 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	261	159		0.159	1.000	0.274	29.707	29.559	38.680		0.434	1.000	0.606
9. INF6 - частный критерий	Сумма значений	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	23.870		62.584		0.276	1.000	0.433
10. INF7 - частный критерий	Семантический резонанс зна...	30	30	261	159		0.159	1.000	0.274	29.707	29.559	38.680		0.434	1.000	0.606
10. INF7 - частный критерий	Сумма значений	30	30	8	412		0.068	1.000	0.127	23.870		62.584		0.276	1.000	0.433

Рисунок 15. Оценка достоверности моделей, созданных на 1-й итерации, с помощью F-меры и L-меры.

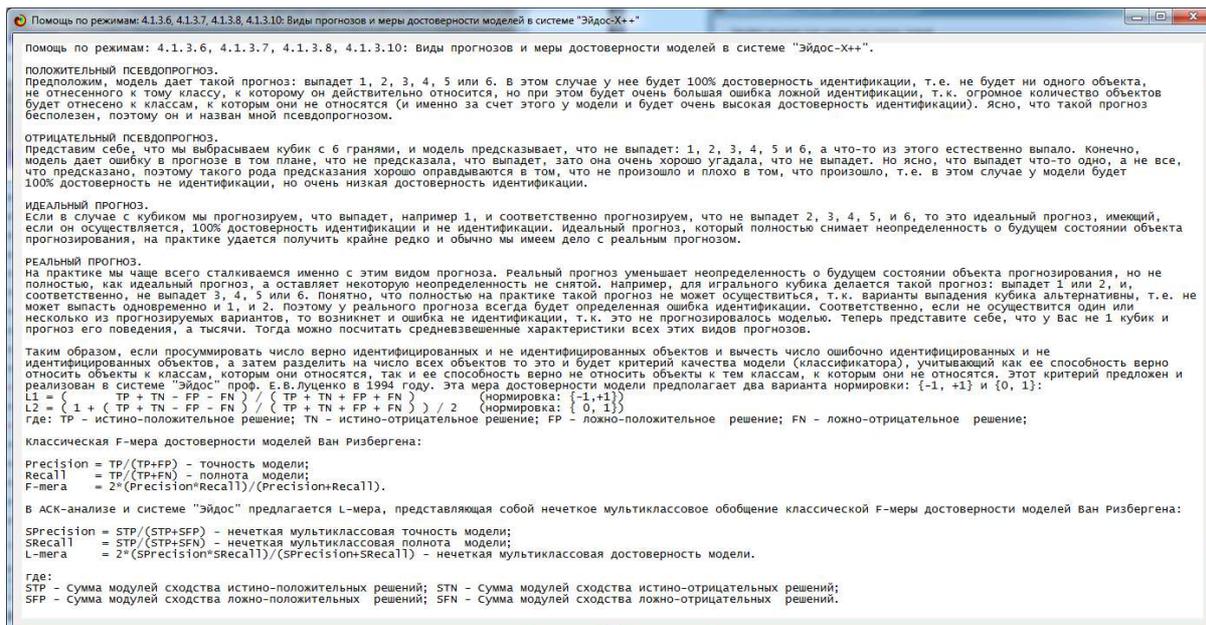


Рисунок 16. Help режима 4.1.3.6: пояснение смысла непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Из рисунка 15 мы видим, что в данном исследовании наиболее достоверной является модель INF4 [7], которая обеспечивает среднюю достоверность определения рода насекомого около 86%, причем достоверность правильного отнесения насекомого к роду, к которым оно относится, составляет 100%, а правильного не отнесения к роду, к которым оно не относится – около 72%.

5.5. Задание наиболее достоверной модели в качестве текущей

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 13, и информацией по достоверности моделей, приведенной на рисунке 15, в режиме 5.6 системы «Эйдос» зададим системно-когнитивную модель INF4 в качестве текущей (рисунок 17) и проведем в этой модели пакетную идентификацию в режиме 4.1.2 (рисунок 18):

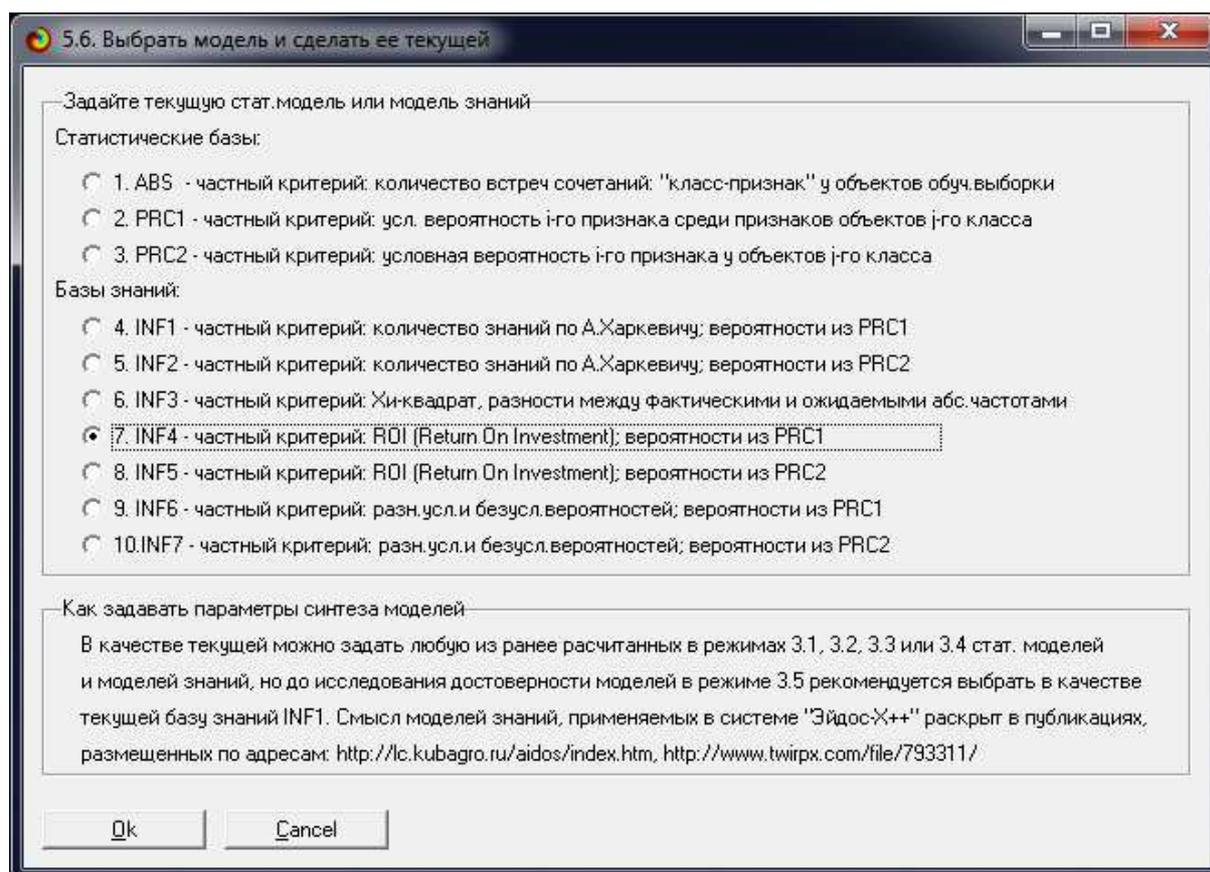


Рисунок 17. Экранная форма, позволяющая задать любую модель в качестве текущей

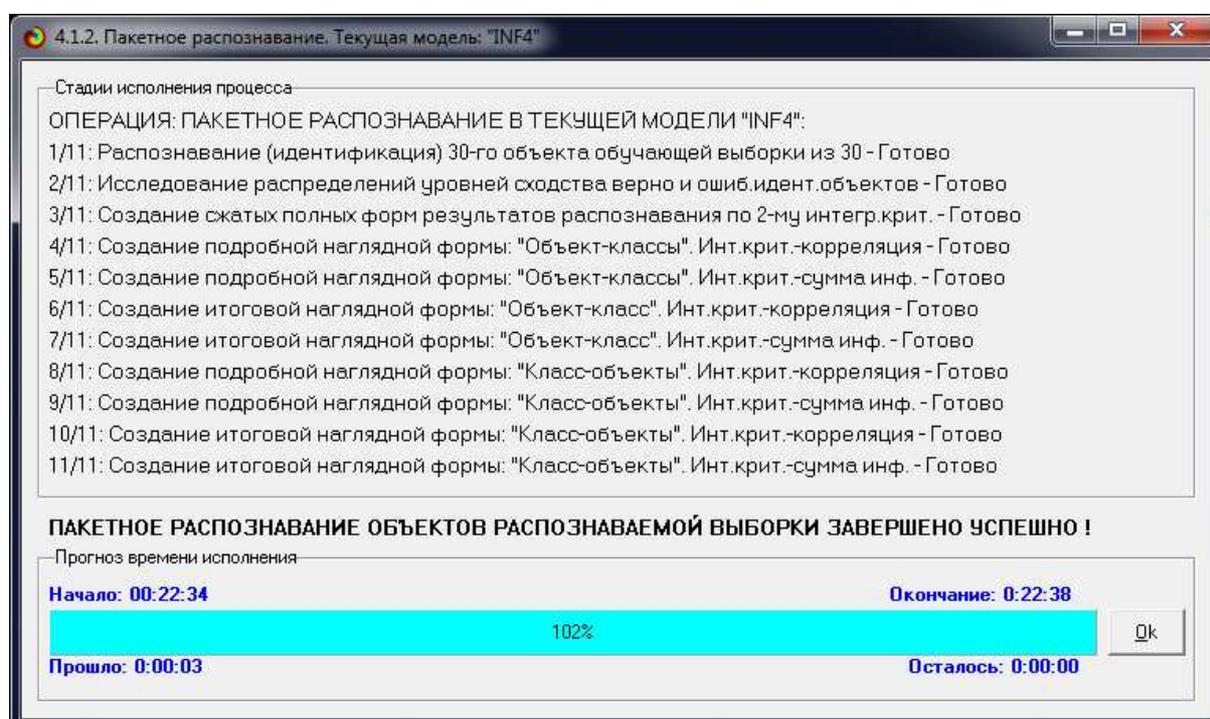


Рисунок 18. Экранная форма с отображением этапов и стадии решения задачи классификации конкретных насекомых с обобщенными образами жуков по родам

Из данной экранной формы видно, что идентификация 21 жужелицы с обобщенными образами родов выполнена за 3 секунды.

5.6. Количественное определение сходства-различия конкретных насекомых с обобщенными образами насекомых различных видов и родов (системная идентификация)

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

– поместить в поддиректорию: `..\AID_DATA\Inp_data\` в какую-нибудь папку, например «Классифицируемые насекомые», изображения классифицируемых жуков 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 9), но с опцией: «Генерация распознаваемой выборки (на основе файла `Inp_gasp`)» (рисунок 19);

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

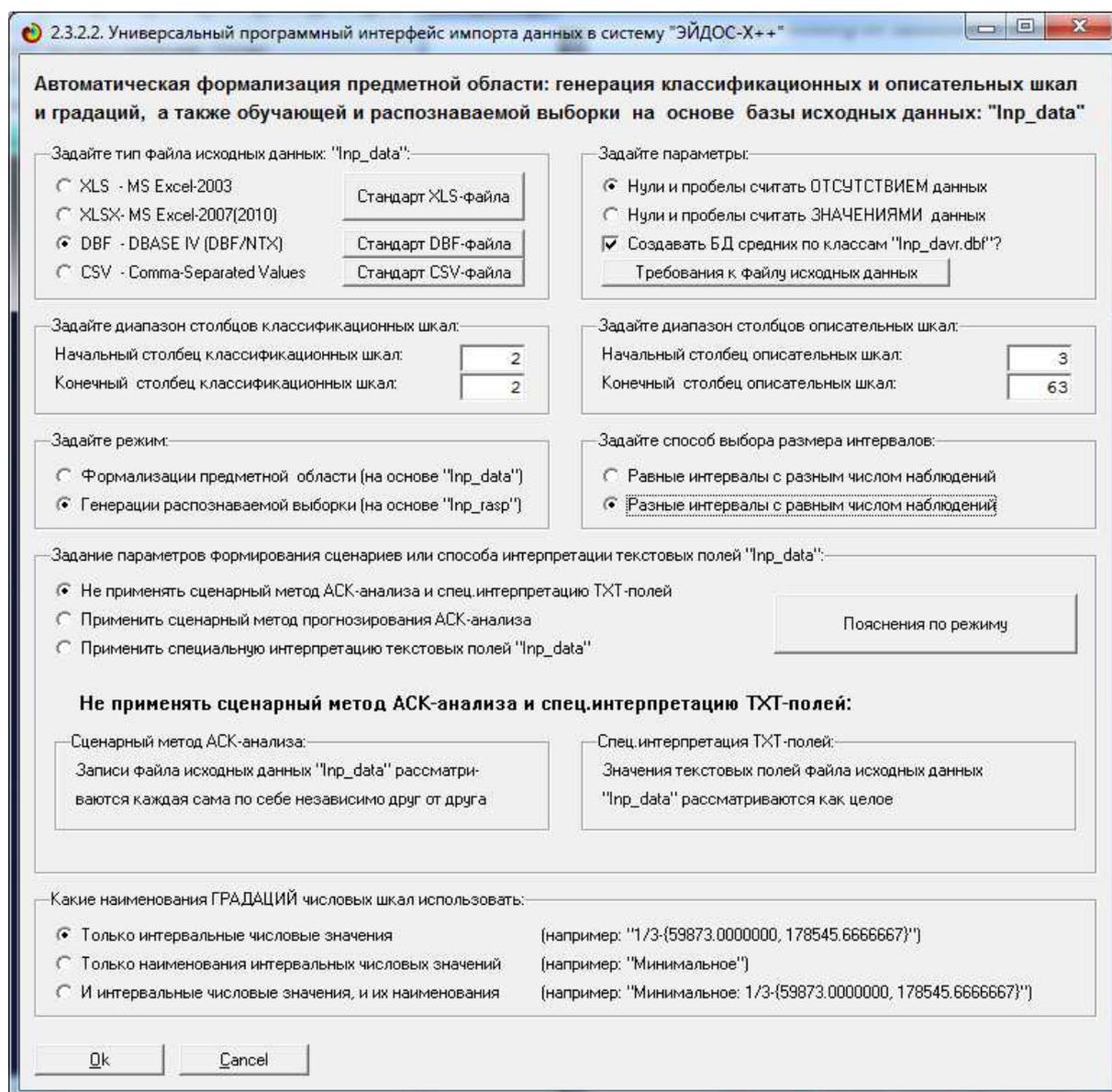


Рисунок 19. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2) с опциями ввода распознаваемой выборки с адаптивными интервалами

Режимы 2.3.2.2 и 4.1.2 запускаются с нужными параметрами автоматически после оконтуривания с опцией генерации распознаваемой выборки. Единственное, вручную необходимо выбрать опцию: «Разные интервалы с равным числом наблюдений».

Результаты идентификации выводятся во многих экранных формах и базах данных, которые можно открывать в MS Excel. Одна из этих форм приведена на рисунке 20:

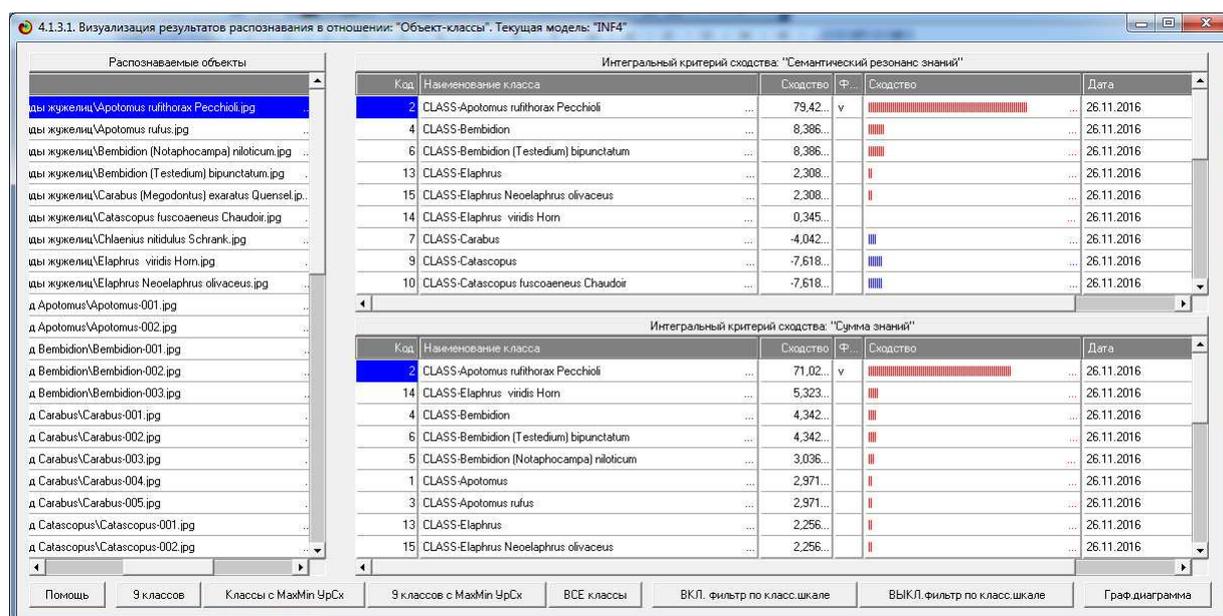


Рисунок 20. Степень сходства образа конкретного насекомого с обобщенными образами различных насекомых

Из экранной формы на рисунке 20 видно, что система верно определила и вид, и род по изображению конкретного насекомого, а из экранной формы на рисунке 15 – что так обычно происходит и с другими насекомыми, т.е. *задача, поставленная в статье, успешно решена.*

Из рисунка 20 мы видим также, что при истинно-положительных и истинно-отрицательных решениях модуль сходства-различия объекта с классами значительно выше, чем при ложно-положительных и ложно-отрицательных решениях. Поэтому было бы рационально в мере достоверности модели учитывать не просто сам факт истинно или ложно положительного или отрицательного решения, но и учитывать степень уверенности классификатора в этих решениях. Это и реализовано в L-мере, предложенной проф.Е.В.Луценко, которая по сути являющаяся нечетким мультиклассовым обобщением классической F-меры [24].

В подсистеме 4.1.3. «Вывод результатов распознавания» системы «Эйдос» мы можем получить 10 различных выходных форм, наименования которых приведены на рисунке 21:

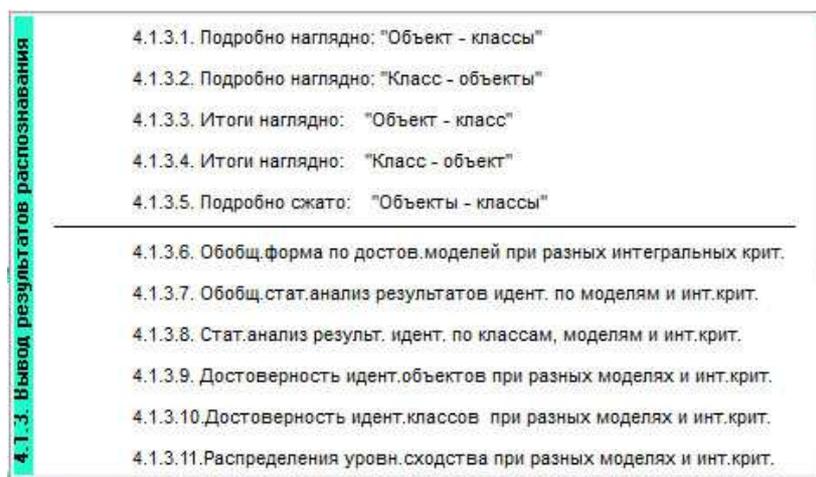


Рисунок 21. Наименования выходных форм системы «Эйдос» с результатами распознавания

Одну из них (4.1.3.1), наиболее подробную, мы привели в рисунке 20. Ниже на рисунке 22 приведем обобщающую форму (режим 4.1.3.3), в которой для каждого насекомого показан лишь один класс, с которым у данного вида наивысший уровень сходства по заданному интегральному критерию [7] (вверху слева):

Код объекта распозн. выборки	Наименование объекта распознаваемой выборки	Код класса с МАХ ур.сход.	Наименование класса с МАХ уровнем сходства	МАХ уровень сходства	Код класса с MIN ур.сход.	Наименование класса с MIN уровнем сходства	MIN уровень сходства	Дост. вер- ность
1	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	2	CLASS-Apotomus rufithorax Pecchi...	79.422	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-18.182	48
2	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	1	CLASS-Apotomus	98.200	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-17.575	57
3	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	5	CLASS-Bembidion (Notaphocampa...	73.405	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-16.714	45
4	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	4	CLASS-Bembidion	92.210	3	CLASS-Apotomus rufus	-18.362	55
5	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	90.908	6	CLASS-Bembidion (Testedium) bipu...	-18.442	54
6	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	9	CLASS-Catascopus	85.424	3	CLASS-Apotomus rufus	-19.189	52
7	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	11	CLASS-Chlaenius	91.769	3	CLASS-Apotomus rufus	-19.296	55
8	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	14	CLASS-Elaphrus viridis Horn	63.013	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-16.033	39
9	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	13	CLASS-Elaphrus	100.000	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-17.920	58
10	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	1	CLASS-Apotomus	98.200	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-17.575	57
11	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	1	CLASS-Apotomus	98.200	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exar...	-17.575	57
12	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	4	CLASS-Bembidion	92.210	3	CLASS-Apotomus rufus	-18.362	55
13	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	4	CLASS-Bembidion	92.210	3	CLASS-Apotomus rufus	-18.362	55
14	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	4	CLASS-Bembidion	92.210	3	CLASS-Apotomus rufus	-18.362	55
15	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	7	CLASS-Carabus	95.010	3	CLASS-Apotomus rufus	-18.019	56
16	C:\AIDOS\X\AID_DATA\Inp...	7	CLASS-Carabus	95.010	3	CLASS-Apotomus rufus	-18.019	56

Рисунок 22. Степень сходства изображения конкретного насекомого с обобщенными образами различных видов (верхняя форма) и родов (нижняя форма)

Из форм на рисунках 20 и 22 видно, что если бы мы не знали к какому роду относится насекомое, то система «Эйдос» на основе созданной системно-когнитивной модели позволила бы по его изображению это определить быстро и с высокой точностью.

5.7. Количественное определение сходства-различия обобщенных образов насекомых различных видов и родов друг с другом (кластерно-конструктивный анализ)

Это сравнение осуществляется в режиме 4.2.2. «Кластерно-конструктивный анализ классов. Предварительно нужно выполнить режим 4.2.2.1. «Расчет матриц сходства, кластеров и конструкторов классов», а затем вывести результаты в режиме 4.2.2. «Результаты кластерно-конструктивного анализа классов». На рисунках 23 и 24 приведены табличная и графическая выходные формы, количественно отражающие степень сходства обобщенных образов насекомых различных родов друг с другом в наиболее достоверной модели INF4:

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	CLASS-Apotomus	1	11	CLASS-Chlaenius	100.000
2	CLASS-Apotomus rufithorax Pecchioli	2	12	CLASS-Chlaenius nitidulus Schrank	100.000
3	CLASS-Apotomus rufus	3	9	CLASS-Catascopus	0.433
4	CLASS-Bembidion	4	10	CLASS-Catascopus fuscoaeenus Chaudoir	0.433
5	CLASS-Bembidion (Notaphocampa) niloticum	5	7	CLASS-Carabus	-3.935
6	CLASS-Bembidion (Testedium) bipunctatum	6	14	CLASS-Elaphrus viridis Horn	-6.210
7	CLASS-Carabus	7	5	CLASS-Bembidion (Notaphocampa) niloticum	-9.304
8	CLASS-Carabus (Megodontus) exaratus Quensel	8	2	CLASS-Apotomus rufithorax Pecchioli	-11.935
9	CLASS-Catascopus	9	8	CLASS-Carabus (Megodontus) exaratus Quensel	-12.154
10	CLASS-Catascopus fuscoaeenus Chaudoir	10	4	CLASS-Bembidion	-12.541
11	CLASS-Chlaenius	11	6	CLASS-Bembidion (Testedium) bipunctatum	-12.541
12	CLASS-Chlaenius nitidulus Schrank	12	13	CLASS-Elaphrus	-12.898
13	CLASS-Elaphrus	13	15	CLASS-Elaphrus Neolaphrus olivaceus	-12.898
14	CLASS-Elaphrus viridis Horn	14	1	CLASS-Apotomus	-14.735
15	CLASS-Elaphrus Neolaphrus olivaceus	15	3	CLASS-Apotomus rufus	-14.735

Рисунок 23. Степень сходства друг с другом обобщенных образов насекомых различных родов

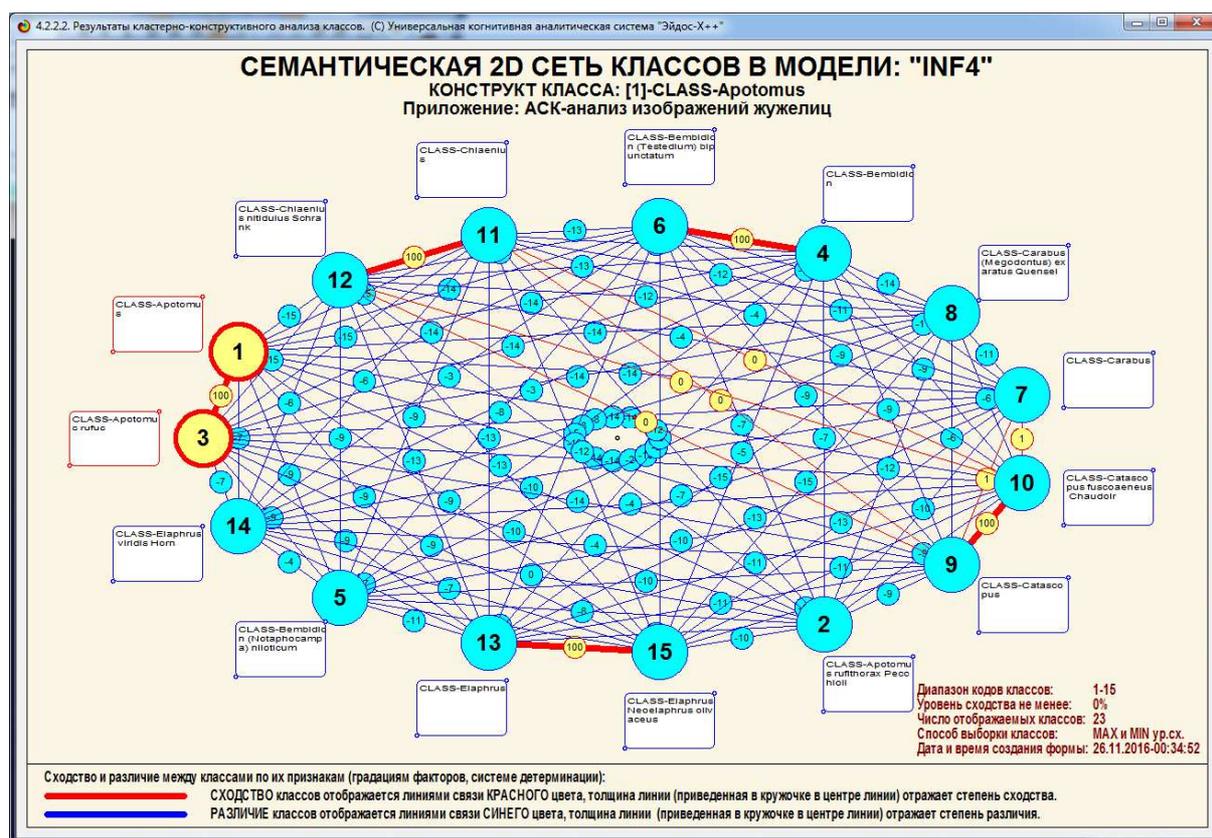


Рисунок 24. Сходство-различие друг с другом обобщенных образов насекомых различных родов

При получении формы, приведенной на рисунке 24, предварительно в опции «Вписать в окно» было выбрано отображение 15 классов.

Из рисунков 23 и 24 видно, что обобщенный образ рода насекомых соответствует своему виду.

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.

5.8. 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 25), а также информационные портреты обобщенных образов различных родов насекомых (рисунки 26) в модели INF4.

Чтобы вывести эти изображения необходимо в подсистеме 4.7. «АСК-анализ изображений» выбрать последний режим: 7. «Просмотр и запись информационных портретов классов – обобщенных изображений».

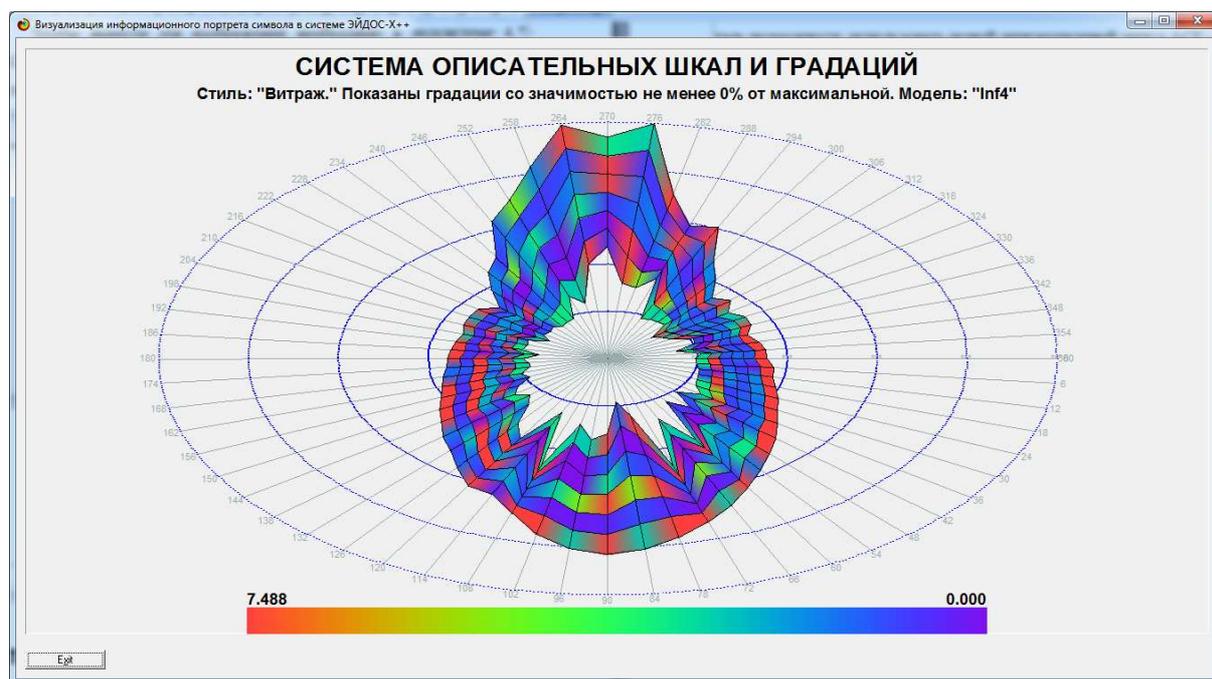
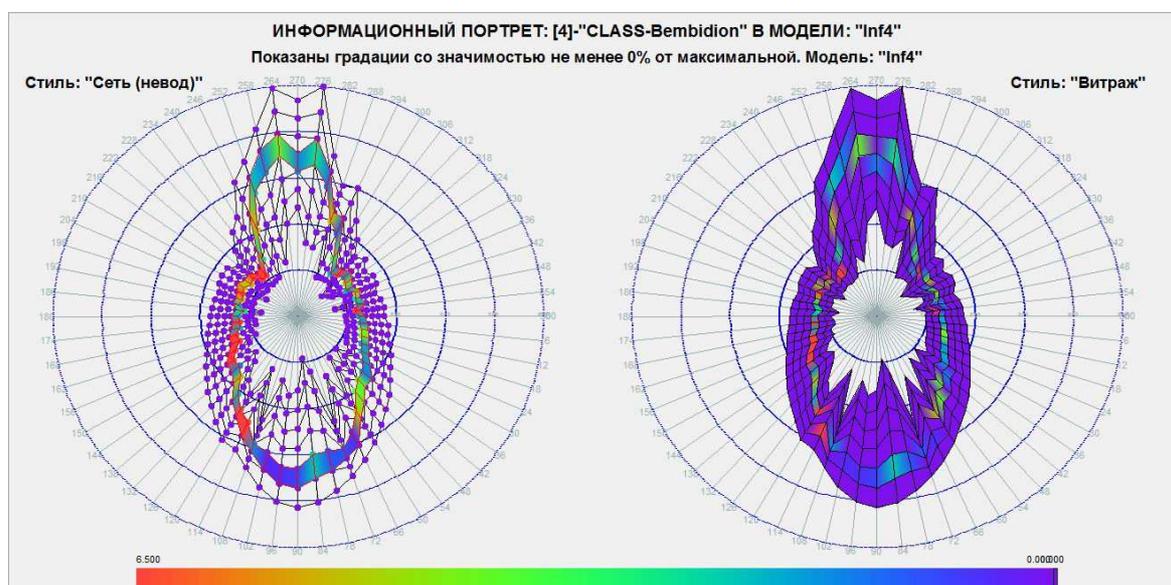
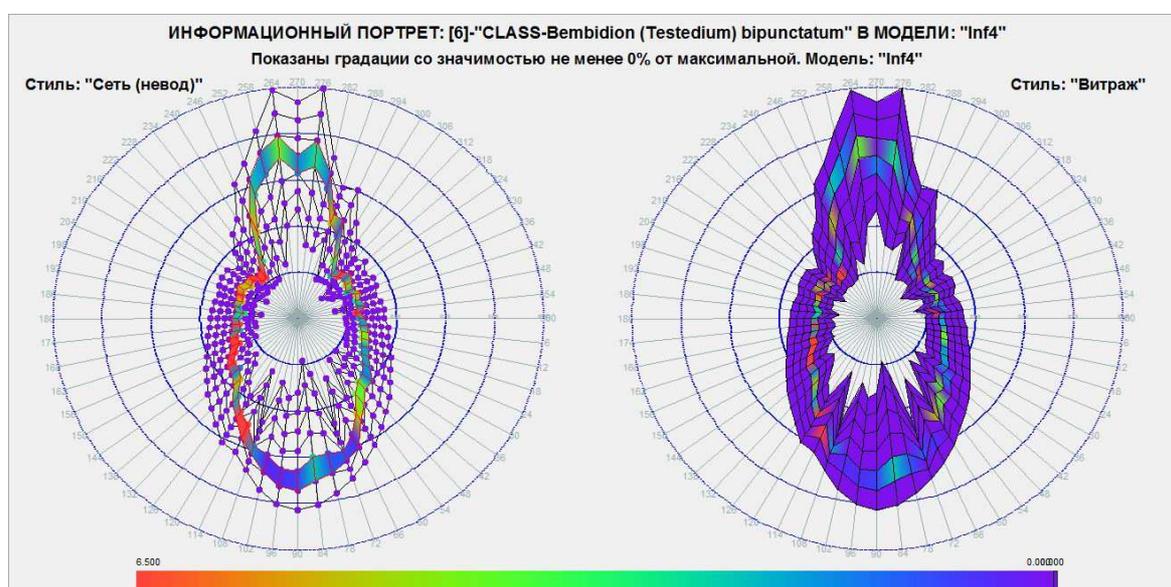
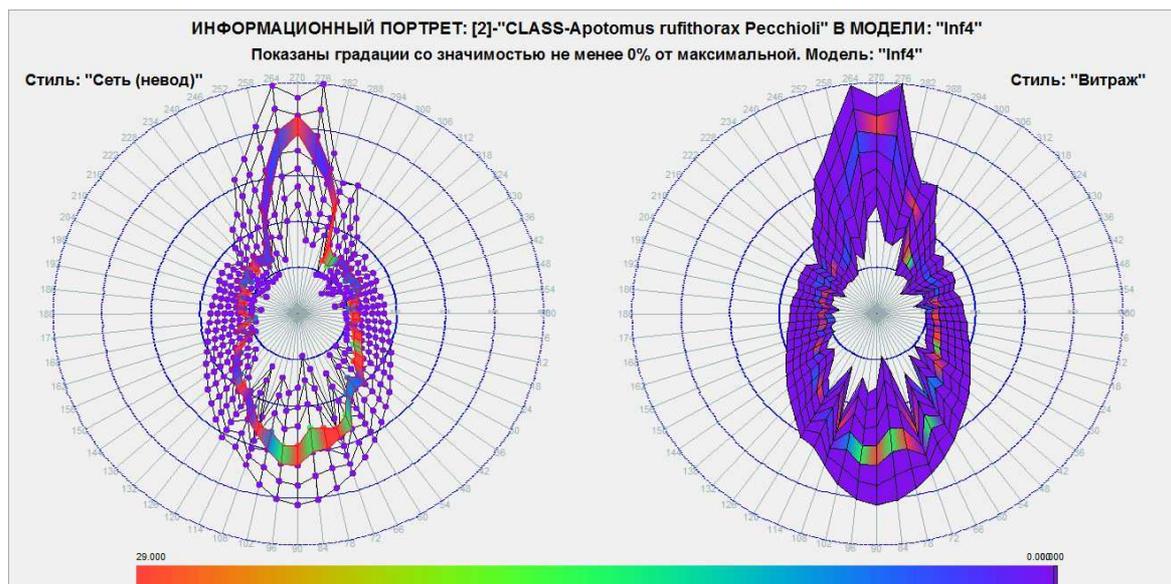


Рисунок 26. Система описательных шкал и градаций системно-когнитивной модели

На рисунке 26 цветом показана ценность градаций описательных шкал для классификации конкретных жуелиц по видам и родам: красный цвет – максимальная ценность, фиолетовый – минимальная.



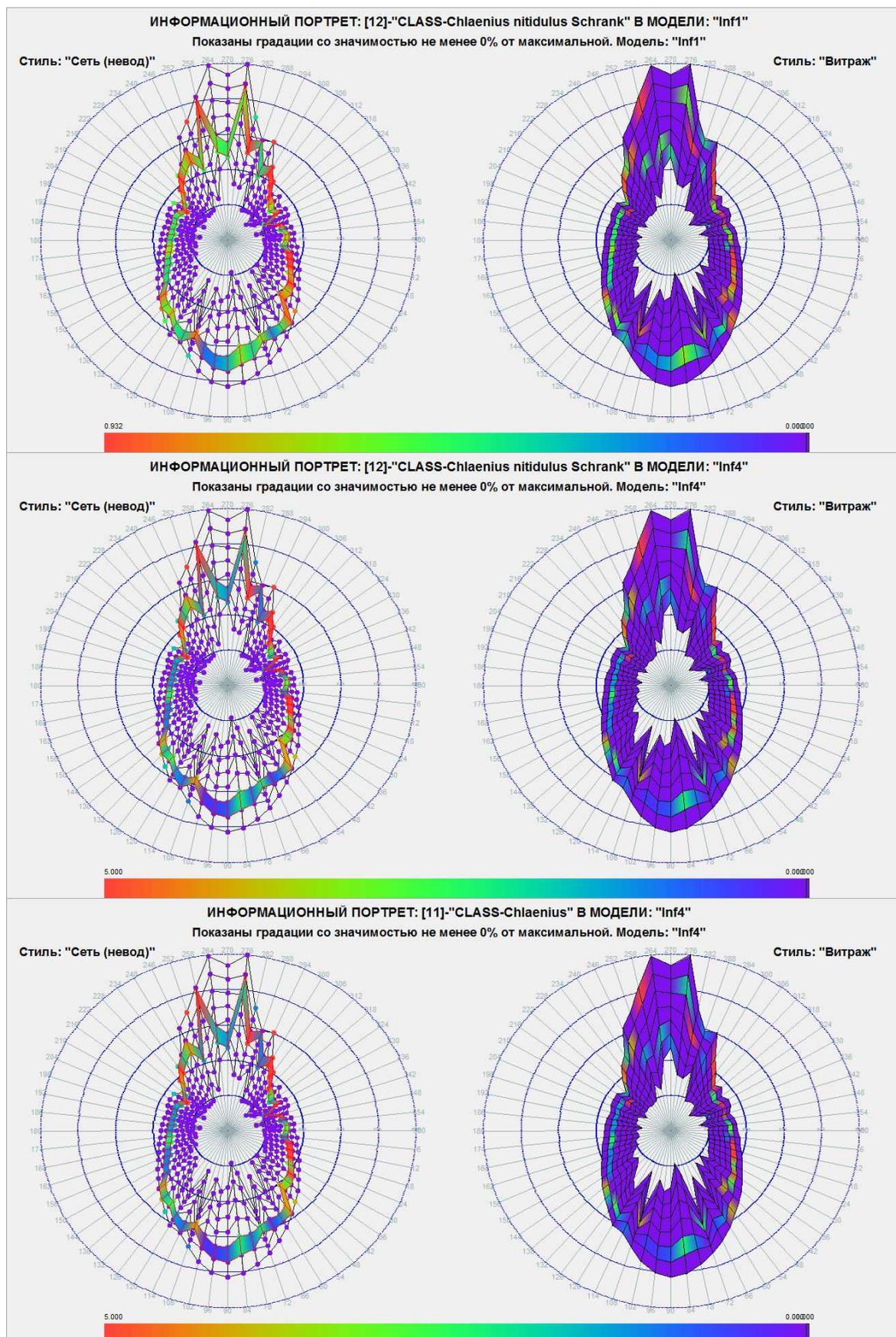


Рисунок 27. Информационные портреты обобщенных образов насекомых некоторых родов в системно-когнитивной модели INF4

На рисунках 27 цветом показана степень характерности и не характерности градаций описательных шкал (элементов внешнего контура) для жужелиц различных видов и родов: красный цвет – максимальная характерность, фиолетовый – минимальная.

6. Выводы и результаты

Развитие компьютерной техники в наше время, способствует тому, что в различных областях науки, появляются новые методы исследования живых объектов. В частности в энтомологии – науке о насекомых, появилась возможность использовать новый инновационный метод АСК – анализ и его программный инструментарий систему «Эйдос», для идентификации насекомых не только по видам, отрядам, но и родам, тем самым повысив достоверность определения изучаемых насекомых.

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 насекомых 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 жужелиц и создание математических моделей их контуров;
- 2) синтез и верификация моделей обобщенных образов насекомых

по родам на основе контурных изображений конкретных жесткокрылых (многопараметрическая типизация);

3) количественное определение сходства-различия конкретных насекомых с обобщенными образами насекомых различных родов (системная идентификация);

4) количественное определение сходства-различия видов насекомых, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов жуков.

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

7. Перспективы

В дальнейшем планируется решить методом АСК-анализа задачу классификации различных насекомых (в частности жужелиц) по их пикселям, используя программный инструмент АСК-анализа интеллектуальную систему «Эйдос».

Отметим также, что незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы «Эйдос» (не требующая инсталляции) с исходными текстами, находится в полном открытом бесплатном доступе на сайте ее разработчика проф.Е.В.Луценко по адресу <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm> ((около 70 Мб).

Литература

1. Белый, А.И. Характеристика комплекса жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроландшафта центральной зоны Краснодарского края в начале XXI века. Сообщение 1. Сезонная динамика активности комплекса жужелиц / А.И. Белый, А.С. Замотайлов, Хомицкий Е.Е., Маркова И.А. // Тр. КГАУ. – 2014. – № 3(48). – С. 35–49.
2. Замотайлов, А.С. Энтомофауна Северо-Западного Кавказа на современном этапе планетарного развития климата: угрозы и перспективы / А.С. Замотайлов, В.И. Щуров // Тр. КГАУ. – 2010. – № 1(22). – С. 32–39.
3. Замотайлов, А.С. Характеристика комплекса жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроландшафта центральной зоны Краснодарского края в начале XXI века. 2. Многолетняя трансформация структуры и биоэкологических параметров / А.С. Замотайлов, Е.Е. Хомицкий, А.И. Белый // Тр. КГАУ. – 2015. – № 1(52). – С. 103–118.
4. Замотайлов А. С. К изучению жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агробиоцено-

зов центральной зоны Краснодарского края (Кавказ) // Тез. докл. IX Междунар. колл. по почв. зоол. Вильнюс: Б. и., 1985. С. 318.

5. Замотайлов А. С. Некоторые особенности формирования комплексов жужелиц (Coleoptera, Carabidae) агроценоза // Защита сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Тр. КСХИ. 1990. 307 (335). С. 24-29.

6. Замотайлов А. С. О составе и возможных путях формирования кавказской фауны рода *Deltomerus* Motsch. (Coleoptera, Carabidae) // Фауна и экология жужелиц. Тез. докл. 3-го Всесоюз. карабидологического сов-я. Кишинев: ВНИИБМЗР, 1990. С. 20-21.

7. Замотайлов А.С., Шаповалов М.И. Охраняемые виды жесткокрылых насекомых семейства жужелицы (Coleoptera, Carabidae) в агроценозах Северо-Западного Кавказа // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы VI междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 17-21 июня 2013 г. / Отв. ред. М.И. Зазимко. Краснодар, 2013. С. 156-159.

8. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

9. Луценко Е.В., Сердюк В.Ю.: Идентификация видов жуков-жужелиц (Coleoptera, Carabidae) путем АСК-анализа их изображений по внешним контурам (обобщение, абстрагирование, классификация и идентификация) [Электронный ресурс] / Е.В. Луценко, В.Ю. Сердюк // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). Краснодар: КубГАУ. – 2016. – № 119 (05). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/05/pdf/01.pdf>

10. 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>

11. 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>

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

18. 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.

19. Жесткокрылые насекомые (Insecta, Coleoptera) Республики Адыгея (аннотированный каталог видов) (Конспекты фауны Адыгеи. №1) / Под ред. А.С. Замотайлов и Н.Б. Никитского. – Майкоп: Издательство Адыгейского государственного университета, 2010. – 404 с.

20. 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.

21. 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 государственного 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.

22. Луценко Е.В. Определение типа и модели стрелкового нарезного оружия по боеприпасам методом АСК-анализа / Е.В. Луценко, С.В. Швец // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016.

– №04(118). С. 1 – 40. – IDA [article ID]: 1181604001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/01.pdf>, 2,5 у.п.л.

23. 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>

24. Луценко Е.В. Нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №09(123). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/01.pdf>, 1,813 у.п.л. – IDA [article ID]: 1221608001. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-123-001>

Literatura

1. Belyj, A.I. Harakteristika kompleksa zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) agrolandschafta central'noj zony Krasnodarskogo kraja v nachale XXI veka. Soobshhenie 1. Sezonnaja dinamika aktivnosti kompleksa zhuzhelic / A.I. Belyj, A.S. Zamotajlov, Homickij E.E., Markova I.A. // Tr. KGAU. – 2014. – № 3(48). – S. 35–49.

2. Zamotajlov, A.S. Jentomofauna Severo-Zapadnogo Kavkaza na sovremennom jetape planetarnogo razvitija klimata: ugrozy i perspektivy / A.S. Zamotajlov, V.I. Shhurov // Tr. KGAU. – 2010. – № 1(22). – S. 32–39.

3. Zamotajlov, A.S. Harakteristika kompleksa zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) agrolandschafta central'noj zony Krasnodarskogo kraja v nachale XXI veka. 2. Mnogoletnjaja transformacija struktury i biojekologicheskikh parametrov / A.S. Zamotajlov, E.E. Homickij, A.I. Belyj // Tr. KGAU. – 2015. – № 1(52). – S. 103–118.

4. Zamotajlov A. S. K izucheniju zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) agrobiocenzov central'noj zony Krasnodarskogo kraja (Kavkaz) // Tez. dokl. IX Mezhdunar. koll. po pochv. zool. Vil'njus: B. i., 1985. S. 318.

5. Zamotajlov A. S. Nekotorye osobennosti formirovaniya kompleksov zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) agrocenoza // Zashhita sel'skohozjajstvennyh kul'tur ot vreditel'j, boleznej i sornjakov. Tr. KSHI. 1990. 307 (335). S. 24-29.

6. Zamotajlov A. S. O sostave i vozmozhnyh putjah formirovaniya kavkazskoj fauny roda Deltomerus Motsch. (Coleoptera, Carabidae) // Fauna i jekologija zhuzhelic. Tez. dokl. 3-go Vsesojuz. karabidologicheskogo sov-ja. Kishinev: VNIIBMZR, 1990. S. 20-21.

7. Zamotajlov A.S., Shapovalov M.I. Ohranjaemye vidy zhestkokrylyh nasekomyh semejstva zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) v agrocenozah Severo-Zapadnogo Kavkaza // Agrotehnicheskij metod zashhity rastenij ot vrednyh organizmov: materialy VI mezhdunar. nauch.-prakt. konf., Krasnodar, 17-21 ijunja 2013 g. / Otv. red. M.I. Zazimko. Krasnodar, 2013. S. 156-159.

8. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivnymi ob#ektami (sistemnaja teorija informacii i ee primenenie v issledovanii jekonomicheskikh, social'no-psihologicheskikh, tehnologicheskikh i organizacionno-tehnicheskikh sistem): Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

9. Lucenko E.V., Serdjuk V.Ju.: Identifikacija vidov zhukov-zhuzhelic (Coleoptera, Carabidae) putem ASK-analiza ih izobrazhenij po vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) [Jelektronnyj resurs] / E.V. Lucenko, V.Ju. Serdjuk // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU).Krasnodar: KubGAU. – 2016. – № 119 (05). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/05/pdf/01.pdf>

10. 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>

11. 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>

12. Lucenko E.V. Sintez adaptivnyh intellektual'nyh izmeritel'nyh sistem s primeneniem ASK-analiza i sistemy «Jejdos» i sistemnaja identifikacija v jekonometrike, biometrii, jekologii, pedagogike, psihologii i medicine / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj 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.

13. 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 setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 u.p.l.

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

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

16. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz izobrazhenij po ih vneshnim konturam (obobshhenie, abstragirovanie, klassifikacija i identifikacija) / E.V. Lucenko, D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoj 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.

17. 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 setevoj 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.

18. 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 setevoj 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.

19. Zhestkokrylye nasekomye (Insecta, Coleoptera) Respubliki Adygeja (annotirovannyj katalog vidov) (Konspekty fauny Adygei. №1) / Pod red. A.S. Zamotajlov i N.B. Nikitskogo. – Majkop: Izdatel'stvo Adygejskogo gosudarstvennogo universiteta, 2010. – 404 s.

20. 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 setevoj 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.

21. Lucenko E.V. Reshenie zadachi klassifikacii boepripasov po tipam strelkovogo narezno go 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.

22. Lucenko E.V. Opredelenie tipa i modeli strelkovogo narezno go oruzhija po boepripasam metodom ASK-analiza / E.V. Lucenko, S.V. Shvec // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №04(118). S. 1 – 40. – IDA [article ID]: 1181604001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/04/pdf/01.pdf>, 2,5 u.p.l.

23. 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>

24. Lucenko E.V. Nechetkoe mul'tiklassovoe obobshhenie klassicheskij F-mery dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «Jejdos» / Lucenko E.V. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2016. – №09(123). – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/01.pdf>, 1,813 u.p.l. – IDA [article ID]: 1221608001. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-123-001>