

УДК 303.732.4
01.00.00 Физико-математические науки

UDC 303.732.4
Physical-Mathematical sciences

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ АМПЕЛОГРАФИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ АСК-АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЙ ЛИСТЬЕВ ПО ИХ ВНЕШНИМ КОНТУРАМ (ОБОБЩЕНИЕ, АБСТРАГИРОВАНИЕ, КЛАССИФИКАЦИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ)¹

THE SOLUTION OF PROBLEMS OF AMPELOGRAPHY BY USING ASC-ANALYSIS OF IMAGES OF LEAVES IN THEIR EXTERNAL CONTOURS (GENERALIZATION, ABSTRACTION, CLASSIFICATION AND IDENTIFICATION)

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

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

Бандык Дмитрий Константинович
РИНЦ SPIN-код: 4072-8442
bandyk_dd@mail.ru
Разработчик интеллектуальных систем, Белоруссия

Bandyk Dmitry Konstantinovich
RSCI SPIN-code: 4072-8442
bandyk_dd@mail.ru
artificial intelligence developer, Belarus

Трошин Леонид Петрович
д. б. н., профессор
РИНЦ SPIN-код: 3386-2768
lptroshin@mail.ru
Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия

Troshin Leonid Petrovich
Dr.Sci.Biol., professor
RSCI SPIN-code: 3386-2768
lptroshin@mail.ru
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье рассматривается применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для решения ряда задач ампелографии: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации; 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных сортов; 4) сравнение образа конкретного листа с обобщенным образом листа разных сортов и определение количественной степени сходства – различия между ними, т.е. идентификация сорта по листу; 5) количественное определение сходства-различия сортов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных сортов. Предлагается новый подход к оцифровке изображений листьев, 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) отно-

The article discusses the use of automatic systemic-cognitive analysis (ASC-analysis), its mathematical model is a system of information theory and software tools – an intellectual system called "Eidos" for the solution of some problems of ampelography: 1) digitization of scanned images of the leaves and creation of their mathematical models; 2) the formation of mathematical models of specific leaves using the spreading of information theory; 3) the formation of models of generalized images of leaves of various sorts; 4) comparing an image of a specific leaf with a generalized image of the leaf of different varieties and finding a quantitative degree of similarity and differences between them, i.e. the identification of the varieties on the leaf; 5) quantification of the similarities and differences of the varieties, i.e. cluster-constructive analysis of generalized images of the leaves of different varieties. We propose a new approach to digitizing images of leaves, based on using the polar coordinate system, the center of gravity of the image and its external contour. Before scanning images we may use transformation to standardize the position of the still images, their sizes and rotation angle. Therefore, the results of digitization and ASC-analysis of the images might be invariant (independent) relatively to their position, size and rotation. The specific shape of the contour of the leaf is regarded as noise information on the variety,

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

сительно их положения, размеров и поворота. Форма контура конкретного листа рассматривается как зашумленное информационное сообщение о сорте, включающее как информацию об истинной форме листа данного сорта (чистый сигнал), так и шум, искажающий эту истинную форму, обусловленный случайным воздействием окружающей среды. Программный инструмент АСК-анализа – интеллектуальная система «Эйдос» обеспечивает подавление шума и выделение сигнала об истинной форме листа каждого сорта на основе ряда зашумленных конкретных примеров листьев данного сорта. Таким образом создается один образ формы листа каждого сорта, независимый от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона) – прототип или архетип (в смысле Юнга) изображений

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

including information about the true shape of the leaf of the class (clean signal) and noise, which distort this true form, originating in a random environment. Software tools of ASC-analysis – intellectual "Eidos" system ensures noise reduction and the selection of the signal about the true shape of the leaf of each variety on the basis of a number of noisy concrete examples of the leaves of this variety. This creates a one way form of a leaf of each class, free from their concrete implementations, i.e., the "Eidos" of these images (in the sense of Plato) is a prototype or archetype (in the Jungian sense) of the images

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

*Раз он в море закинул невод, -
Пришел невод с одною тиной.
Он в другой раз закинул невод,
Пришел невод с травой морскою.
В третий раз закинул он невод, -
Пришел невод с одною рыбкой,
С непростой рыбкой, - золотою.
/А.С.Пушкин/*

Данная статья может рассматриваться как продолжение серии работ [1, 2, 3, 4, 5], посвященных применению автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) [12] и его программного инструментария – системы «Эйдос» [10, 11]² для интеллектуальной обработки изображений, т.е. для их оцифровки, создания моделей конкретных изображений, формирования обобщенных изображений на основе ряда конкретных, относящихся к одной категории (классу), абстрагирования, идентификации, классификации обобщенных изображений и решения ряда других задач.

² См. сайт автора АСК-анализа и системы «Эйдос»: <http://lc.kubagro.ru/>

В частности, в работе [3] описаны основы АСК-анализа изображений по их внешним контурам. В этих работах описаны возможности применения АСК-анализа для решения задачи *синтеза обобщенных изображений* на основе ряда конкретных примеров. При этом в результате обобщения выясняется *ценность* признаков изображений для их дифференциации, а также *степень характерности* тех или иных признаков для конкретных изображений. Это позволяет без ущерба для адекватности модели *удалить* из нее малоценные признаки, т.е. осуществить *абстрагирование обобщенных изображений*, что обеспечивает в последующем сокращение затрат различных видов ресурсов на сбор и обработку графической информации. Над обобщенными изображениями возможны операции классификации, объединения наиболее сходных из них в кластеры и формирования систем наиболее сильно отличающихся друг от друга кластеров, т.е. конструкторов. Можно также количественно оценивать степень сходства конкретных изображений с обобщенными, т.е. идентифицировать эти конкретные изображения.

Все это позволяет ставить и решать на практике ряд важных задач ампелографии:

- 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей;
- 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации;
- 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных сортов;
- 4) сравнение образа конкретного листа с обобщенным образом листа разных сортов и определение количественной степени сходства-различия между ними, т.е. идентификация сорта по листу;
- 5) количественное определение сходства-различия сортов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных сортов.

Предлагается новый подход к оцифровке изображений листьев ви-града, 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. Форма контура конкретного листа рассматривается как зашумленное информационное сообщение о сорте, включающее как информацию об истинной форме листа данного сорта (чистый сигнал), так и шум, искажающий эту истинную форму, обусловленный случайным воздействием окружающей среды. Программный инструмент АСК-анализа – интеллектуальная система «Эйдос» обеспечивает подавление шума и выделение сигнала об истинной форме листа каждого сорта на основе ряда зашумленных конкретных примеров листьев данного сорта. Таким образом создается один образ формы листа каждого сорта, независимый от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона [6]) - прототип или архетип (в смысле Юнга [18]) изображений.

Рассмотрим на конкретном численном примере решение сформулированных выше задач ампелографии в АСК-анализе и системе «Эйдос-Х++» версии от 24.10.2015 и выше. Отметим, что система «Эйдос» имеет программные интерфейсы с внешними источниками данных различных типов: текстовые данные в форме текстовых файлов и значений полей Excel-таблиц, табличными данными dbf, xls и xlsx форматов, графическими объектами, анализируемыми по пикселям и внешним контурам.

Для решения поставленных в статье задач используем программный интерфейс с изображениями, которые анализируются по их внешним контурам в полярной системе координат. Программная реализация данного интерфейса разработана Д.К. Бандык по алгоритму и постановке проф. Е.В. Луценко [3, 4].

Для этого скачаем систему «Эйдос» с сайта автора по ссылке: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm и установим ее в соответствии с инструкцией на сайте.

Запишем в папку `..\AID_DATA\Inp_data\` сканированные изображения листьев (рисунок 1):

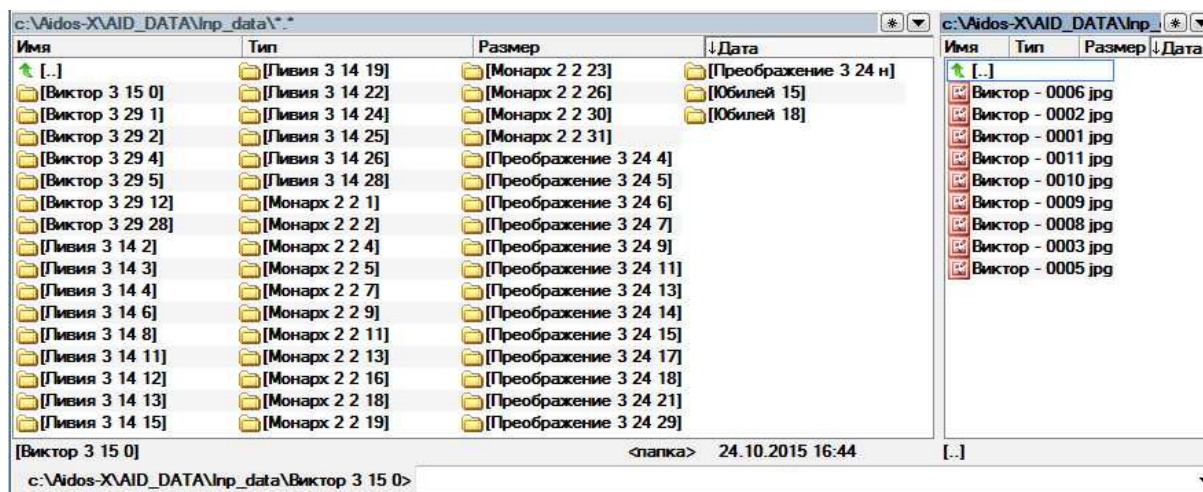


Рисунок 1. Экранная форма, поясняющая расположение и структуру исходных данных: сканированных изображений листьев различных сортов

Изображения листьев помещены в папки, имена которых содержат информацию о сорте и месторасположении куста (слева). Внутри каждой папки (справа) содержатся файлы сканированных изображений листьев с одного куста. *Имена файлов состоят из имени сорта (класса) и номера листа на кусте и внутри папки* (номер реализации). В рассматриваемом примере в обучающей выборке используются изображения 451 листа.

Затем запустим режим: 2.3.2.4. Оцифровка изображений по их внешним контурам (рисунок 2):

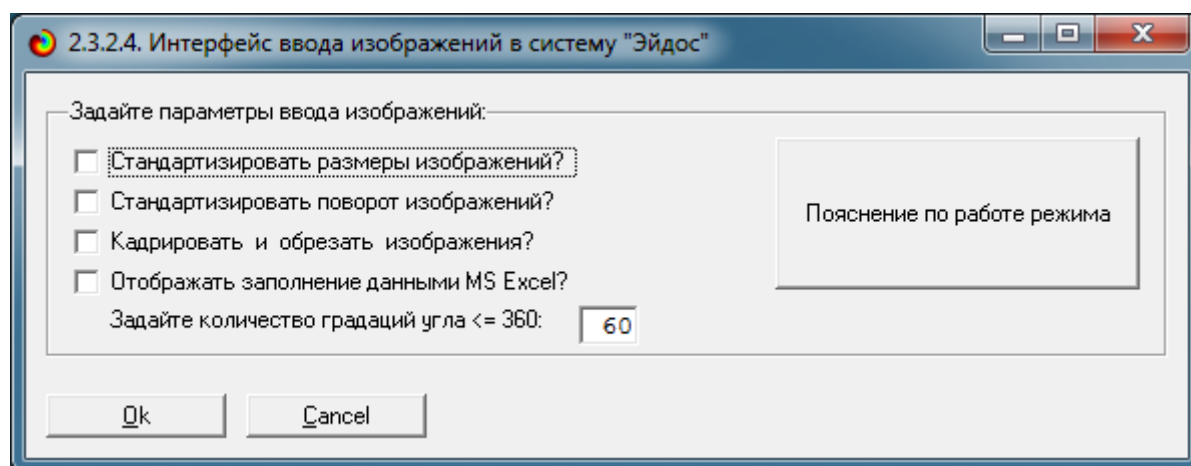


Рисунок 2. Начальная экранная форма режима 2.3.2.4. Оцифровка изображений по их внешним контурам

Вместо описания данного режима приведем на рисунке 3 Help данного режима:

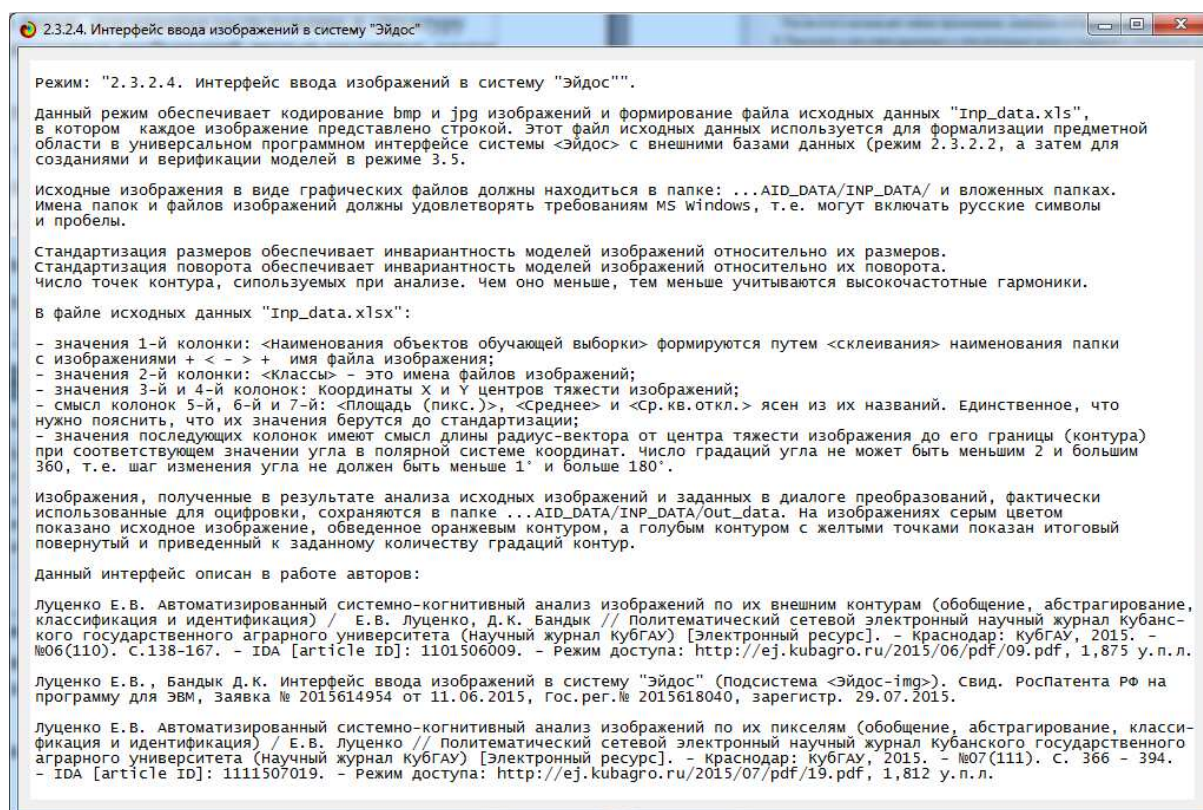


Рисунок 3. Help режима 2.3.2.4. Оцифровка изображений по их внешним контурам

В результате появляется главная экранная форма, отображающая процесс оцифровки сканов листьев, расположенных в виде файлов в указанных выше папках (рисунок 4):

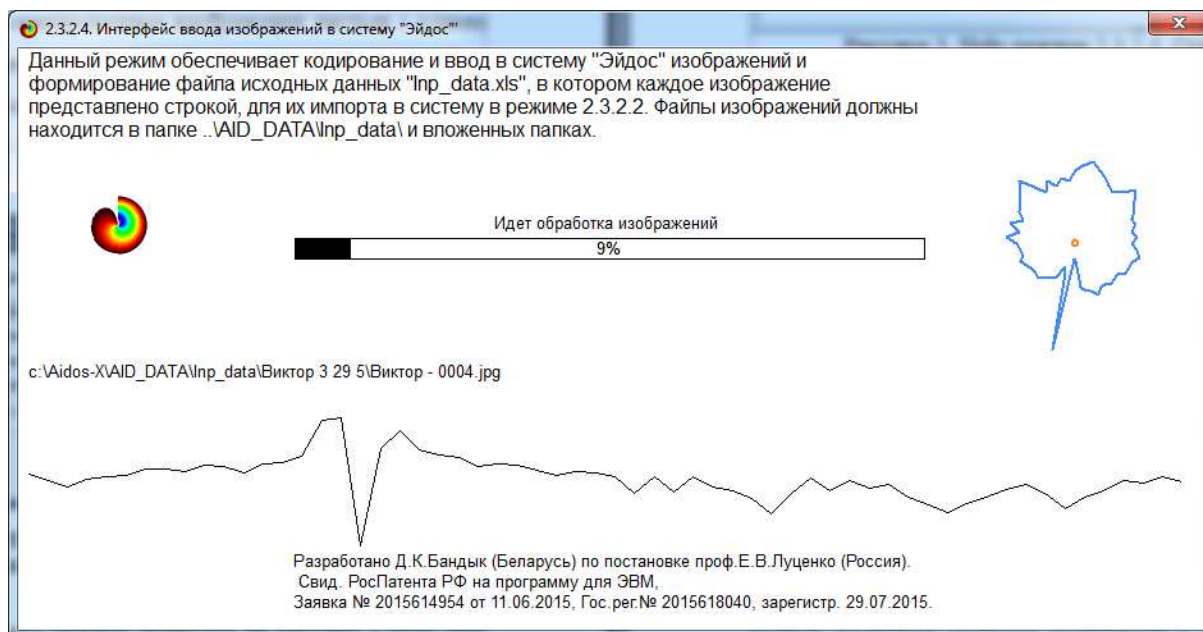


Рисунок 4. Экранная форма с отображением стадии процесса исполнения оцифровки изображений листьев по их внешним контурам

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 листа приведен ниже на рисунке 5:

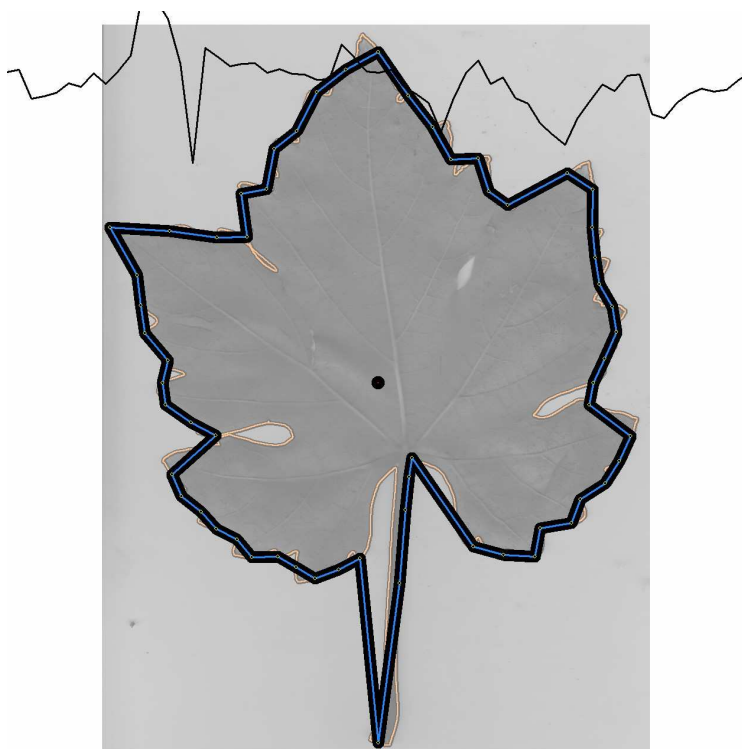


Рисунок 5. Пример контурного изображения листа:
`c:\Aidos-X\AID_DATA\Out_data\Виктор 3 15 0\Виктор - 0010.jpg`

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 (рисунк 3). 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 6:



Рисунок 6. 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 результатами оцифровки изображений (фрагмент)³

Объект обучающей выборки	Класс	X центра тяжести	Y центра тяжести	Площадь (пикс.)	Среднее	С.к.в.откл.	000°	006°	012°	018°	024°	030°	036°	042°	048°	054°
Виктор 3 15 0 Виктор - 0001.jpg	Виктор	523,2445679	521,0330811	482404	393,2113347	69,19618225	446,2554321	428,6207775	441,9306335	423,6690674	423,2148438	416,6568804	378,1242065	417,1932737	387,5145569	350,9679565
Виктор 3 15 0 Виктор - 0007.jpg	Виктор	463,6763306	534,9440308	480475	389,7767954	67,87786713	436,8736694	431,7338867	435,2532043	398,494977	357,8468018	406,0369614	371,4110903	351,8190918	294,5681458	357,1811055
Виктор 3 15 0 Виктор - 0003.jpg	Виктор	632,234375	994,9671631	408976	360,5716553	56,27049637	342,265625	361,2731628	365,8599548	335,7876892	325,0150452	388,7317505	394,6768188	391,7500918	391,8068848	364,6278942
Виктор 3 15 0 Виктор - 0005.jpg	Виктор	635,8223267	881,7377319	508511	398,4096375	71,72354126	300,6777954	494,8920898	455,7449646	439,3427429	427,1205139	430,3794861	420,8408203	405,3179932	417,7479553	405,9719543
Виктор 3 15 0 Виктор - 0006.jpg	Виктор	557,9083862	570,222229	617510	430,3176575	87,81826782	489,5922241	436,0014954	443,7912903	461,8765869	416,082428	317,8745748	471,9870761	451,2850952	432,1959839	434,9383545
Виктор 3 15 0 Виктор - 0008.jpg	Виктор	676,0410767	807,7052002	433507	370,5643616	67,46533203	397,4590454	394,6254883	388,0694885	377,481842	391,3460388	397,957733	350,8027067	401,9918213	385,7384323	359,2566163
Виктор 3 15 0 Виктор - 0009.jpg	Виктор	433,3112488	547,6583252	424596	366,338128	70,9707489	488,1889038	391,3783569	372,9037781	397,1635437	376,8017578	281,4615173	343,9929199	400,4103088	391,9457508	401,3686835
Виктор 3 15 0 Виктор - 0010.jpg	Виктор	467,7971191	606,0999146	477726	390,7294312	79,01052094	363,7029114	358,7106934	436,2776184	428,8170776	420,0413513	394,8737793	403,4440418	367,9032593	396,2745698	360,5881042
Виктор 3 15 0 Виктор - 0011.jpg	Виктор	342,2991943	424,8275577	267668	287,4330444	58,06876755	295,2086667	271,2206421	232,8447113	277,8988037	300,847229	391,4989931	283,6893005	259,4141541	249,5263672	240,894043
Виктор 3 29 1 Виктор - 0001.jpg	Виктор	593,5333862	824,6776733	525618	410,4035339	87,95566611	428,9667581	389,1666565	361,8919983	351,9895325	400,7564697	391,0320125	371,0048523	381,8355408	362,0529785	367,5921631
Виктор 3 29 1 Виктор - 0002.jpg	Виктор	463,8235168	619,7706299	524637	407,9255981	91,86073303	321,6765747	404,4400024	382,5765381	392,528656	317,5675964	368,7798157	343,5126648	364,8827515	353,2789917	333,636322
Виктор 3 29 1 Виктор - 0005.jpg	Виктор	470,7612915	590,2772827	513857	403,4757996	89,64984894	369,7394104	398,9265442	424,1225281	447,7694092	415,2810364	424,1494446	375,4673462	395,4244995	354,3777771	333,6728333
Виктор 3 29 1 Виктор - 0006.jpg	Виктор	415,2677307	486,3300078	385774	342,3086562	69,70681763	351,2321027	386,3783569	360,6523743	336,9033813	256,5359551	368,796875	360,7250966	364,5730286	346,9150391	362,2180481
Виктор 3 29 1 Виктор - 0007.jpg	Виктор	499,401947	507,2240906	448550	376,4179077	74,05376434	346,598175	403,8171082	349,7535369	369,7028188	368,6205139	359,3067932	354,6821594	300,9772339	310,7262575	
Виктор 3 29 1 Виктор - 0008.jpg	Виктор	657,2131958	790,3666992	297655	313,317749	74,28656769	366,7688347	291,8986511	302,0633687	304,3720093	328,1635742	260,4210306	249,0335388	258,7867432	245,625395	236,2069397
Виктор 3 29 1 Виктор - 0009.jpg	Виктор	619,0779419	911,0841784	604867	433,7297175	119,4046577	486,4705851	456,9454651	400,9324798	447,8617755	446,3074687	360,5657771	348,1454737	401,031911	378,4005470	341,0581051
Виктор 3 29 1 Виктор - 0010.jpg	Виктор	546,9597177	932,0869751	433513	372,4714515	84,6200774	337,5040283	334,8817139	413,7359009	382,7800598	353,1550452	369,1553545	341,7901611	345,800461	336,6503906	297,7764822
Виктор 3 29 1 Виктор - 0011.jpg	Виктор	619,9771118	809,6965553	404848	356,2867878	79,9059576	334,5230408	303,692749	380,8704834	375,0133667	368,5630798	359,4789194	339,8297139	342,6294493	333,3852234	318,4966736
Виктор 3 29 12 Виктор - 0001.jpg	Виктор	530,8446655	952,7417603	482438	394,8636876	73,13809978	372,655428	360,1401672	417,8674316	396,6394626	380,0880737	387,6153887	394,3160293	388,5555554	350,3530327	385,1485001
Виктор 3 29 12 Виктор - 0002.jpg	Виктор	450,6937865	622,203125	478724	380,6043701	60,55039978	353,3663354	415,1230469	379,7919392	329,953691	300,3388623	322,5346885	376,9244338	362,9313961	364,7395146	349,8613849
Виктор 3 29 12 Виктор - 0003.jpg	Виктор	673,7693481	783,9578857	602998	351,7986159	76,95976257	345,7208519	268,2068336	363,7673645	363,1114807	373,7745973	362,9028015	367,0466619	336,8747864	318,5016478	295,7200317
Виктор 3 29 12 Виктор - 0004.jpg	Виктор	590,1437378	773,46698	491958	396,2037354	101,5998962	384,8563622	323,2063904	333,681366	427,0144049	424,0430603	414,9781494	361,4499768	370,2247314	294,4595912	214,2837083
Виктор 3 29 12 Виктор - 0005.jpg	Виктор	640,5181774	111,0059204	572600	427,5114438	88,5049133	453,3818726	391,1360474	360,4758301	357,0110474	462,4239929	346,3535356	424,8123308	400,2244566	354,2537074	
Виктор 3 29 12 Виктор - 0007.jpg	Виктор	692,3566284	803,5775888	535907	417,565979	88,66092682	382,4373176	449,6510315	426,026825	402,5189514	304,0436707	463,611207	477,9230042	474,3843688	456,4077764	400,7846375
Виктор 3 29 12 Виктор - 0008.jpg	Виктор	456,1778259	473,4581909	361263	330,5335693	91,74143219	323,8221741	257,7976074	406,21698	393,8699951	376,0920105	385,6194765	360,7210016	348,2415981	348,2915889	311,5568909
Виктор 3 29 12 Виктор - 0009.jpg	Виктор	682,218689	894,7062988	548440	418,0230103	81,63174438	477,2814026	449,7746887	455,7486572	440,877288	427,2080383	401,4145932	341,1355288	458,3558582	447,9657288	
Виктор 3 29 12 Виктор - 0010.jpg	Виктор	392,515564	497,1970965	343759	365,904392	72,21551514	330,4845886	278,033869	346,1203613	385,4138489	358,0182495	329,204895	335,6076181	359,2993468	332,5913077	307,7671536
Виктор 3 29 12 Виктор - 0011.jpg	Виктор	518,9729614	629,788208	413389	365,897307	77,82853699	363,5270996	323,3436563	363,0102844	331,3483887	301,0100098	365,043396	340,587616	342,5230712	342,5368347	344,9295955
Виктор 3 29 12 Виктор - 0012.jpg	Виктор	560,4733276	417,478442	607936	443,6492004	103,5622635	451,5266724	472,6282959	465,7443848	440,7058716	440,288147	433,0437012	411,276947	365,0295108	421,7051088	389,1828764
Виктор 3 29 12 Виктор - 0013.jpg	Виктор	609,8459473	768,9059545	601990	440,1070881	113,4709993	471,6540577	453,6579078	395,4870557	389,7319521	409,3139654	401,9119885	423,6707165	360,667511	381,4843764	370,0170795
Виктор 3 29 12 Виктор - 0014.jpg	Виктор	379,5276489	521,5532227	365318	333,1146551	67,31273651	320,4723511	302,1658936	300,1471558	378,0817089	373,4999084	366,2297058	365,3847656	360,701212	349,4018555	351,1902161
Виктор 3 29 12 Виктор - 0015.jpg	Виктор	598,3536987	820,3204346	693449	471,4153748	69,2198871	470,6463318	531,0731812	507,2736372	494,9468006	502,7017517	458,7786865	479,4763288	451,5940997	448,0939872	487,4953003
Виктор 3 29 12 Виктор - 0016.jpg	Виктор	682,2401455	800,8383789	388006	347,2411638	64,7136971	330,5881	301,421436	360,1804195	310,5188997	431,1574007	408,6882011	373,2740004	302,7304504	366,9304504	
Виктор 3 29 12 Виктор - 0017.jpg	Виктор	606,5368042	809,8789673	420941	364,2625427	74,55214691	356,9632263	370,0369873	300,2770691	268,1703491	361,2759399	386,4461657	374,4862671	366,832448	356,598313	350,2220888
Виктор 3 29 12 Виктор - 0018.jpg	Виктор	534,171785	682,3366089	351571	335,0084923	49,4081931	316,8281555	290,8149841	376,634491	377,4717102	357,3623567	376,3293762	356,4994022	349,7758408	359,4782715	
Виктор 3 29 12 Виктор - 0019.jpg	Виктор	574,8963623	921,7571411	373549	343,3984985	46,43451691	359,6037292	331,9269104	308,369751	384,5580139	371,7593689	368,7325718	380,6636963	363,8221436	371,9310413	340,6986694
Виктор 3 29 12 Виктор - 0020.jpg	Виктор	465,2531128	617,6235352	380470	350,5062256	67,18574524	350,2471008	392,4342651	389,8349915	389,9543152	384,8918457	352,229309	348,3614197	343,1314087	354,5135803	343,9065555
Виктор 3 29 12 Виктор - 0021.jpg	Виктор	626,7283325	880,3054199	327554	320,7337036	62,90814209	337,2717785	282,3375549	246,2586517	341,5376587	344,7842407	342,8592242	328,1664124	326,7497559	303,4046631	276,0603943
Виктор 3 29 12 Виктор - 0022.jpg	Виктор	650,2415771	711,2562866	325433	320,6549683	60,96237564	300,2593079	290,8876343	231,8336487	280,032196	349,7166138	337,4750671	323,5894775	325,695343	318,6702576	377,2985868
Виктор 3 29 12 Виктор - 0023.jpg	Виктор	579,9335327	805,6219482	247520	381,2252080	51,71715927	316,5666809	309,8159485	269,5287781	335,230162	311,774535	301,5292664	294,1050451	269,0037537	260,7140442	256,3849182
Виктор 3 29 12 Виктор - 0024.jpg	Виктор	607,5668945	890,3296509	291076	302,8375854	50,09977722	328,4331665	302,5950021	313,8797913	374,2565918	357,0045471	331,3265381	328,2826485	308,420106	320,4780288	301,2437439
Виктор 3 29 12 Виктор - 0025.jpg	Виктор	677,1339722	925,9922485	232806	269,6146429	53,76326752	258,3660278	234,1521301	258,0803228	311,2080688	306,0593262	310,5987854	318,1338806	296,2201845	286,344635	296,1679382
Виктор 3 29 12 Виктор - 0026.jpg	Виктор	616,6850586	899,2592773	344183	328,2649598	59,93863678	344,315033	362,3385315	334,1732788	285,9340515	371,494812	377,727661	296,026123	297,0466777	299,2314148	288,2171631
Виктор 3 29 4 Виктор - 0001.jpg	Виктор	826,4054565	715,0643191	434511	369,7185661	55,6847018	379,9846438	379,7088939	344,6464608	279,9814401	388,749346	368,7177546	375,7704165	375,7796738	370,0651198	347,7469794
Виктор 3 29 4 Виктор - 0002.jpg	Виктор	445,554657	482,3398465	429573	389,233695	53,84020233	346,3459839	314,2011414	396,6559448	420,7594883	419,5161072					

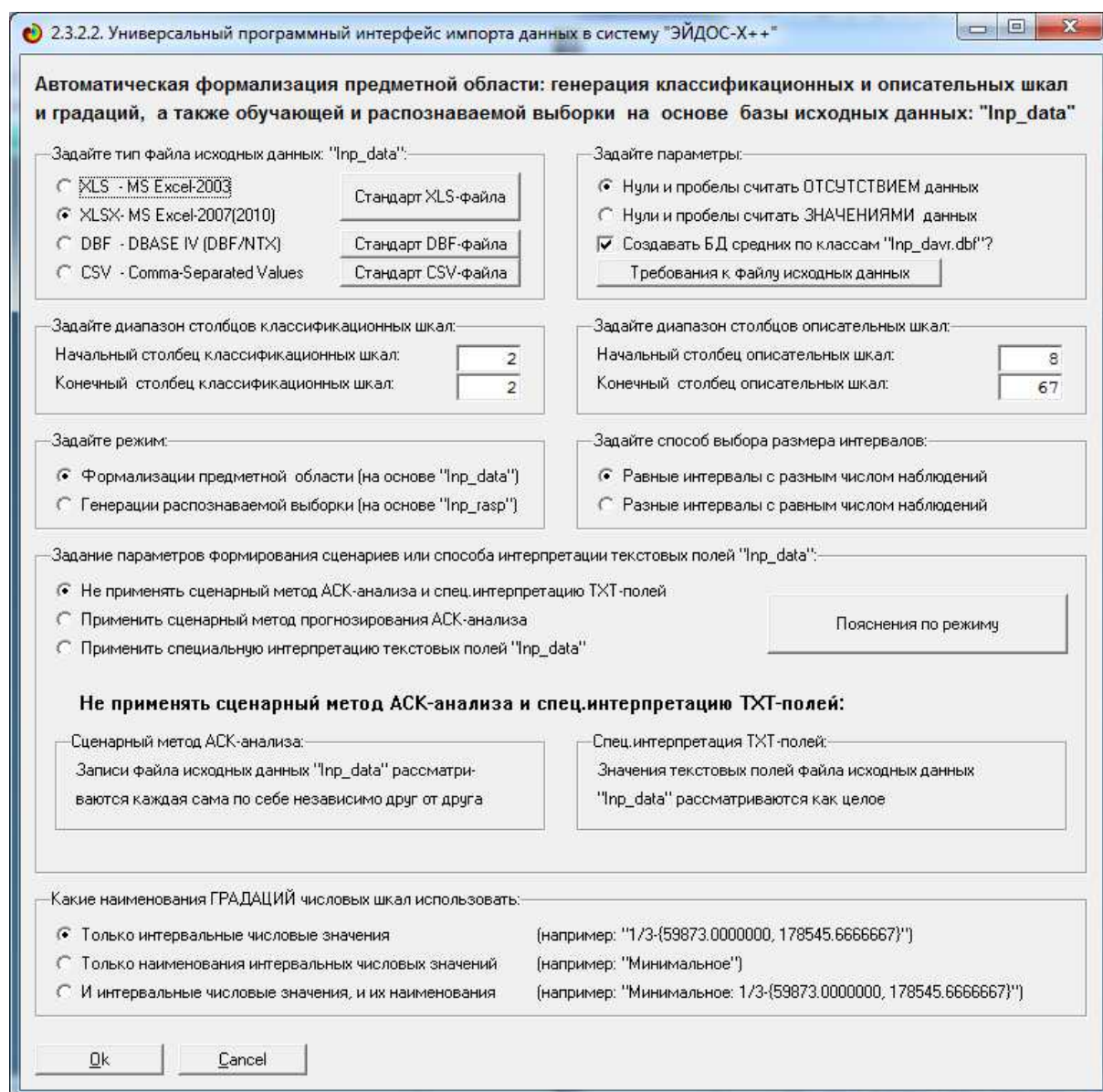


Рисунок 7. Главная экранная форма универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных (режим 2.3.2.2)

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 8):

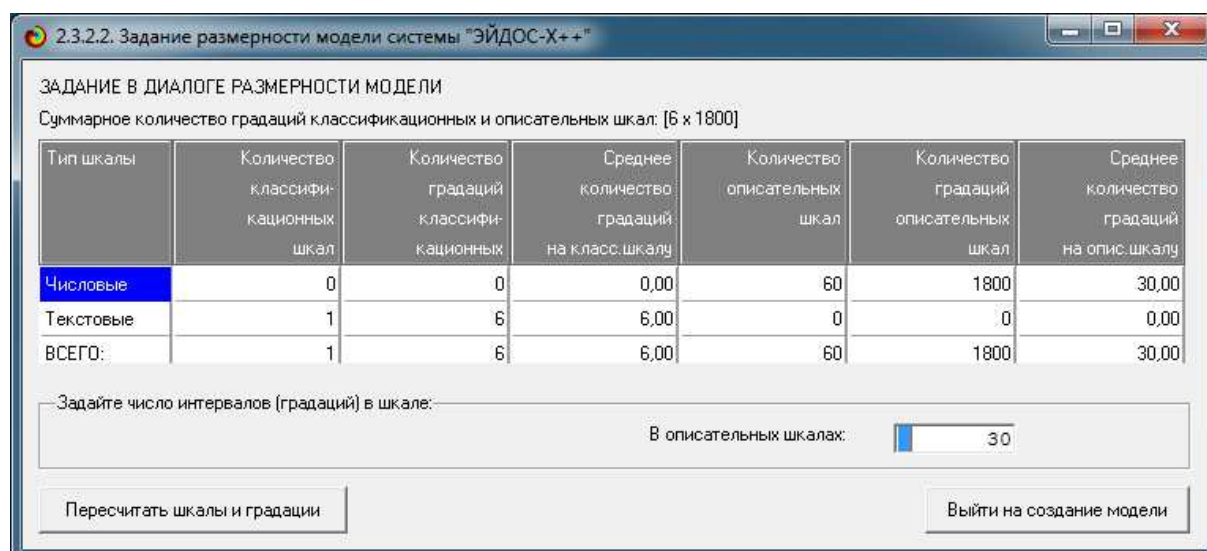


Рисунок 8. Экранная форма внутреннего калькулятора универсального программного интерфейса системы «Эйдос» с внешними базами данных

После клика по кнопке «Выйти на создание модели» начинается процесс импорта данных оцифровки изображений из файла `..\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 9):

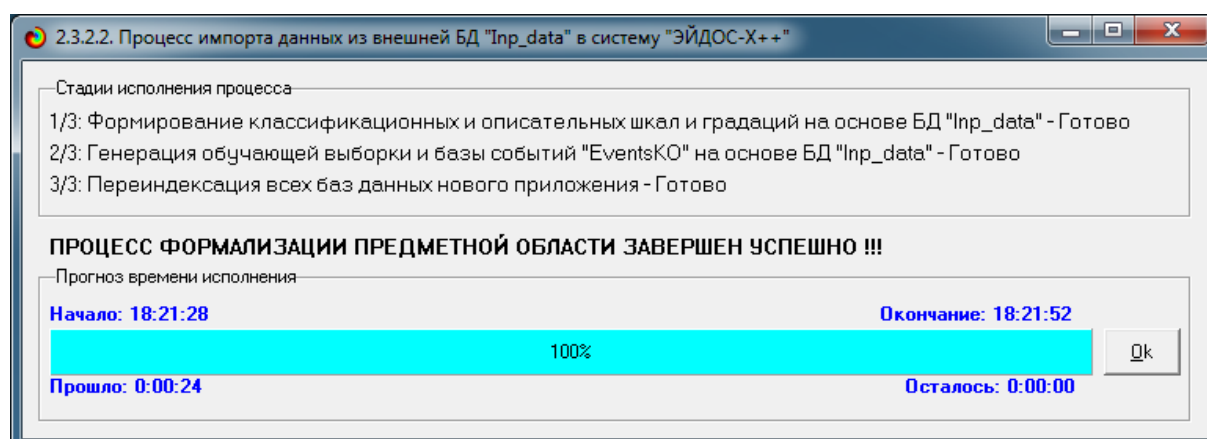


Рисунок 9. Экранная форма, отображающая этапы импорта данных из внешней базы данных в систему «Эйдос»

Сами справочники классификационных и описательных шкал и градаций, обучающая выборка и эвентологическая база данных могут быть просмотрены в режимах 2.1, 2.2, 2.3.1, 2.4 системы «Эйдос». В результате работы программного интерфейса с внешними базами данных 2.3.2 также формируется таблица ..\AID_DATA\Inp_data\inp_davg.xls с усредненными данными по классам.

Затем запускается режим 3.5, обеспечивающий синтез и верификацию (оценку достоверности) моделей (рисунок 10):

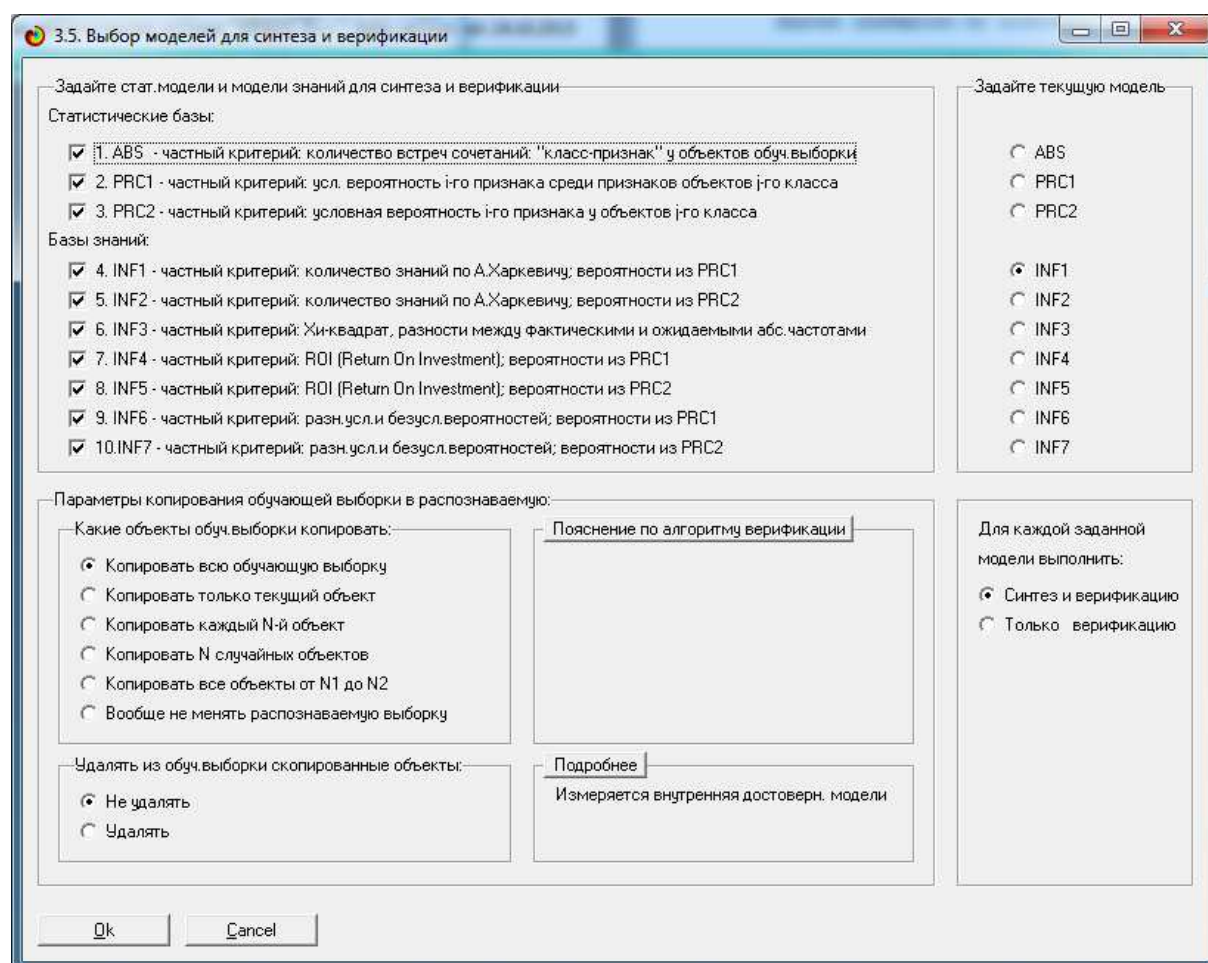


Рисунок 10. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей системы «Эйдос» (режима 3.5)

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 11 и 12) [7]:

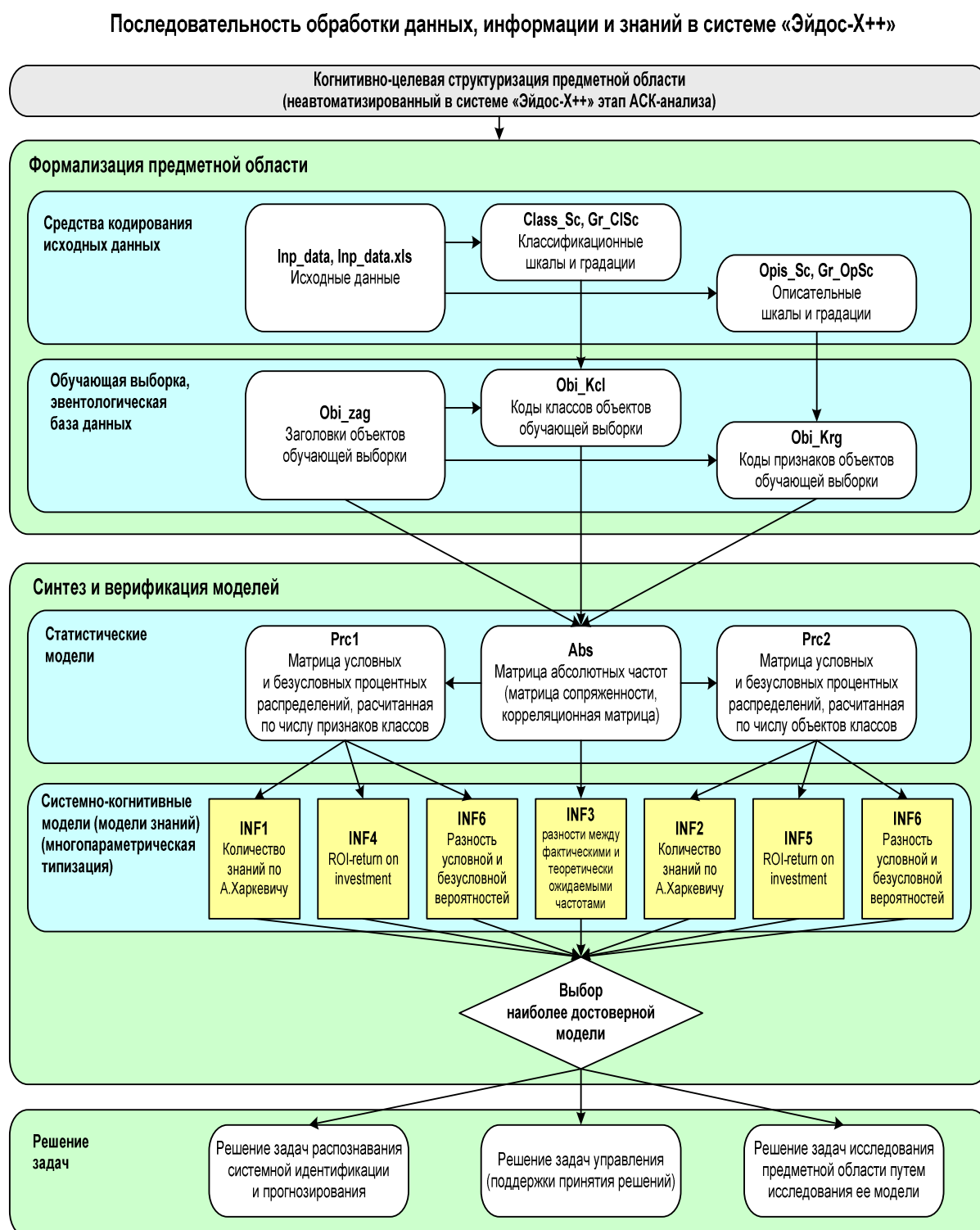


Рисунок 11. Этапы последовательного повышения степени формализации модели от данных к информации, а от нее к знаниям⁴

⁴ Подробнее об этом можно прочитать в работе [7] и других работах, посвященных АСК-анализу

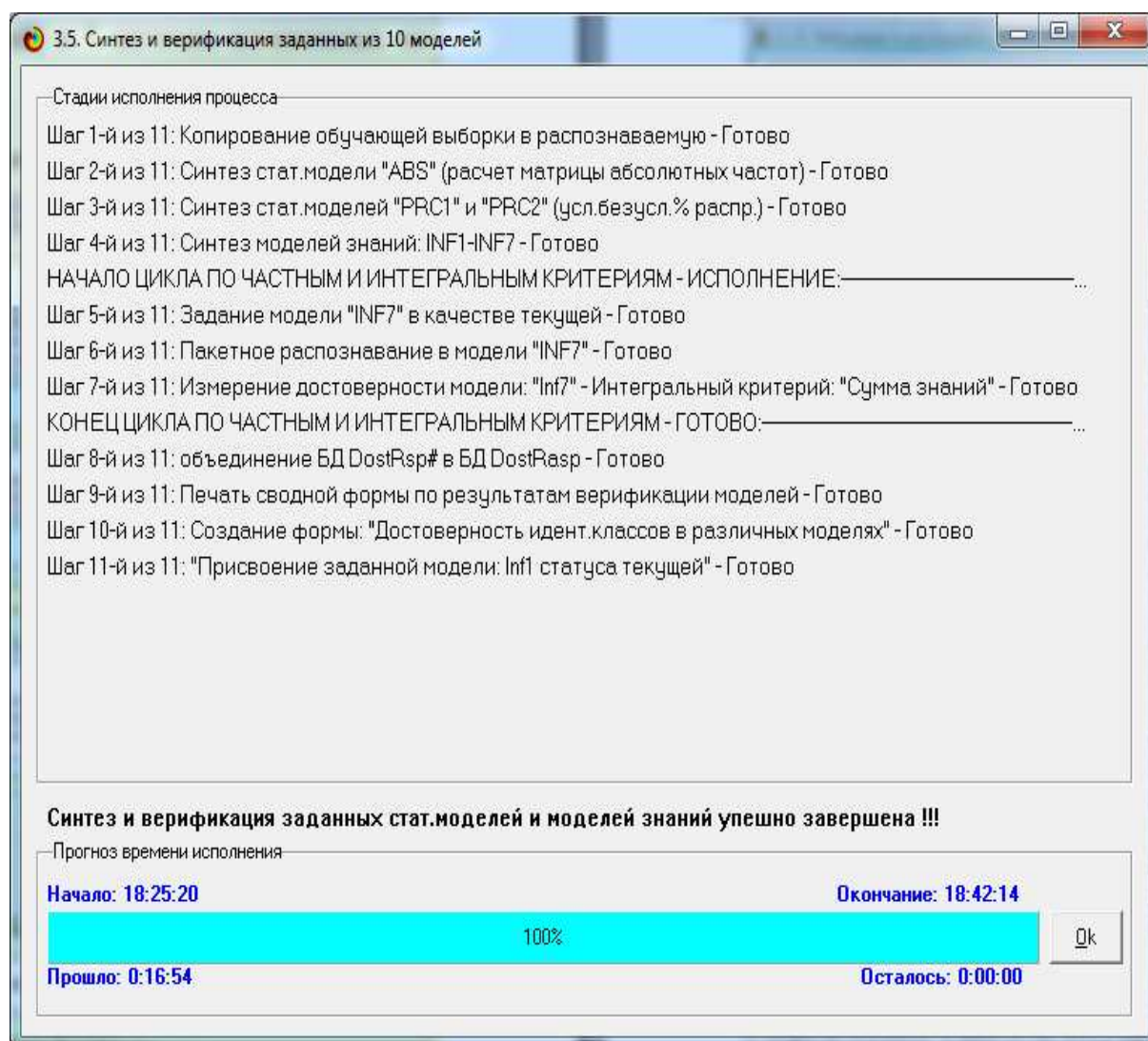


Рисунок 12. Экранная форма отображения стадии исполнения режима синтеза и верификации моделей

Из рисунка 12 видно, что процесс синтеза и верификации моделей на выборке из 451 листа занял 16 минут 54 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 13 и 14).

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

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифика...	Вероятность правильной не идентиф...	Средняя вероятн... правильн... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	98.152	4.382	51.267	24.10.2015	18:30:36
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по признак...	100.000		50.000	24.10.2015	18:30:36
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	98.152	4.377	51.264	24.10.2015	18:31:55
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...	100.000		50.000	24.10.2015	18:31:55
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	98.152	4.382	51.267	24.10.2015	18:33:14
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...	100.000		50.000	24.10.2015	18:33:14
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	66.359	90.918	78.638	24.10.2015	18:34:31
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	83.549	76.080	79.815	24.10.2015	18:34:31
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	66.359	90.918	78.638	24.10.2015	18:35:48
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	83.549	76.144	79.846	24.10.2015	18:35:48
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	88.355	64.566	76.460	24.10.2015	18:37:08
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	88.355	64.566	76.460	24.10.2015	18:37:08
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	49.538	97.155	73.346	24.10.2015	18:38:26
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	93.531	56.926	75.228	24.10.2015	18:38:26
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	49.538	97.155	73.346	24.10.2015	18:39:40
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	93.531	56.847	75.189	24.10.2015	18:39:40
9. INF6 - частный критерий: разн.усл. и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	85.582	66.584	76.083	24.10.2015	18:40:57
9. INF6 - частный критерий: разн.усл. и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	88.355	59.010	73.682	24.10.2015	18:40:58
10. INF7 - частный критерий: разн.усл. и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	85.582	66.647	76.115	24.10.2015	18:42:14
10. INF7 - частный критерий: разн.усл. и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	88.355	59.010	73.682	24.10.2015	18:42:14

Помощь

Рисунок 13. Оценка достоверности моделей 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 14. Help режима 4.1.3.6: пояснение смысла непараметрической метрики, сходной с F-критерием

Из рисунка 13 мы видим, что наиболее достоверная модель, основанная на модифицированной мере Харкевича [7], дает среднюю достоверность определения сорта по листу около 80%, причем достоверность правильного отнесения листа к сорту, к которому он относится, составляет 83%, а правильного не отнесения к сорту, к которому он не относится – около 79%.

В соответствии со схемой, приведенной на рисунке 11, и информацией по достоверности моделей, приведенной на рисунке 13, в режиме 5.6 системы «Эйдос» зададим системно-когнитивную модель INF2 в качестве текущей (рисунок 15) и проведем в ней пакетную идентификацию в режиме 4.1.2 (рисунок 16):

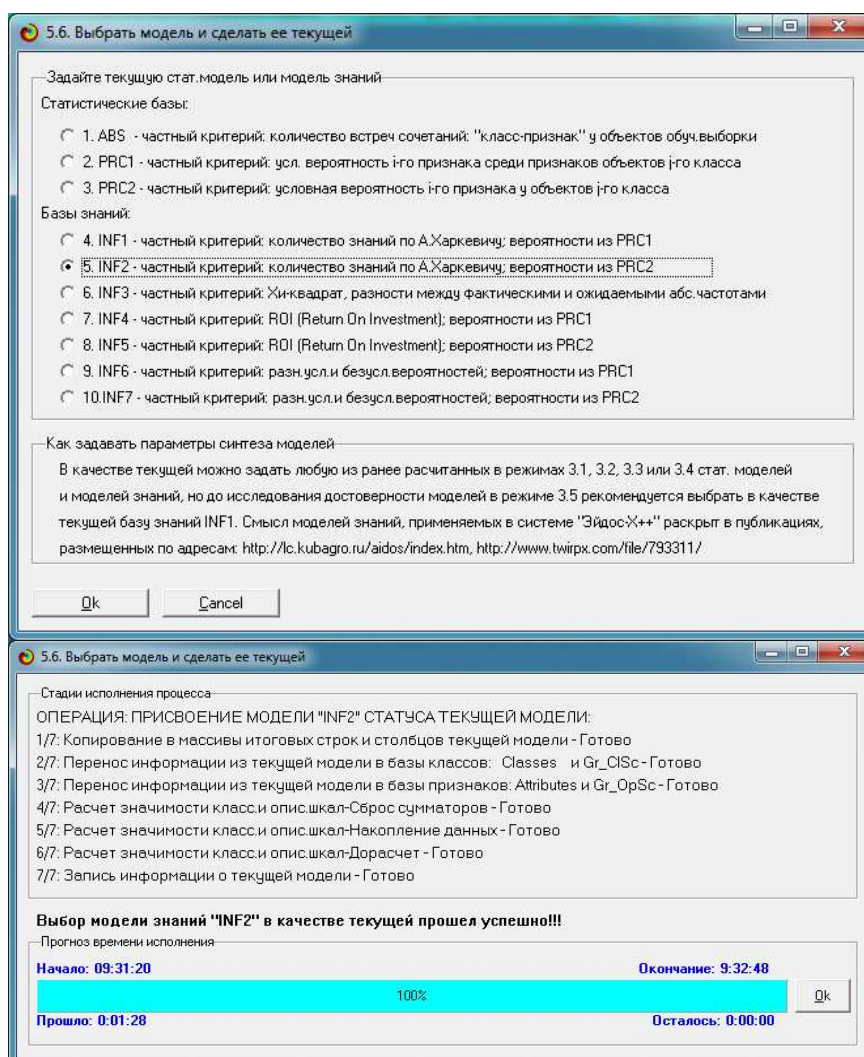


Рисунок 15. Экранная форма, позволяющая задать любую модель в качестве текущей

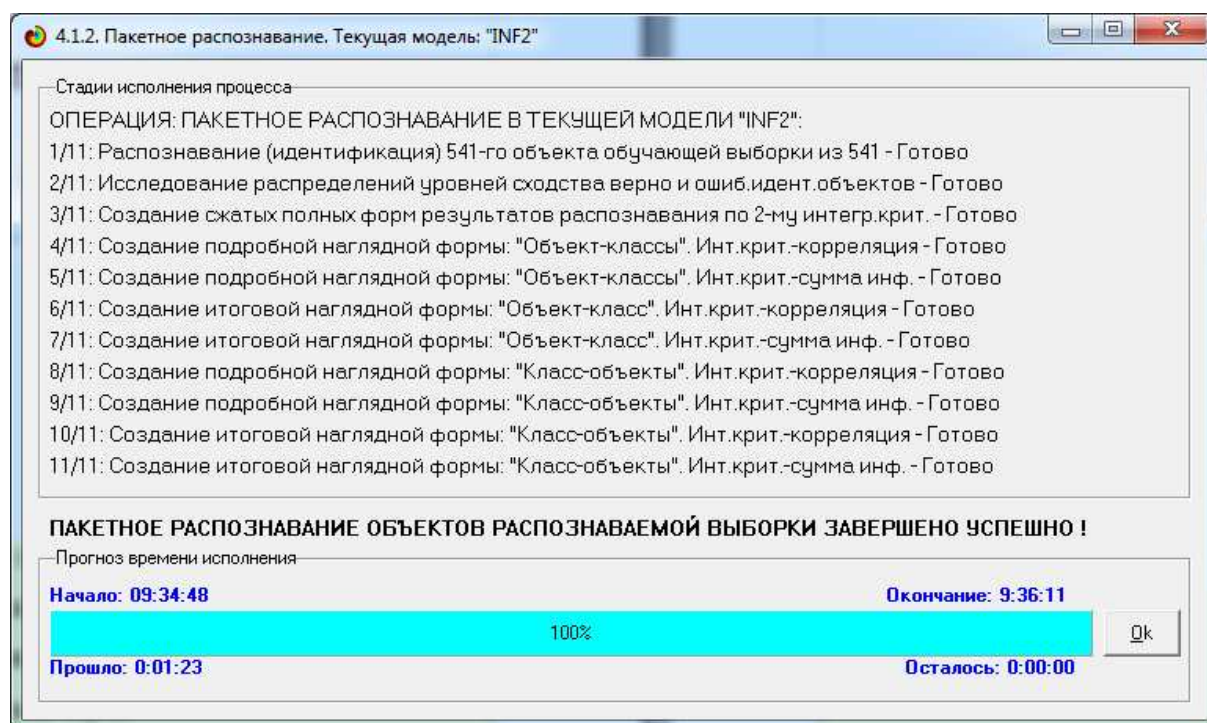


Рисунок 16. Экранная форма с отображением этапов и стадии решения задачи идентификации листьев с обобщенными образами листьев сортов

Из данной экранной формы видно, что идентификация 541 листа с обобщенными образами листьев сортов выполнена за минуту 23 секунды.

На рисунке 17 представлен пример результатов идентификации:

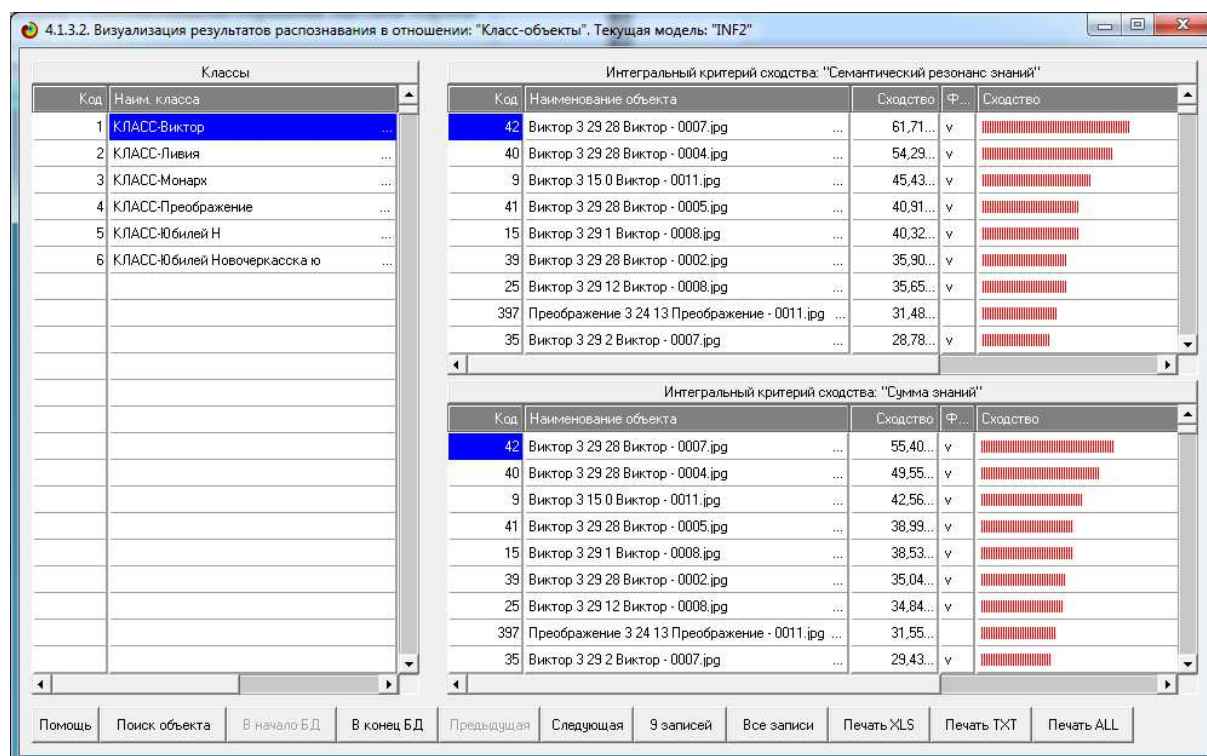


Рисунок 17. Экранная форма с результатами идентификации листьев с обобщенным образом листьев сорта «Виктор»

При идентификации возникают ошибки неидентификации и ложной идентификации, снижающие достоверность модели. По мнению авторов, основной причиной этих ошибок является наличие в обучающей выборке по каждому сорту винограда «нетипичных» для данного сорта листьев, значительно отличающихся по своей форме от основной массы листьев сорта (явление полиморфизма). По сути это связано с не очень высоким качеством обучающей выборки.

В системе «Эйдос» есть много различных средств повышения качества моделей, в частности за счет улучшения качества обучающей выборки. Для поиска и удаления из обучающей выборки данных по нетипичным листьям может быть применен режим: 3.7.6. Разделение классов на типичную и нетипичную части. Этот режим был реализован в DOS-версии системы «Эйдос» [8, 9, 10], а во время работы над статьей он был реализован в несколько усовершенствованном виде и в новой версии системы «Эйдос-Х++» [11]. На рисунке 18 приведена экранная форма этого режима:

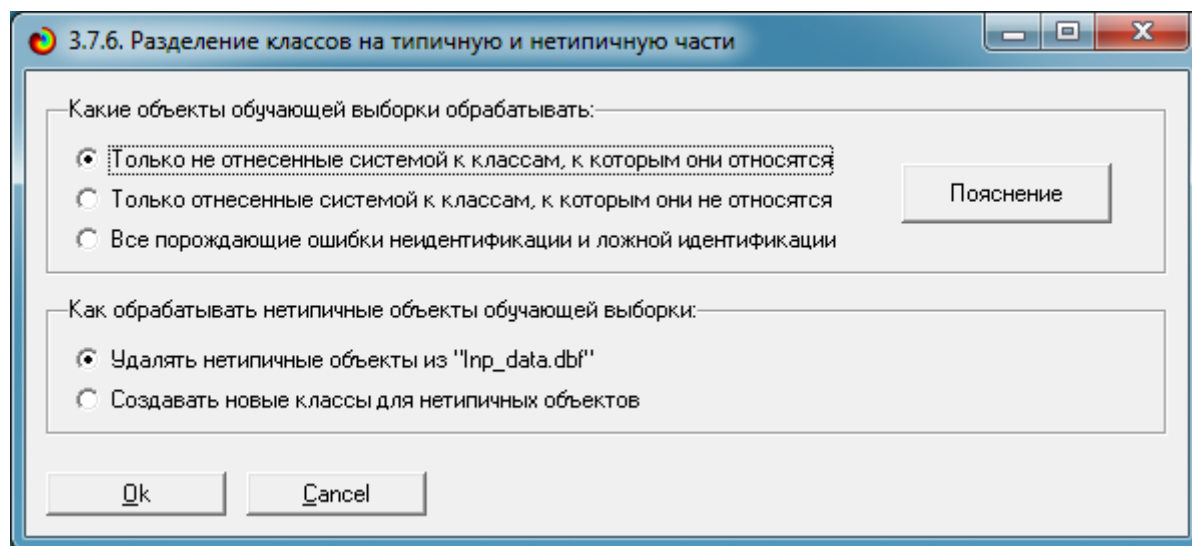


Рисунок 18. Экранная форма режима: 3.7.6. Разделение классов на типичную и нетипичную части

Вместо описания данного режима приведем его Help (рисунок 19):

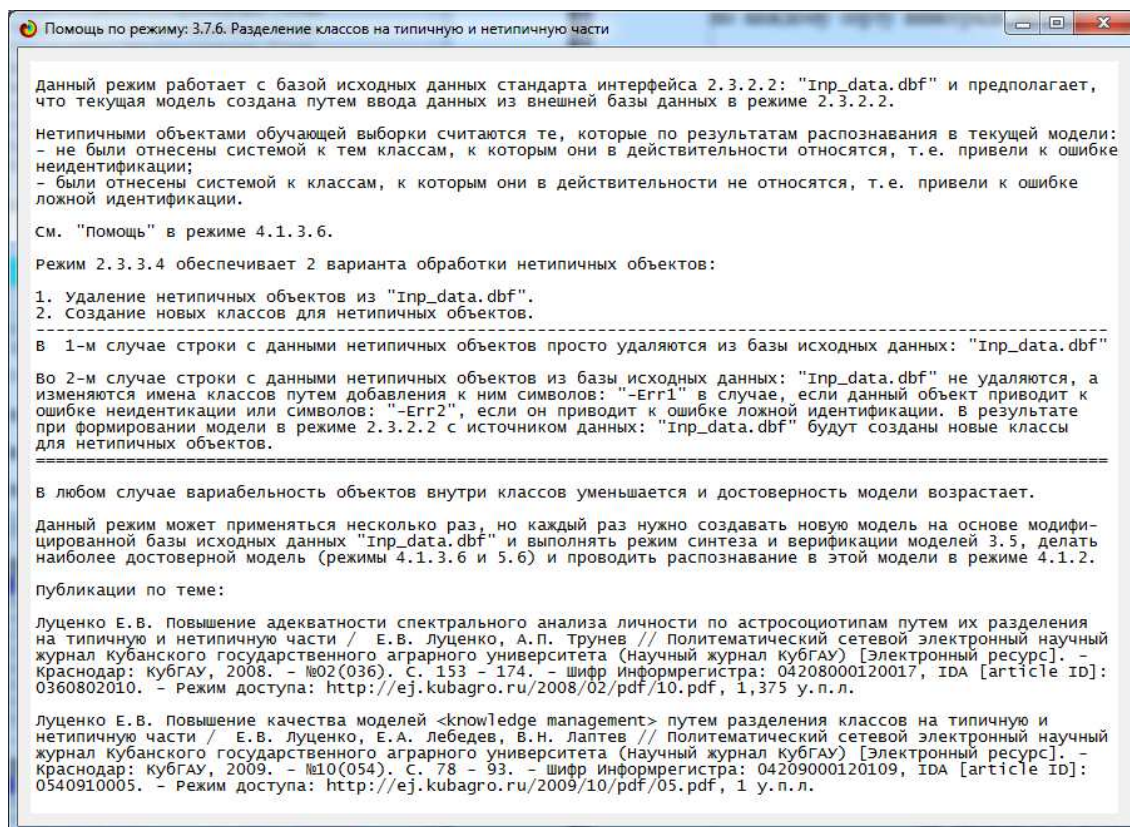


Рисунок 19. Help режима: 3.7.6. Разделение классов на типичную и нетипичную части

В результате работы данного режима при параметрах, приведенных в экранной форме на рисунке 18, из обучающей выборки было убрано 182 нетипичных изображения листьев из 541, в результате чего осталось 359 изображений (рисунок 20):

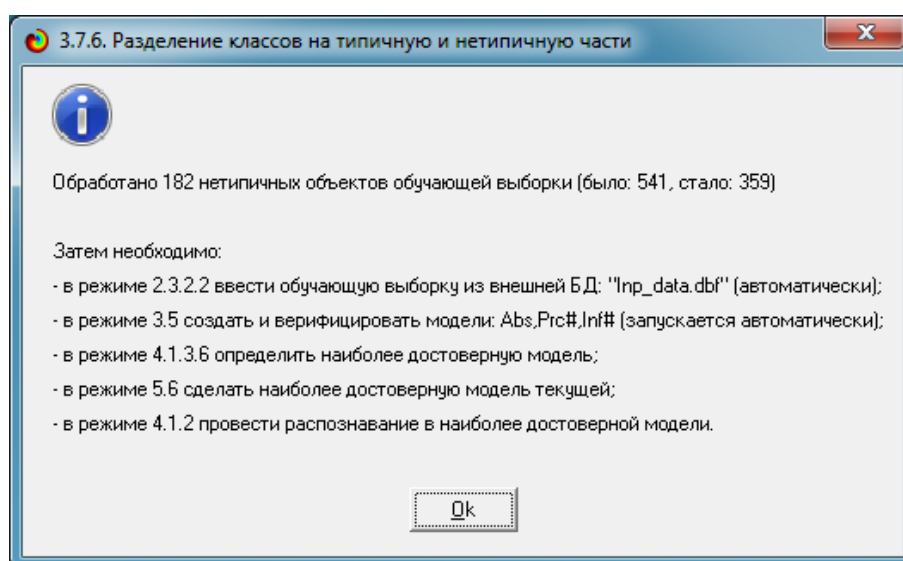


Рисунок 20. Экранная форма с результатами удаления нетипичных объектов обучающей выборки и рекомендациями по последующим действиям

Форма отчета по ним представлена в таблице 2:

Таблица 2. – Файл ..\AID_DATA\A0000001\System\Obj_err1.dbf с данными об отбракованных нетипичных объектах обучающей выборки (фрагмент)⁵

Объект обучающей выборки	Класс	X центра ячейки	Y центра ячейки	Площадь (пикс.)	Среднее	Ср.кв.откл.	000°	006°	012°	018°	024°	030°
Виктор 3 15 0 Виктор - 0003.jpg	Виктор	632.2343750	994.9671631	408976	360.5716553	56.2704964	342.2656250	361.2731628	365.8599548	335.7876892	325.0150452	388.7317505
Виктор 3 15 0 Виктор - 0009.jpg	Виктор	433.3112488	547.6583252	424596	366.3581238	70.9707489	408.1889038	391.3783569	372.9037781	397.1635437	376.8017578	281.4615173
Виктор 3 29 12 Виктор - 0007.jpg	Виктор	692.3566284	803.5777588	535907	417.5659790	88.6609268	382.6433716	449.6510315	426.0268250	402.5189514	304.0436707	463.6120300
Виктор 3 29 12 Виктор - 0009.jpg	Виктор	682.2186890	894.7062988	548440	418.0230103	81.6317444	477.2814026	449.7746887	455.7486572	440.8772888	472.2080383	407.4144592
Виктор 3 29 5 Виктор - 0001.jpg	Виктор	439.4005/37	627.2/84424	472902	390.6695251	96.4301147	370.59948/3	394.3128967	342.0954285	401.9396057	3/4.6410217	3/1.6243591
Виктор 3 29 12 Виктор - 0006.jpg	Виктор	682.5899658	914.2933350	543111	414.1596680	72.9237671	419.4100647	452.4322815	414.4742432	435.2785339	408.4764404	397.8712769
Виктор 3 29 12 Виктор - 0001.jpg	Виктор	590.8446655	952.7417603	483438	394.8630676	73.1380997	372.6554260	360.1401672	417.8674316	396.6304626	380.0880737	387.8153687
Виктор 3 29 1 Виктор - 0001.jpg	Виктор	593.5333862	824.6776733	525618	410.4035339	87.9556961	428.9667358	389.1666565	361.8919983	315.9895325	400.7564697	391.0320129
Виктор 3 29 4 Виктор - 0004.jpg	Виктор	510.7987878	585.6791362	562195	424.5055237	68.2549744	455.7113342	409.4564514	404.5953369	437.8117065	388.4398804	341.0710144
Виктор 3 29 4 Виктор - 0001.jpg	Виктор	590.1437378	773.4663800	491758	395.2037354	101.5990362	384.8556222	323.2063904	333.6813690	472.0144043	424.0430663	414.9781494
Виктор 3 29 12 Виктор - 0005.jpg	Виктор	606.4054565	715.0643311	434451	369.7185669	55.6864700	379.0945435	378.2088928	344.6846008	272.9811401	389.2933960	388.7172546
Виктор 3 29 12 Виктор - 0005.jpg	Виктор	640.5181274	911.0050924	672600	427.5144348	88.5049133	453.9818726	391.1360474	360.4758301	357.0110474	462.6230929	409.3653564
Виктор 3 15 0 Виктор - 0006.jpg	Виктор	557.9083862	570.2222290	617519	439.3176575	87.8182678	489.5922241	436.0014954	443.7912903	461.8765869	416.0842280	371.8754578
Ливия 3 14 2 Ливия - 0011.jpg	Ливия	588.4678955	850.1318359	376193	342.9874878	77.4732513	340.5323181	280.0761108	352.2573853	345.6316833	339.0514221	337.3413696
Ливия 3 14 2 Ливия - 0003.jpg	Ливия	646.5928955	798.5562744	399128	354.7731018	61.2287903	334.4071045	327.7221680	338.3220825	351.7056274	332.5718408	220.7141724
Ливия 3 14 13 Ливия - 0010.jpg	Ливия	731.5736694	875.5150146	402083	346.6164246	117.5110931	350.4263306	300.5798645	336.3936157	329.6012878	305.4446106	281.9894714
Ливия 3 14 26 Ливия - 0008.jpg	Ливия	635.4124756	744.2846009	632323	445.0369263	90.0214691	424.0681348	444.5480892	399.7576735	432.2878418	414.0230103	378.9699292
Ливия 3 14 24 Ливия - 0010.jpg	Ливия	688.5028076	795.4870605	635140	444.1369934	100.4497528	446.4971924	414.2886353	362.9366667	461.8598328	438.6839905	447.5889587
Ливия 3 14 2 Ливия - 0006.jpg	Ливия	539.6004028	809.5175781	548203	418.2235413	89.3197021	467.3995972	451.4038391	461.4913025	453.2215576	452.2387085	432.0480957
Ливия 3 14 2 Ливия - 0004.jpg	Ливия	659.9776001	910.4608765	364534	339.2134705	58.1683655	338.5226271	313.7667236	282.2658081	357.0635376	360.3834534	338.1018677
Ливия 3 14 28 Ливия - 0008.jpg	Ливия	680.9220581	860.1915894	419730	364.7630615	66.9346542	326.0780945	311.3115540	337.0985718	363.5242004	332.5710449	325.9411011
Ливия 3 14 3 Ливия - 0001.jpg	Ливия	628.6774902	931.5313721	581527	432.1412048	45.8214493	457.3225098	416.6489866	399.6363631	476.2302246	458.2040710	460.6247864
Ливия 3 14 13 Ливия - 0012.jpg	Ливия	641.9380493	900.2908325	399664	355.0022583	109.8383789	373.0620117	338.4510193	312.9315491	289.7966919	310.5842896	309.7532654
Ливия 3 14 24 Ливия - 0004.jpg	Ливия	652.2570190	801.8444214	587822	436.3882446	55.1925087	446.2430115	374.8464966	512.9536133	479.3747253	474.3506775	476.7738037
Ливия 3 14 6 Ливия - 0004.jpg	Ливия	699.1798706	843.7858887	405362	357.8962708	56.5409857	337.3201904	377.4683838	364.3797913	368.6761169	368.3415533	334.8488159
Ливия 3 14 13 Ливия - 0005.jpg	Ливия	740.7230225	798.3607788	468796	384.4393616	82.7429199	285.2770081	354.7792358	346.8615417	325.3941956	317.4539795	341.2874451
Ливия 3 14 22 Ливия - 0009.jpg	Ливия	403.5652161	498.4202881	393286	352.4736938	64.4200668	319.4347839	364.9795227	365.4418640	359.7290955	335.0374756	362.6654063
Ливия 3 14 12 Ливия - 0011.jpg	Ливия	630.5346680	986.4804077	428763	368.0562744	73.8487167	344.4653320	396.1471558	368.0524902	341.3471985	328.9994812	423.3782349
Ливия 3 14 13 Ливия - 0006.jpg	Ливия	852.1280518	878.4064331	380938	347.9713440	85.7933273	341.8719482	332.7278137	358.2243652	352.8244629	350.4195251	340.2308044
Ливия 3 14 8 Ливия - 0006.jpg	Ливия	710.3263550	955.1741333	554107	420.4598032	98.3642087	460.6737671	426.5356140	434.1733093	393.5066223	392.2150879	372.6065063
Ливия 3 14 12 Ливия - 0005.jpg	Ливия	601.6535645	829.1284180	356204	334.4033508	63.6359329	278.3466797	302.5299863	280.4874573	272.4053345	332.8419189	333.5841675
Ливия 3 14 2 Ливия - 0004.jpg	Ливия	617.1011963	878.0562744	612314	441.9290466	78.0300903	489.3988037	475.0315857	468.7456055	437.3977661	435.0113831	436.4918823
Ливия 3 14 2 Ливия - 0003.jpg	Ливия	552.1851196	900.9342041	367637	341.2089539	56.5400124	370.3148804	375.9029236	365.3216553	368.4175270	337.1562805	360.3228149
Ливия 3 14 2 Ливия - 0004.jpg	Ливия	590.2944336	866.9064862	611909	439.8304470	71.3557802	450.2056664	458.7241211	483.8647766	466.6430664	448.5153503	415.0830078
Ливия 3 14 19 Ливия - 0007.jpg	Ливия	608.1448975	677.4429321	391854	355.4707336	39.3073654	328.8551025	344.7459106	325.0594177	299.0395203	310.9939270	352.0408020
Ливия 3 14 24 Ливия - 0006.jpg	Ливия	631.7971802	802.1581421	571258	427.8421631	39.2474098	425.2029724	434.1299438	401.5531921	421.5238342	412.4025879	383.8673096
Ливия 3 14 12 Ливия - 0008.jpg	Ливия	649.1456909	907.5372314	507589	392.6647034	119.5736160	411.3545532	431.7545471	488.6114502	442.5801086	422.4390259	379.7775879
Ливия 3 14 25 Ливия - 0010.jpg	Ливия	574.5016479	752.2157593	460743	380.3167114	72.3954773	343.4984741	301.6773987	279.2555847	340.8302002	401.8868713	374.4834595
Ливия 3 14 8 Ливия - 0012.jpg	Ливия	660.5902710	759.7036133	397973	360.7178345	79.0127182	346.9089511	334.7793468	339.8652039	346.9192200	341.6008911	321.5080872
Ливия 3 14 12 Ливия - 0003.jpg	Ливия	618.9467163	935.1586914	425037	370.2951965	61.2575989	353.0534363	320.3457947	393.1656494	387.5480347	376.6778564	368.4789124
Ливия 3 14 26 Ливия - 0007.jpg	Ливия	689.6464844	799.9576247	585098	429.3242798	86.3712006	390.8535156	444.3506470	437.4326477	445.7661133	412.6271957	398.9843445
Ливия 3 14 3 Ливия - 0008.jpg	Ливия	623.9910889	840.3041992	588683	429.6989136	39.8824463	423.5094910	414.8167419	396.2344666	405.9339905	477.9607544	442.9764099
Ливия 3 14 8 Ливия - 0011.jpg	Ливия	641.5900879	859.7075230	411485	351.3903503	77.3149109	348.9097331	345.8129272	424.1870422	422.1611633	403.5811267	371.2138062
Ливия 3 14 13 Ливия - 0009.jpg	Ливия	639.2413940	855.4046631	546098	418.8753357	104.6973343	450.2594021	468.3390198	428.1249136	395.0911985	276.2464905	346.8261152
Ливия 3 14 22 Ливия - 0008.jpg	Ливия	590.1848755	865.5315552	540507	382.8822449	90.0581131	428.8151245	446.2935181	453.2687988	447.2879028	437.3285989	438.2309570
Ливия 3 14 26 Ливия - 0005.jpg	Ливия	719.3442414	864.5841675	608496	443.8821106	51.7429428	461.8555786	423.4911804	407.5990295	449.3313293	429.6060470	427.7249151
Ливия 3 14 6 Ливия - 0005.jpg	Ливия	636.4463501	826.3773193	399916	358.0177307	34.9434052	353.0541992	371.8370361	322.6136475	327.8226318	313.8923645	365.7049561
Ливия 3 14 2 Ливия - 0008.jpg	Ливия	605.2973633	853.3761597	412313	361.8750305	55.8041077	415.7026672	377.2890930	351.3952332	345.3981323	404.2420044	390.0210266

После выполнения рекомендуемых режимов (параметры их работы задаются программно, т.е. для пользователя «по умолчанию»), достоверность моделей возросла за счет уменьшения вариативности формы листьев внутри классов, соответствующих объектам обучающей выборки (рисунок 21). Из этого рисунка мы видим, что достоверность моделей, созданных на основе улучшенных обучающих объектов, повышается по сравнению с исходной (рисунок 13) примерно на 4-5% за *итерацией*. Отметим, что режим 3.7.6 сделан таким образом, чтобы можно было *удобно применять его итерационно*, т.е. просто запускать его последовательно несколько раз подряд. При этом сначала повышается качество обучающей выборки путем удаления из нее нетипичных объектов, затем на основе улучшенной обучающей выборки создается новое приложение, а потом это новое приложение готовится для следующего применения режима 3.7.6 (см. рисунок 20).

⁵ Это изображение сделано с разрешением 600 dpi и четко просматривается при масштабе 500%/

4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит.. Текущая модель: "INF2"						
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифика...	Вероятность правильной не идентиф...	Средняя вероятн... правильн... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс.частот с обр...	98.607	11.347	54.977	25.10.2015	10:18:26
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс.частот по признак...	100.000		50.000	25.10.2015	10:18:26
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	98.607	11.122	54.865	25.10.2015	10:19:17
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000		50.000	25.10.2015	10:19:17
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	98.607	11.347	54.977	25.10.2015	10:20:05
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000		50.000	25.10.2015	10:20:05
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	89.136	77.272	83.204	25.10.2015	10:20:52
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	92.479	67.841	80.160	25.10.2015	10:20:52
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	89.136	77.272	83.204	25.10.2015	10:21:41
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	92.479	67.841	80.160	25.10.2015	10:21:41
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	96.379	63.072	79.725	25.10.2015	10:22:29
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	96.379	63.072	79.725	25.10.2015	10:22:29
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	86.072	82.777	84.425	25.10.2015	10:23:17
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	99.443	51.485	75.464	25.10.2015	10:23:17
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	86.072	82.777	84.425	25.10.2015	10:24:06
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	99.443	51.485	75.464	25.10.2015	10:24:06
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	94.708	62.113	78.410	25.10.2015	10:24:55
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	96.379	54.455	75.417	25.10.2015	10:24:55
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	94.708	62.113	78.410	25.10.2015	10:25:43
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	96.379	54.455	75.417	25.10.2015	10:25:43

4.1.3.6. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит.. Текущая модель: "INF4"						
Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Вероятность правильной идентифика...	Вероятность правильной не идентиф...	Средняя вероятн... правильн... результата	Дата получения результата	Время получения результ...
ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс.частот с обр...	98.706	16.636	57.671	25.10.2015	10:53:25
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс.частот по признак...	100.000		50.000	25.10.2015	10:53:25
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	99.029	16.621	57.825	25.10.2015	10:54:08
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000		50.000	25.10.2015	10:54:08
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн.частот с о...	98.706	16.636	57.671	25.10.2015	10:54:50
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн.частот по приз...	100.000		50.000	25.10.2015	10:54:50
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	93.204	76.086	84.645	25.10.2015	10:55:32
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	97.087	66.757	81.922	25.10.2015	10:55:32
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	93.204	76.086	84.645	25.10.2015	10:56:16
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	97.087	66.757	81.922	25.10.2015	10:56:16
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	99.676	64.870	82.273	25.10.2015	10:56:58
6. INF3 - частный критерий: Хинквадрат, разности между фактич...	Сумма знаний	99.676	64.870	82.273	25.10.2015	10:56:58
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	95.793	80.886	88.339	25.10.2015	10:57:40
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	51.355	75.677	25.10.2015	10:57:40
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	95.793	80.886	88.339	25.10.2015	10:58:22
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	100.000	51.301	75.650	25.10.2015	10:58:22
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	98.382	63.615	80.998	25.10.2015	10:59:04
9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вер...	Сумма знаний	99.676	53.600	76.638	25.10.2015	10:59:04
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	98.382	63.615	80.998	25.10.2015	10:59:46
10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; ве...	Сумма знаний	99.676	53.600	76.638	25.10.2015	10:59:46

Рисунок 21. Оценка достоверности моделей, созданных на основе обучающей выборки с удаленными данными о нетипичных листьях на 1-й и 2-й итерациях (непараметрическая метрика, сходная с F-критерием)

Из рисунка 21 видно, что в наилучшей модели, созданной на 2-й итерации (INF4), достоверность идентификации, определения сорта винограда по форме листа (контуру) составляет 95,8%, а достоверность неидентификации, т.е. определения сортов, к которым данный лист не относится – 80,9%. Это уже результат, достаточно высокий для того, чтобы можно было говорить не только о научной новизне, но и о практической значимости предлагаемых подходов к решению некоторых сформулированных в работе важных задач ампелографии.

Отметим также, что дальнейшие итерации в данном случае проводить нецелесообразно, т.к. наиболее эффективны, т.е. наиболее сильно повышают достоверность моделей именно первые итерации, а последующие все в меньшей и меньшей степени, что вполне естественно, ведь достоверность модели асимптотически приближается к 100%. Кроме того, в результате проведенных итераций уже достигнут достаточный уровень достоверности. В исходной обучающей выборке был 541 объект (лист), в модели 1-й итерации – 359, а в модели 2-й итерации – 309.

Выберем в качестве текущей модель INF4 2-й итерации и решим в ней сформулированные в начале статьи важные задачи ампелографии:

- 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей;
- 2) формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации;
- 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных сортов;
- 4) сравнение образа конкретного листа с обобщенным образом листа разных сортов и определение количественной степени сходства-различия между ними, т.е. идентификация сорта по листу;
- 5) количественное определение сходства-различия сортов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных сортов.

Задача 1: оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей.

Решение этой задачи подробно описано в начале статьи. Оцифровка сканированных изображений осуществляется модулем 2.3.2.4, программная реализация которого разработана Д.К. Бандык по постановке и алгоритму проф. Е.В. Луценко [3, 4]. В результате работы модуля создается Excel-файл обучающей выборки (таблица 1), в строках которого содержатся следующие количественные данные об изображениях, представляющие их математическую модель (при заданных параметрах оцифровки):

Колонки с 1-й по 7:

1. Объект обучающей выборки
2. Класс
3. X центра тяжести
4. Y центра тяжести
5. Площадь (пикс.)
6. Среднее
7. Ср. кв. откл.

Колонки с 8-й по 67:

8. 000°	18. 060°	28. 120°	38. 180°	48. 240°	58. 300°
9. 006°	19. 066°	29. 126°	39. 186°	49. 246°	59. 306°
10. 012°	20. 072°	30. 132°	40. 192°	50. 252°	60. 312°
11. 018°	21. 078°	31. 138°	41. 198°	51. 258°	61. 318°
12. 024°	22. 084°	32. 144°	42. 204°	52. 264°	62. 324°
13. 030°	23. 090°	33. 150°	43. 210°	53. 270°	63. 330°
14. 036°	24. 096°	34. 156°	44. 216°	54. 276°	64. 336°
15. 042°	25. 102°	35. 162°	45. 222°	55. 282°	65. 342°
16. 048°	26. 108°	36. 168°	46. 228°	56. 288°	66. 348°
17. 054°	27. 114°	37. 174°	47. 234°	57. 294°	67. 354°

Задача 2: формирование математических моделей конкретных листьев с применением теории информации.

В результате выполнения режима 3.5. Синтез и верификация моделей, создано 3 статистических модели и 7 когнитивных моделей исследуемой предметной области. Наименования этих моделей приведены на рисунках 10 и 11, а подробнее они описаны в работе [7] и других работах, посвященных АСК-анализу⁶. В таблице 3 приведен фрагмент базы знаний модели INF1 на 2-й итерации:

⁶ Ссылки на многие из них есть на сайте: <http://lc.kubagro.ru/>

Таблица 3. - Модель INF1 на 2-й итерации (фрагмент) (миллибиты)

Код	Описательные шкалы и градации	Классы (сорта винограда)					
		Виктор	Ливия	Монарх	Преображение	Юбилей Н	Юбилей Новочеркасска ю
1	000°1/30-{233.1520386, 249.7032003}	89			336		
2	000°2/30-{249.7032003, 266.2543620}	148			212	490	
3	000°3/30-{266.2543620, 282.8055237}	148	330		-153		
4	000°4/30-{282.8055237, 299.3566854}	148	196		136		
5	000°5/30-{299.3566854, 315.9078471}	165	165	-452	47		102
6	000°6/30-{315.9078471, 332.4590088}	205	-67	-443	162		110
7	000°7/30-{332.4590088, 349.0101705}	213	-28	-404	178		
8	000°8/30-{349.0101705, 365.5613322}	161	-320	-91	167		
9	000°9/30-{365.5613322, 382.1124939}	-80		91	132		
10	000°10/30-{382.1124939, 398.6636556}	-208	-449	31	97	-49	275
11	000°11/30-{398.6636556, 415.2148173}			225	-259	18	
12	000°12/30-{415.2148173, 431.7659790}	-141	-382	136	-441	383	-22
13	000°13/30-{431.7659790, 448.3171407}	-130	-82	110	-430	30	278
14	000°14/30-{448.3171407, 464.8683024}	-80	191	-3	-380	80	39
15	000°15/30-{464.8683024, 481.4194641}	-248	117	78		383	
16	000°16/30-{481.4194641, 497.9706258}	-93	213	19			208
17	000°17/30-{497.9706258, 514.5217875}		183	113			120
18	000°18/30-{514.5217875, 531.0729492}		454				
19	000°19/30-{531.0729492, 547.6241109}			153	105		
20	000°20/30-{547.6241109, 564.1752726}		320	19			
21	000°21/30-{564.1752726, 580.7264343}						
22	000°22/30-{580.7264343, 597.2775960}			260			
23	000°23/30-{597.2775960, 613.8287577}						
24	000°24/30-{613.8287577, 630.3799194}						
25	000°25/30-{630.3799194, 646.9310811}						
26	000°26/30-{646.9310811, 663.4822428}						
27	000°27/30-{663.4822428, 680.0334045}						
28	000°28/30-{680.0334045, 696.5845662}						
29	000°29/30-{696.5845662, 713.1357279}						
30	000°30/30-{713.1357279, 729.6868896}				394		
31	006°1/30-{208.7764587, 224.0454111}		165		288		
32	006°2/30-{224.0454111, 239.3143636}	513					
33	006°3/30-{239.3143636, 254.5833160}		347		105		
34	006°4/30-{254.5833160, 269.8522684}	183			172		484
35	006°5/30-{269.8522684, 285.1212209}	330	-17	-211	-77		
36	006°6/30-{285.1212209, 300.3901733}	183	183		124		
37	006°7/30-{300.3901733, 315.6591257}	196	31		212		
38	006°8/30-{315.6591257, 330.9280782}	1	272	-252	-11		
39	006°9/30-{330.9280782, 346.1970306}	41	-124	-136	181		54
40	006°10/30-{346.1970306, 361.4659830}	-288	-347	-70	224		195
41	006°11/30-{361.4659830, 376.7349355}	-217	-275	42	30	307	85
42	006°12/30-{376.7349355, 392.0038879}	41		19	78	249	-81
43	006°13/30-{392.0038879, 407.2728403}	41	-258	95	-77		102
44	006°14/30-{407.2728403, 422.5417928}	-17		178	-318	142	
45	006°15/30-{422.5417928, 437.8107452}	-23	-82	110	-141	30	
46	006°16/30-{437.8107452, 453.0796976}		-124	153		383	54
47	006°17/30-{453.0796976, 468.3486501}	1	18	90		54	195
48	006°18/30-{468.3486501, 483.6176025}	-93	272	19			
49	006°19/30-{483.6176025, 498.8865549}	-141	224	-29		201	160
50	006°20/30-{498.8865549, 514.1555074}	-65	347	-318			236
51	006°21/30-{514.1555074, 529.4244598}		165	105	-184		
52	006°22/30-{529.4244598, 544.6934122}						
53	006°23/30-{544.6934122, 559.9623647}		-17	212			
54	006°24/30-{559.9623647, 575.2313171}						
55	006°25/30-{575.2313171, 590.5002695}						
56	006°26/30-{590.5002695, 605.7692220}			78	212		
57	006°27/30-{605.7692220, 621.0381744}						
58	006°28/30-{621.0381744, 636.3071268}						
59	006°29/30-{636.3071268, 651.5760793}				394		
60	006°30/30-{651.5760793, 666.8450317}						
61	012°1/30-{116.6740494, 137.0900251}		454				
62	012°2/30-{137.0900251, 157.5060008}						
63	012°3/30-{157.5060008, 177.9219765}						
64	012°4/30-{177.9219765, 198.3379522}						
65	012°5/30-{198.3379522, 218.7539279}						814
66	012°6/30-{218.7539279, 239.1699036}	513					
67	012°7/30-{239.1699036, 259.5858793}	224			288		
68	012°8/30-{259.5858793, 280.0018550}	272	320				
69	012°9/30-{280.0018550, 300.4178307}	107	231		124		

Всего в этой базе знаний 1800 записей, т.е. в таблице 3 приведено 3,8% ее объема.

Колонки приведенной базы знаний соответствуют классам, в данной работе это сорта винограда.

Строки приведенной базы знаний представляют собой градации описательных шкал, в данной работе это интервальные значения расстояний от центра тяжести листа до его контура в пикселях при различных углах поворота радиуса-вектора.

Значения на пересечениях строк и колонок в модели INF1 представляют собой количество информации по А.Харкевичу [7] в элементе контура о принадлежности листа с данным элементом контура к сорту винограда. Это количество информации выражено в миллибитах, т.е. тысячных долях бита с целью экономии знакомест в таблице (т.к. все значения начинаются с нуля и запятой). *Знак и модуль значения отражают степень характерности или не характерности соответствующего элемента контура данному сорту винограда.* Положительные значения говорят о том, что данный элемент контура характерен для данного сорта винограда, а отрицательные – о том, что он не характерен. Степень характерности или не характерности выражается модулем значения. Пустые значения соответствуют случаю, когда данный элемент контура листа никогда не встречался у данного сорта по данным обучающей выборки. Положительные значения получаются, если данный элемент контура встречается у данного сорта с более высокой вероятностью, чем в среднем по выборке, а отрицательные – если реже, чем в среднем по выборке. Подробнее о способах расчета статистических и когнитивных моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» можно ознакомиться в работе [7] и других работах по этой проблематике.

Модели конкретных листьев с применением теории информации представляют собой количество информации в элементах их контуров о том, что эти листья принадлежат определенным сортам. В соответствии с подходом, развиваемым в АСК-анализе и реализованным в системе «Эйдос», считается, что лист относится к тому сорту винограда, о принадлеж-

ности к которому в элементах его контура содержится больше всего информации, т.е. используется аддитивный *интегральный критерий* [7].

Задача 3: формирование моделей обобщенных образов листьев различных сортов.

Модели обобщенных образов листьев содержатся в когнитивных моделях INF1 – INF7, фрагмент одной из которых приведен в таблице 3. Такая модель представляет собой вектор, координатами которого являются *частные критерии*, в частности в моделях INF1 и INF2 – количество информации [7]. Синтез и верификация этих моделей осуществляется в режиме 3.5 и подробно описаны в данной работе выше. Наименования этих моделей приведены на рисунках 10 и 11, а подробнее они описаны в работе [7] и других работах, посвященных АСК-анализу⁷.

В системе «Эйдос» реализован режим 4.7. АСК-анализ изображений, в котором можно выполнить практически все операции по оцифровке и анализу изображений, описанные в данной статье (рисунок 22):

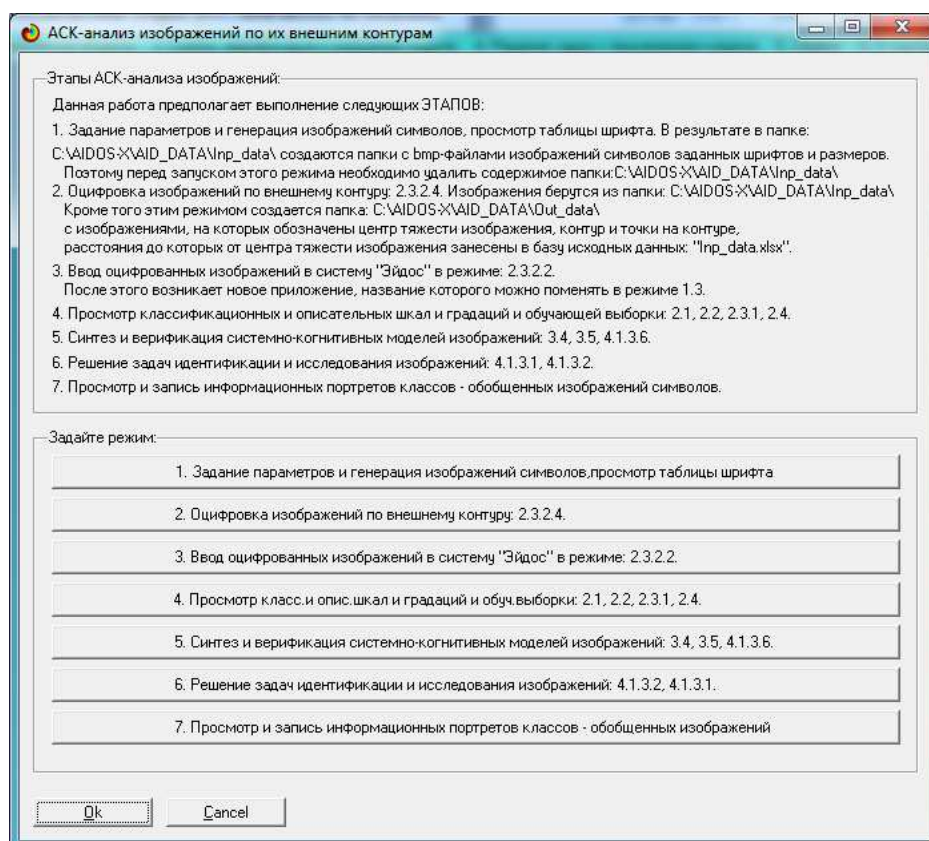


Рисунок 22. Экранная форма режима 4.7. АСК-анализ изображений

⁷ Ссылки на многие из них есть на сайте: <http://lc.kubagro.ru/>

Вместо описания возможностей данного режима приведем его Help (рисунок 23):

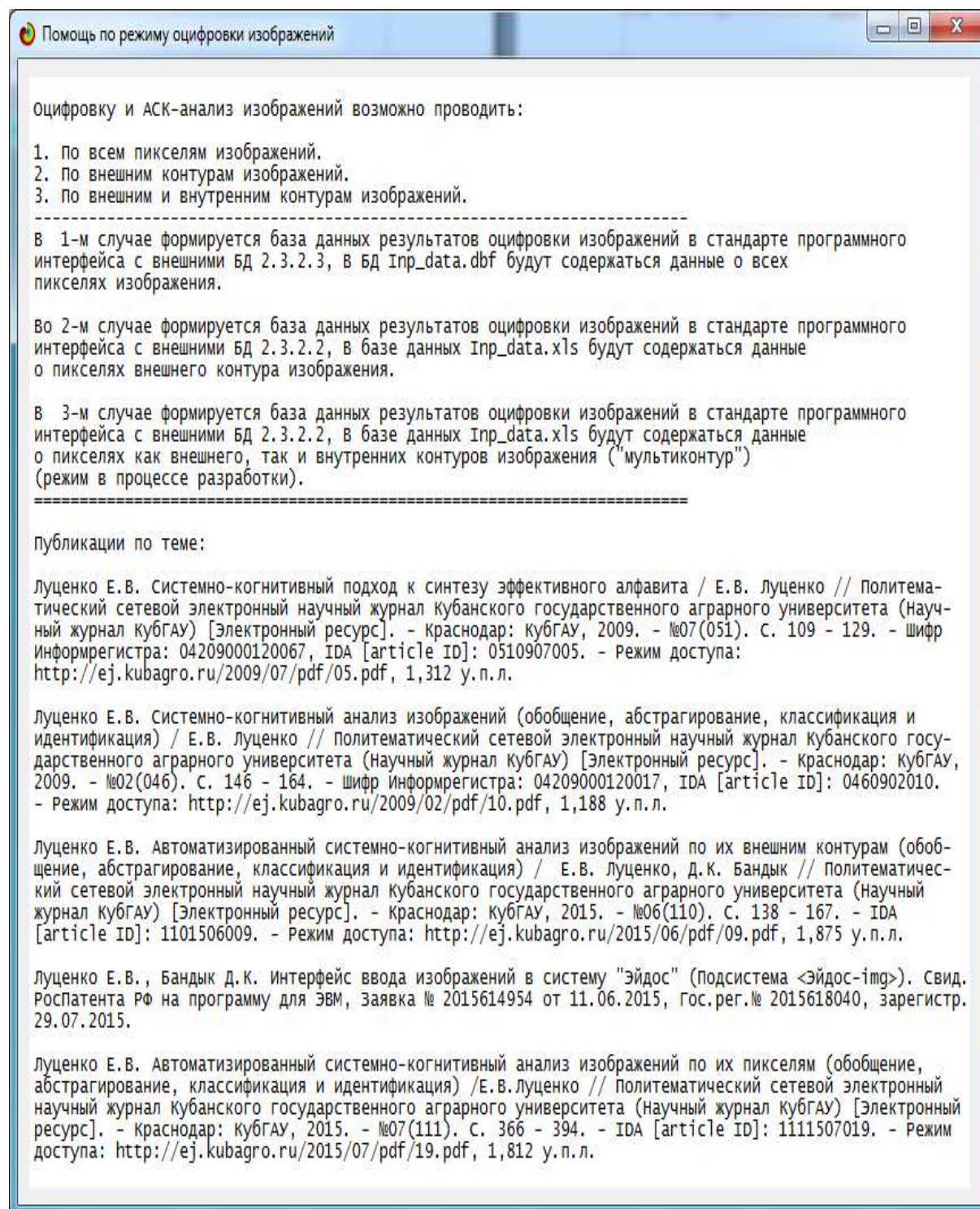


Рисунок 23. Help режима 4.7. АСК-анализ изображений

Экранная форма режима задания параметров формируемых и отображаемых информационных портретов приведена на рисунке 24:

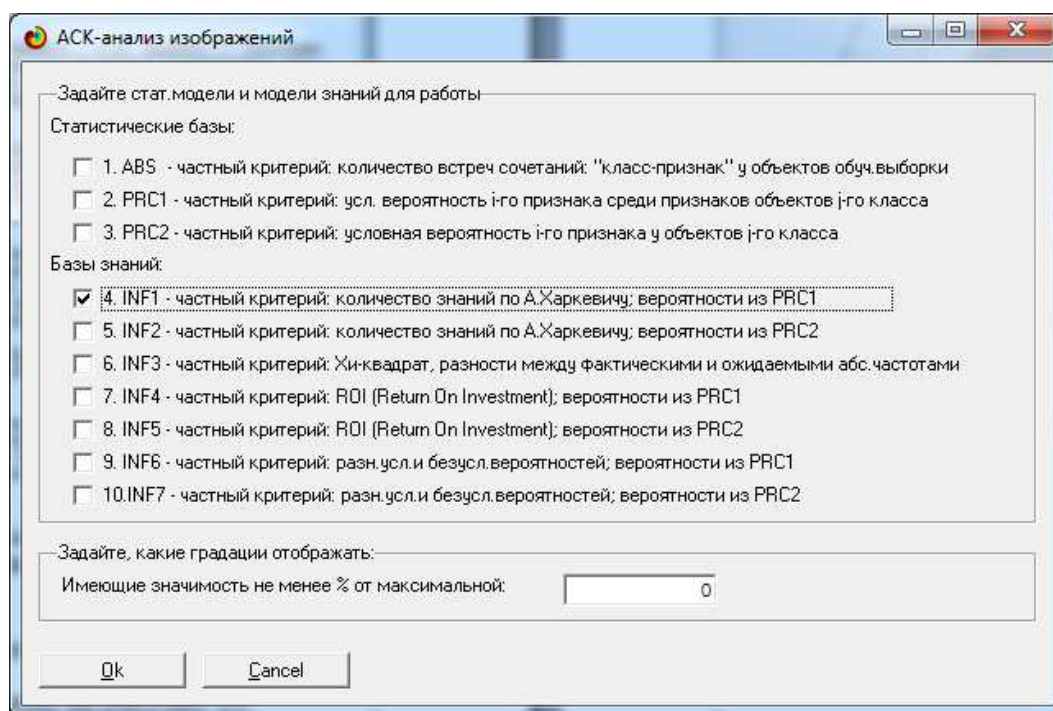


Рисунок 24. Экранная форма режима задания параметров формируемых и отображаемых информационных портретов обобщенных изображений

На рисунке 25 в наглядной графической форме приведена система описательных шкал и градаций, используемая для оцифровки оригинальных изображений листьев, а на рисунке 26 – изображений листьев, усредненных по сортам. На рисунке 25 цветом обозначена ценность градаций описательных шкал для решения задачи идентификации сорта по элементу контура листа. На верхнем рисунке выделена область наиболее значимых элементов контура, на нижнем указаны они все. Для каждого угла поворота радиус-вектора диапазон от минимального до максимального его значений для конкретных листьев обучающей выборки разделен на 30 интервальных значений – градаций (число интервальных значений задано в диалоге в режиме 2.3.2.2). Решение о количестве интервальных значений задается с учетом объема выборки таким образом, чтобы все они были достаточно широко представлены в ней (по крайней мере по 5 попаданий в каждое интервальное значение каждой шкалы) и не было вообще не представленных. Это значит, что при небольшом объеме выборки корректно выбирать небольшое количество интервальных значений и соответственно точность модели будет не очень высока, а при увеличении объема выборки есть возможность повысить точность модели. Это одно из следствий известной теоремы Котельникова об отсчетах.

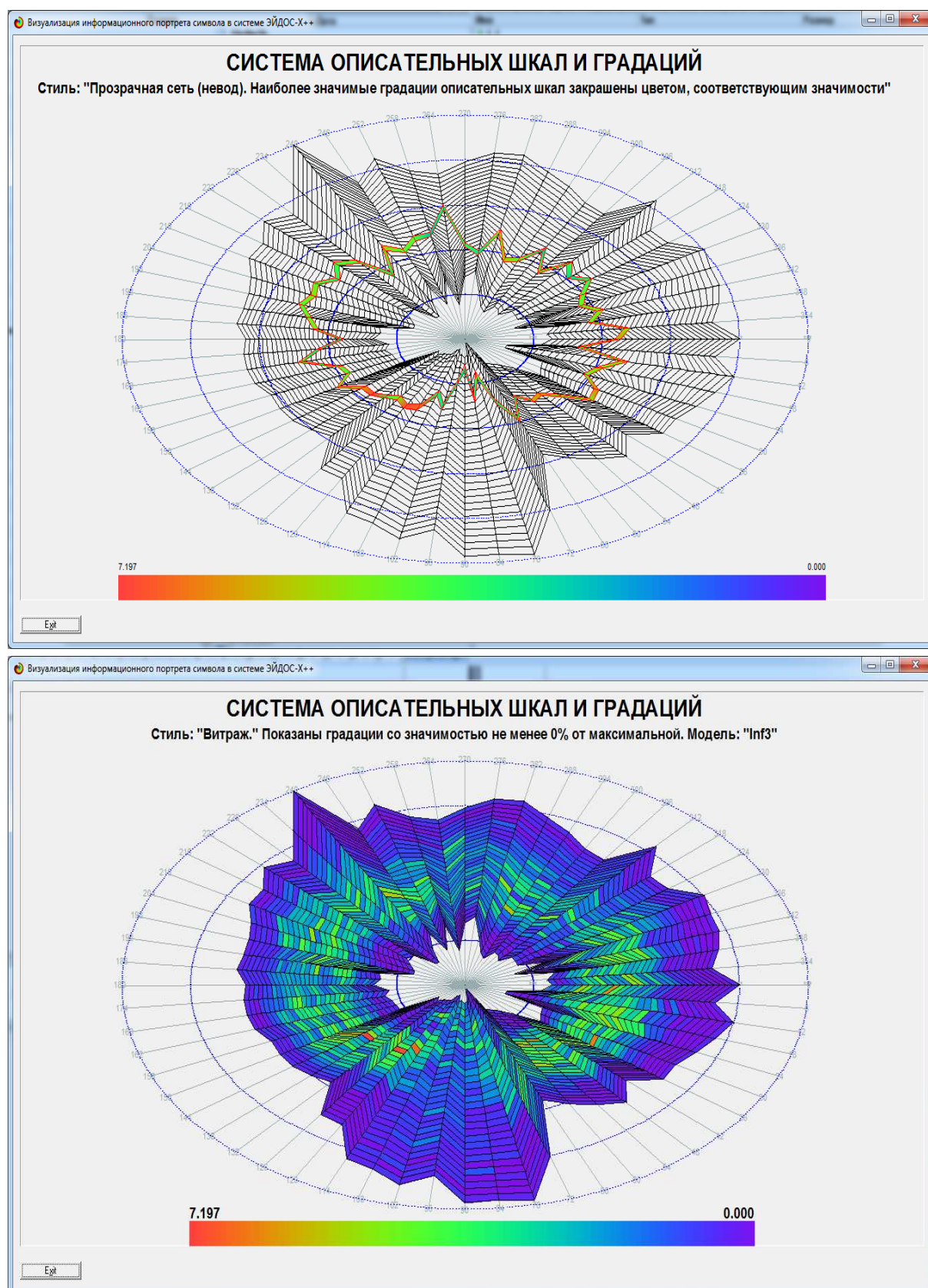


Рисунок 25. Система описательных шкал и градаций, используемая для оцифровки оригинальных изображений листьев

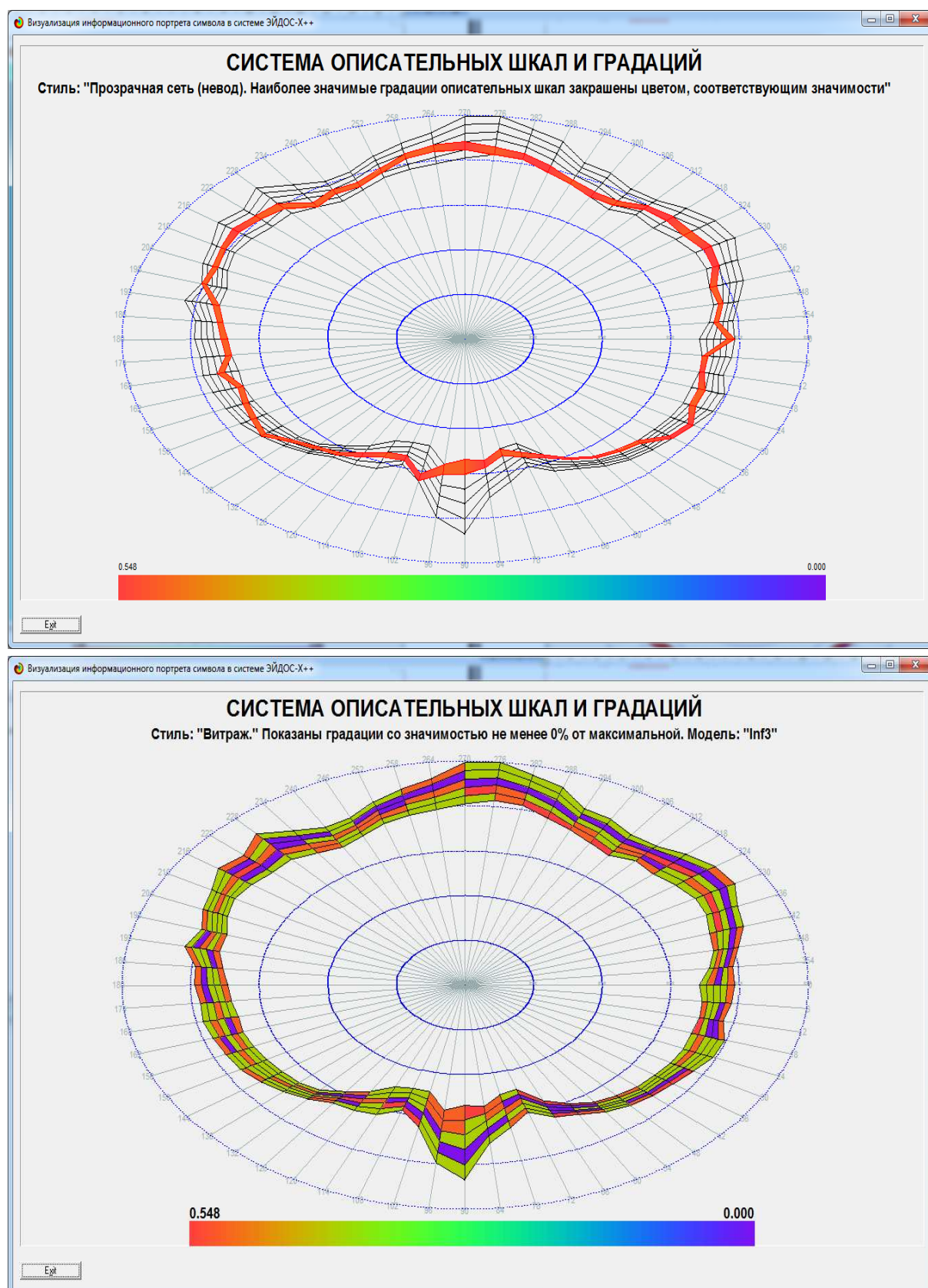
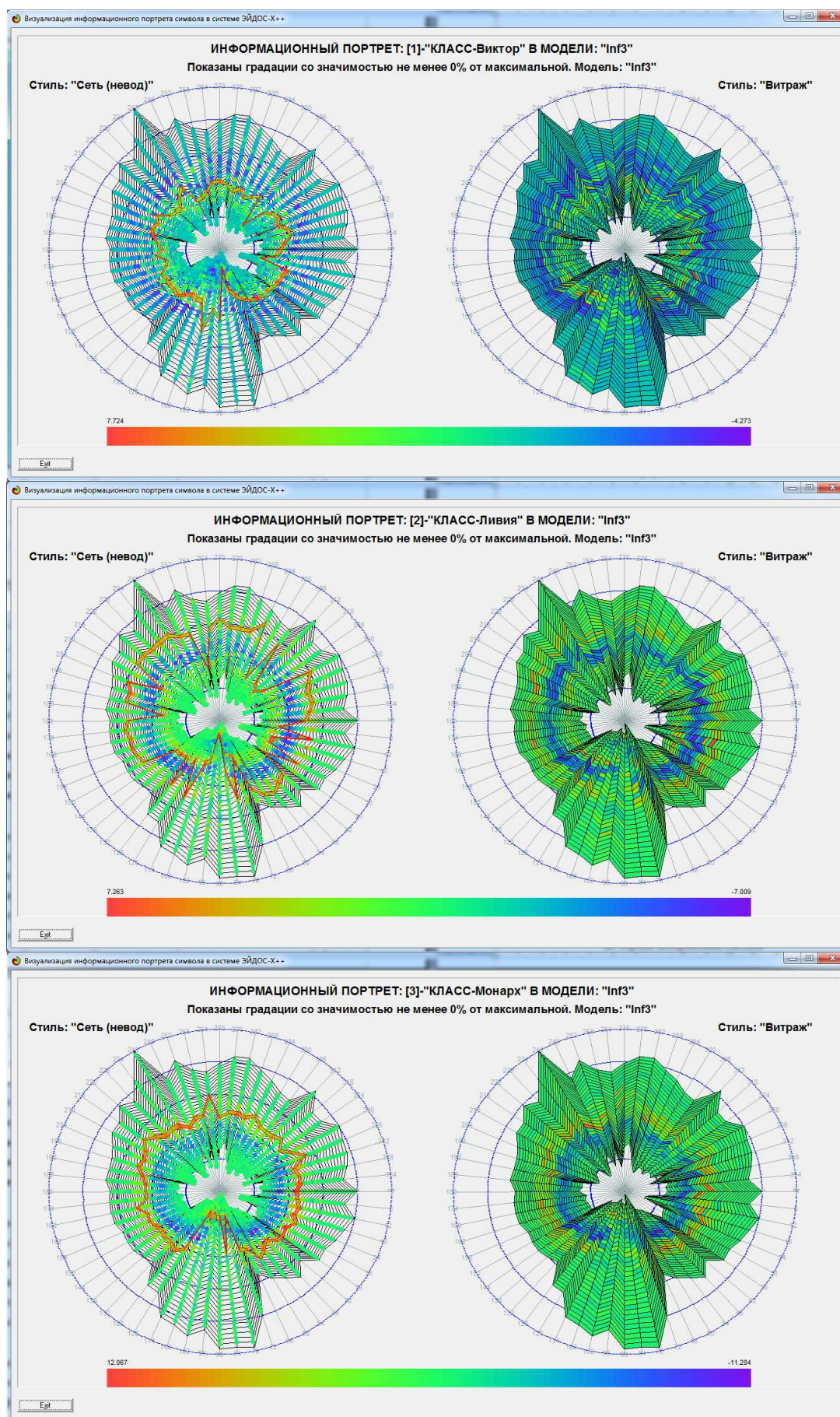


Рисунок 26. Система описательных шкал и градаций, используемая для оцифровки усредненных по сортам изображений листьев

Из сравнения шкал и градаций на рисунках 25 и 26 хорошо видно, на сколько в действительности различаются изображения листьев сортов и на сколько велик уровень шума, вносящий вариабельность в формы конкретных листьев. Из рисунка 26 видно, что *усредненная форма листьев разных сортов довольно мало отличается друг от друга. Ясно, что чем выше отличие (вариабельность) элементов усредненных контуров по сортам, тем выше ценность этих элементов для того, чтобы отличить эти сорта друг от друга.*

На рисунках 27 приведены информационные портреты обобщенных образов листьев различных сортов, отраженных в модели, построенной по оригинальным изображениям листьев, с указанием количества информации в элементе контура о том, что лист с данным элементом принадлежит данному сорту. Количество информации в элементе контура кодируется цветом спектра: максимальное количество информации отображается красным цветом, а минимальное – фиолетовым.

На рисунках 28 приведены информационные портреты обобщенных образов листьев различных сортов, отраженных в модели, построенной по усредненным по сортам изображениям листьев, с указанием количества информации в элементе контура о том, что лист с данным элементом принадлежит данному сорту. Количество информации в элементе контура кодируется цветом спектра: максимальное количество информации отображается красным цветом, а минимальное – фиолетовым. Если считать, что форма контура реального листа является суммой идеальной формы листа того сорта, к которому относится лист, и белого шума, обусловленного случайным воздействием окружающей среды и вносящего искажение в эту форму, то можно предположить, что при усреднении формы листьев по сортам этот шум может быть подавлен. Поэтому исследование информационных портретов усредненной формы листьев разных сортов, приведенные ниже на рисунках 28.



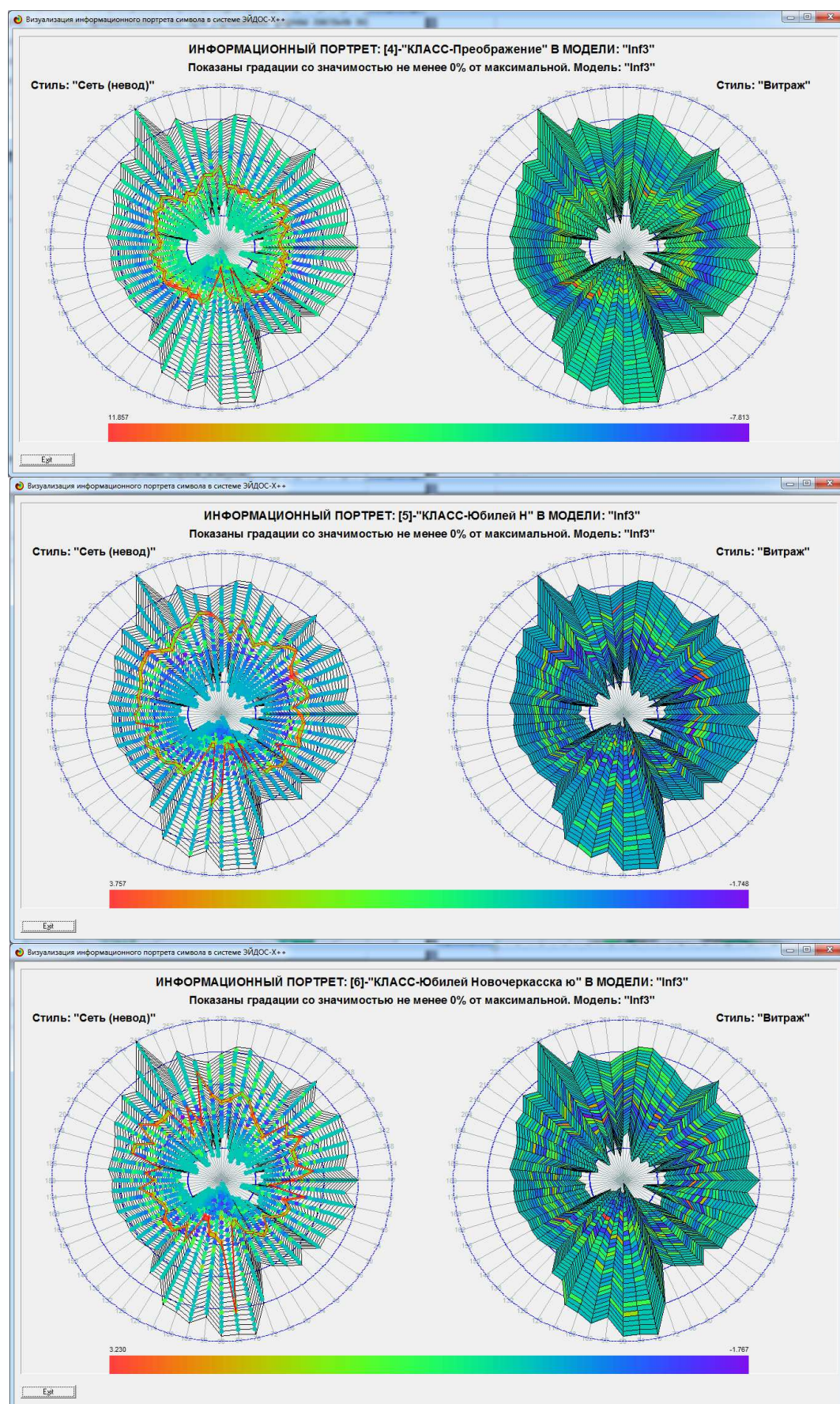
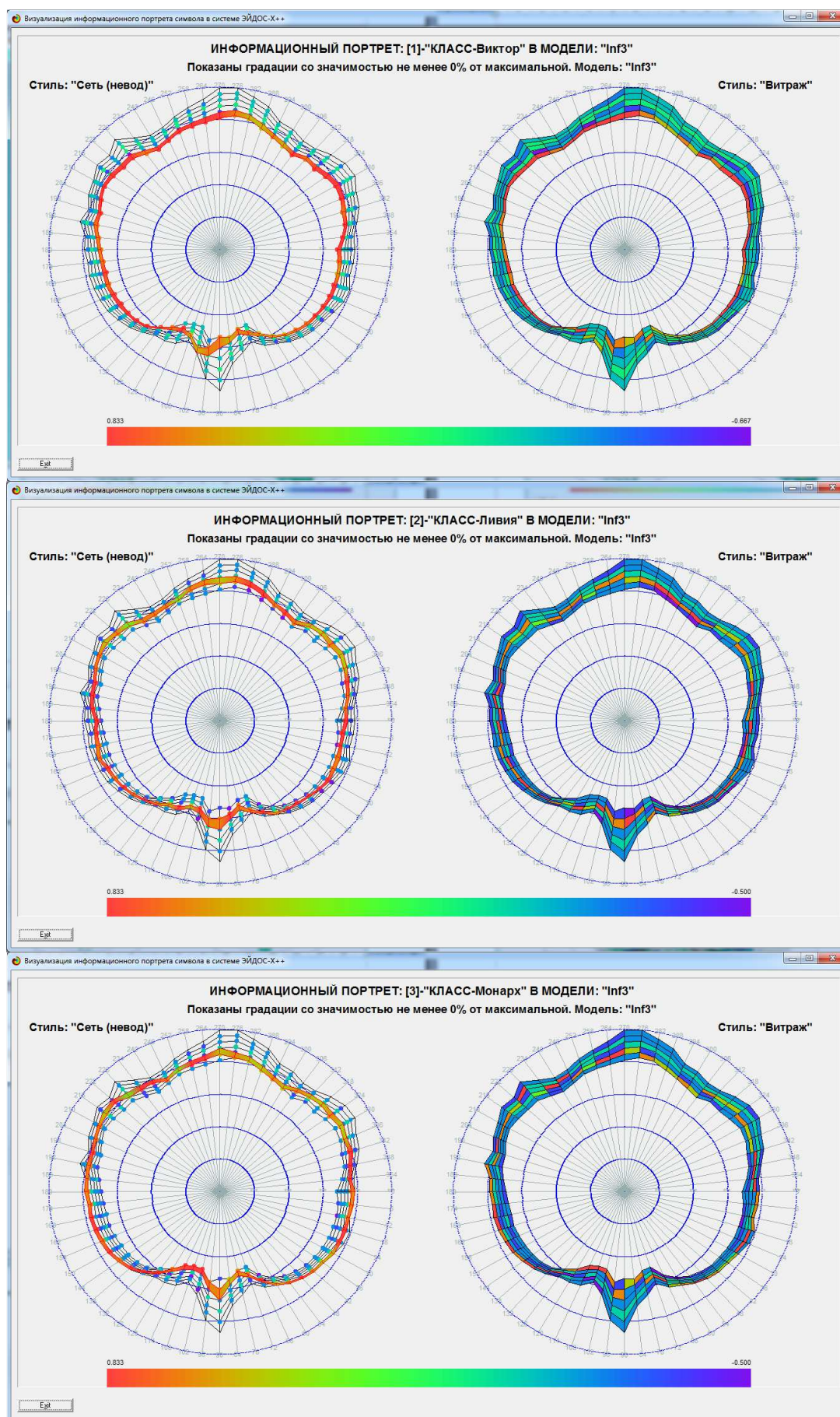


Рисунок 27. Информационные портреты обобщенных образов листьев различных сортов (классов)



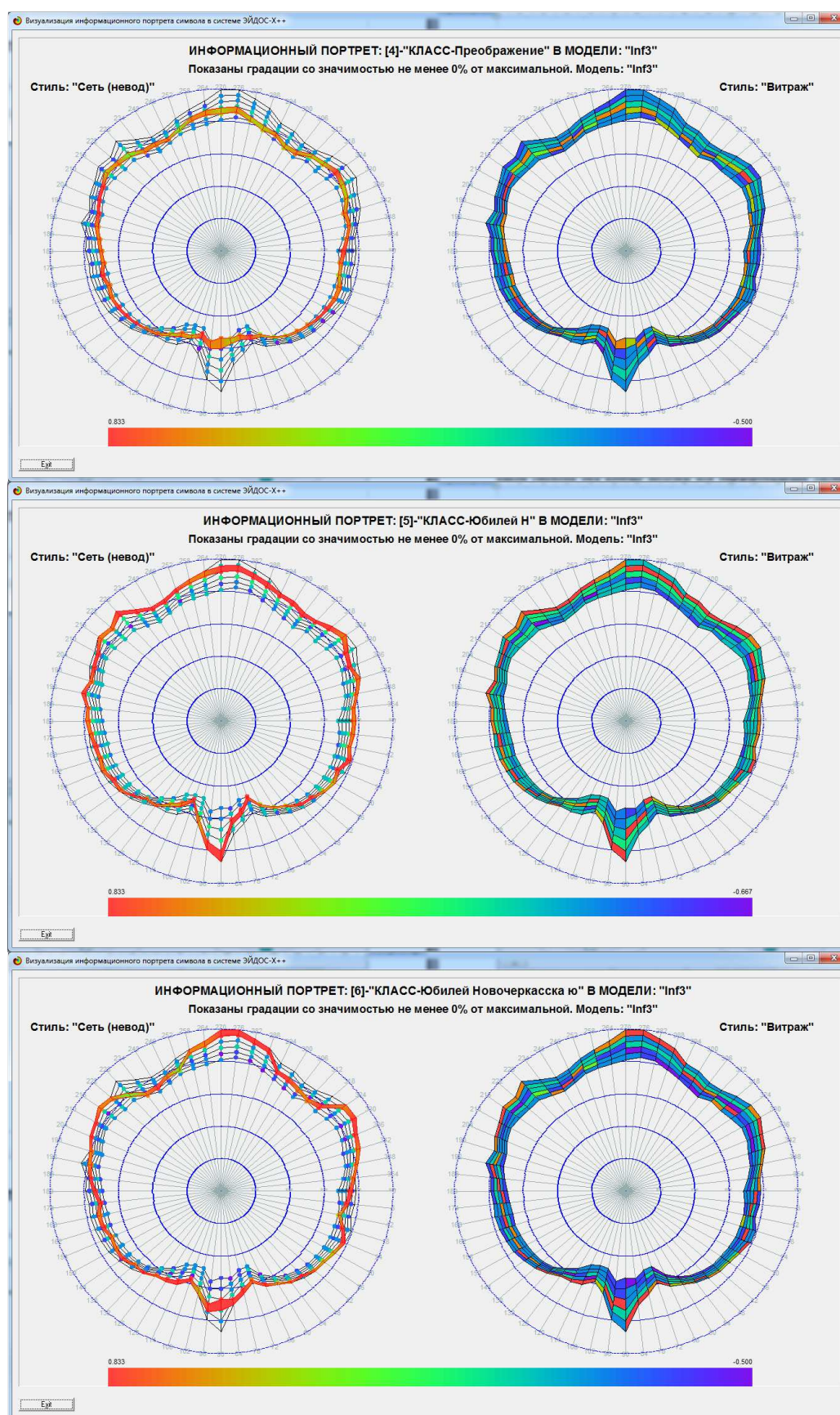


Рисунок 28. Информационные портреты обобщенных образов листьев различных сортов, построенные по модели INF1 для усредненных по сортам изображений листьев

Из портретов на рисунках 27 и 28 видно какое количество информации о принадлежности листа к каждому из сортов содержат различные элементы контура, а из рисунок 25 и 26 видно в какой степени эти элементы контура вносят различие между сортами, т.е. в какой степени они вообще полезны для дифференциации листьев по сортам. По сути это означает, что на рисунках 27 и 28 в приведены редуцированные и нередуцированные когнитивные функции, причем редуцированные когнитивные функции по сути представляют нам вид идеального, т.е. не зашумленного случайным воздействием окружающей среды, контура листа каждого сорта [].

Различные варианты частных и интегральных критериев, применяемых в системе «Эйдос», описаны в работе [7] и других работах по АСК-анализу [12, 13]. По-видимому, *при решении задачи идентификации сорта по образцу листа есть смысл обращать основное внимание именно на эти наиболее информативные и значимые элементы контуров.* В системе «Эйдос» реализован фильтр, в результате действия которого на изображениях будут показаны лишь те элементы контуров изображений, которые имеют значимость не менее заданной пользователем величины. Примеры изображений шкал и информационных портретов с фильтром, ограничивающим отображение градаций шкал с низким уровнем значимости, приведены на рисунках 29 и 30:

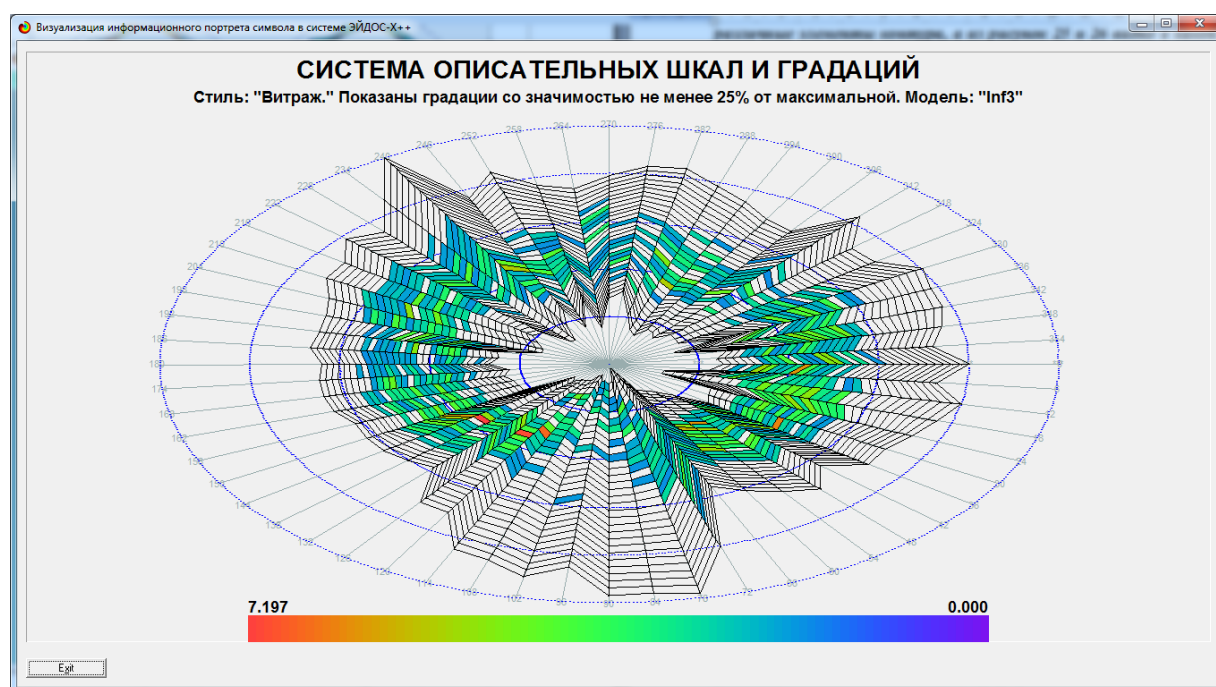


Рисунок 29. Система описательных шкал и градаций, используемая для оцифровки оригинальных изображений листьев, с фильтром, ограничивающим отображение градаций шкал с низким уровнем значимости

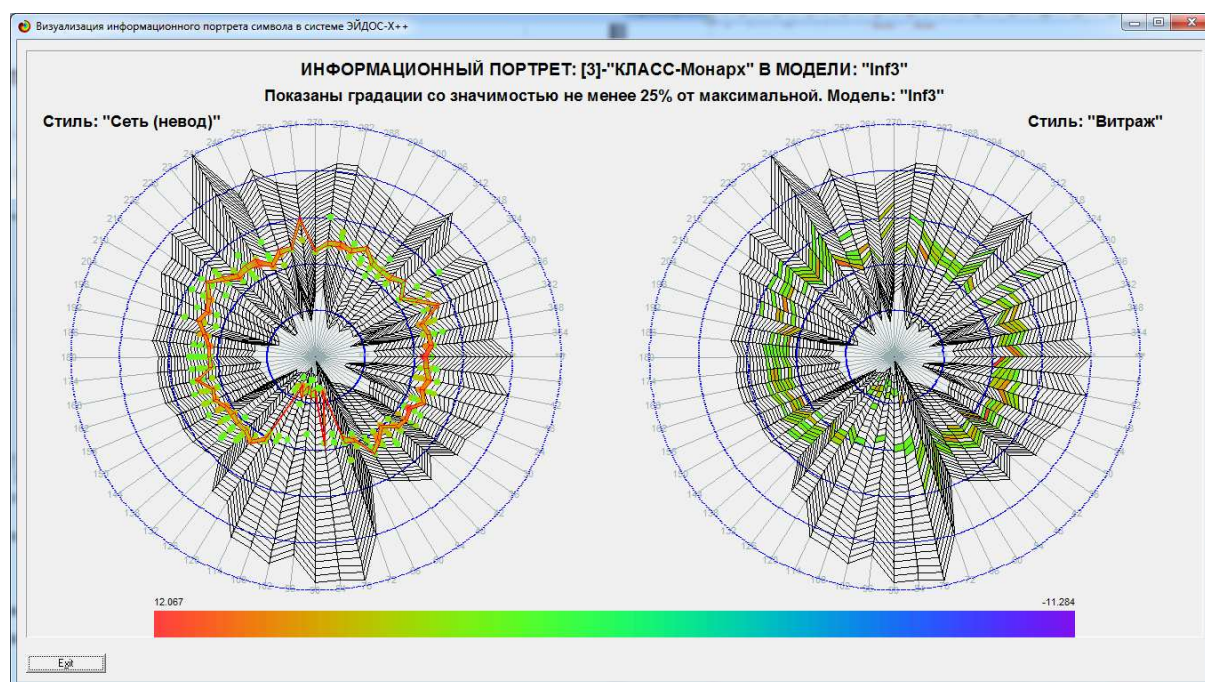


Рисунок 30. Информационный портрет обобщенного образа листьев сорта «Монарх», построенная в модели INF3 на основе оригинальных изображений листьев, с фильтром, ограничивающим отображение градаций шкал, нехарактерных (малоинформативных) для данного сорта

Задача 4: сравнение образа конкретного листа с обобщенным образом листа разных сортов и определение количественной степени сходства-различия между ними, т.е. идентификация сорта по листу.

Результаты идентификации листьев с сортами и сортов с листьями приводятся в многочисленных выходных формах (рисунок 31), из которых мы в связи с ограниченностью объема работы приведем лишь первые 2 (рисунки 32 и 33):

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 31. Выходные формы с результатами идентификации

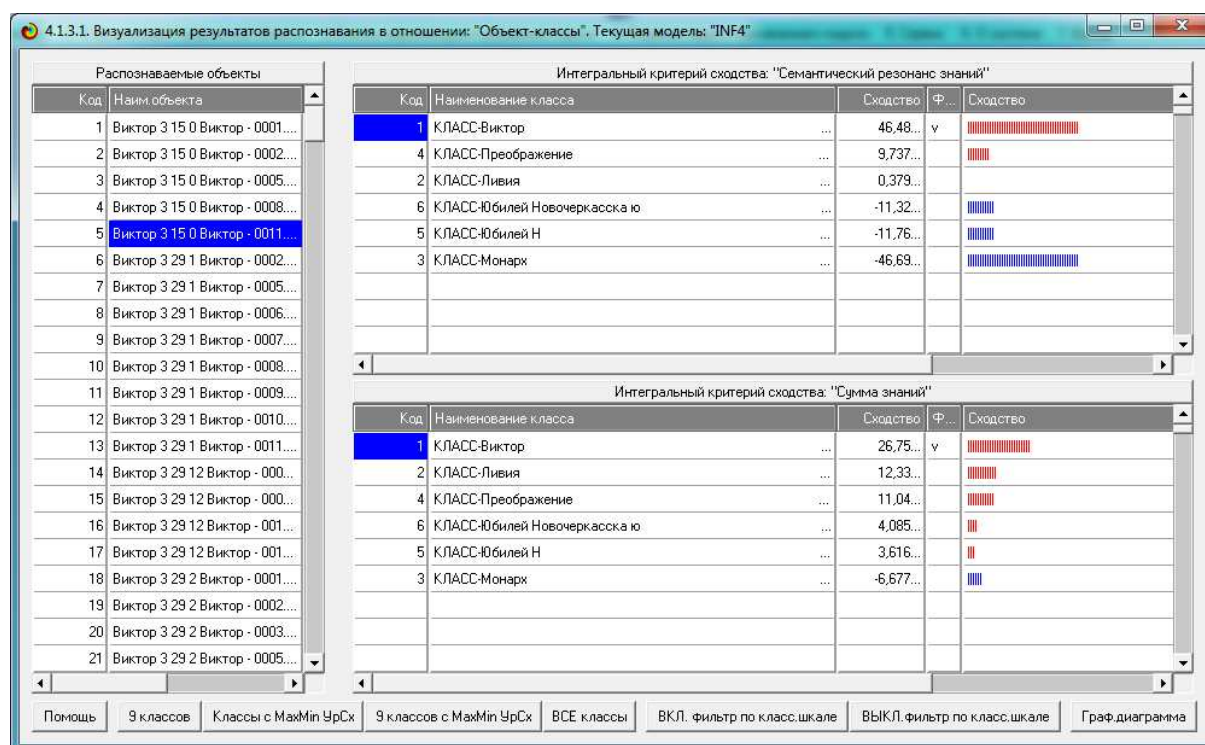


Рисунок 32. Результаты идентификации листа с сортами

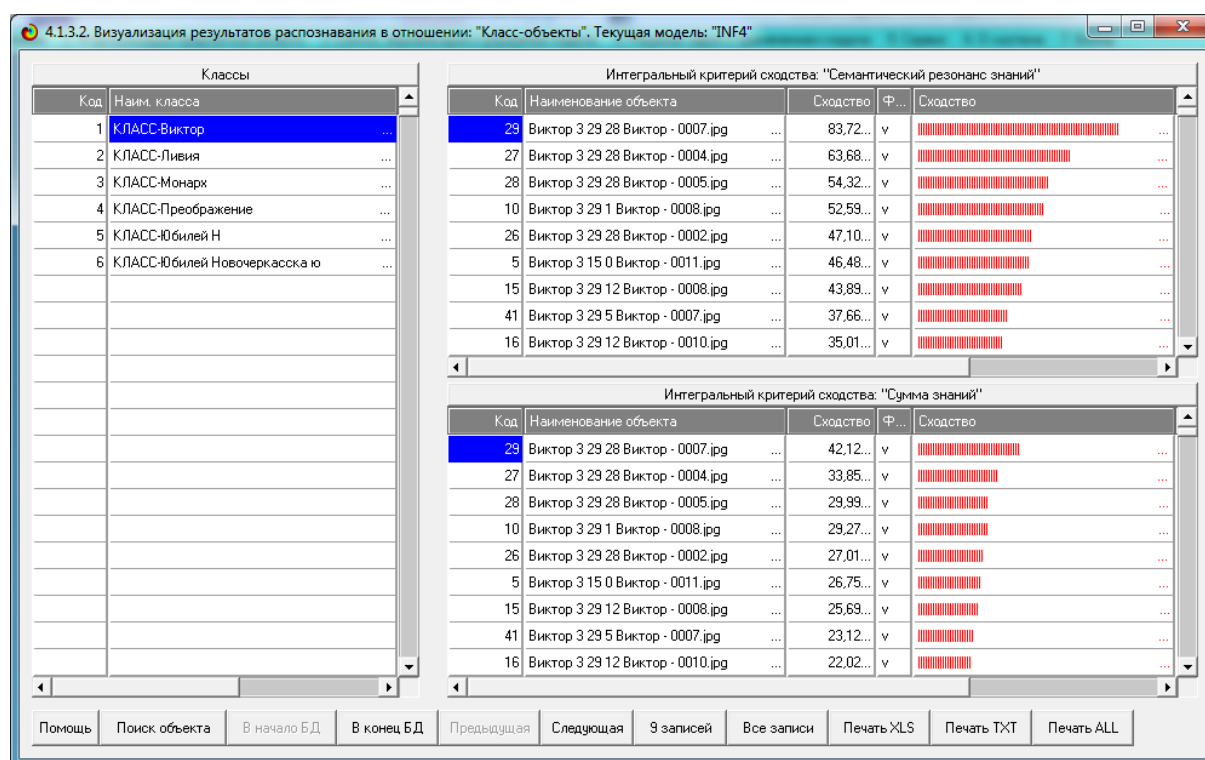


Рисунок 33. Результаты идентификации сорта с листьями

Объект, относящийся к классу, практически всегда имеет максимальный уровень сходства с ним, по сравнению с другими объектами. Мы

видим, что *результаты весьма разумные и по своей достоверности соответствуют уровню эксперта в данной предметной области.*

Задача 5: количественное определение сходства-различия сортов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных сортов (решение задачи классификации).

Для решения этой задачи необходимо запустить режим 4.2.2.1, а затем 4.2.2.2 (рисунки 31 и 32):

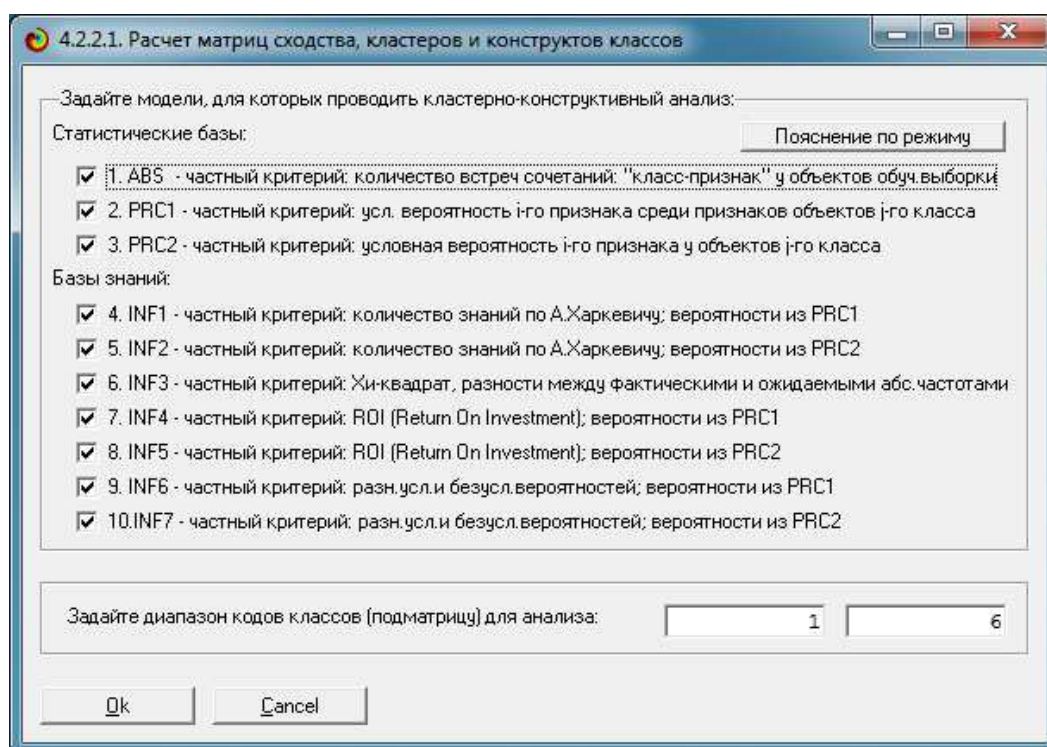


Рисунок 34. Экранная форма запуска режима кластерно-конструктивного анализа

При кластерном анализе наиболее сходные классы объединяются в группы, которые называются кластерами. При конструктивном анализе наиболее сильно отличающиеся кластеры рассматриваются как смысловые полюса конструкта, а другие классы и кластеры с промежуточными смысловыми градациями образуют смысловой спектр между полюсами. Кластерно-конструктивный анализ предложен проф. Е.В. Луценко в 2002 году как одна из возможностей АСК-анализа и реализован в системе «Эйдос» [13].

4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Конструкт класса: 1 "КЛАСС-Виктор" в модели: 4 "INF1"

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	КЛАСС-Виктор	1	1	КЛАСС-Виктор	100.000
2	КЛАСС-Ливия	2	4	КЛАСС-Преображение	12.605
3	КЛАСС-Монарх	3	2	КЛАСС-Ливия	3.533
4	КЛАСС-Преображение	4	6	КЛАСС-Юбилей Новочеркасска ю	-8.483
5	КЛАСС-Юбилей Н	5	5	КЛАСС-Юбилей Н	-15.456
6	КЛАСС-Юбилей Новочеркасска ю	6	3	КЛАСС-Монарх	-25.753

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

4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Конструкт класса: 1 "КЛАСС-Виктор" в модели: 7 "INF4"

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	КЛАСС-Виктор	1	1	КЛАСС-Виктор	100.000
2	КЛАСС-Ливия	2	4	КЛАСС-Преображение	-1.014
3	КЛАСС-Монарх	3	6	КЛАСС-Юбилей Новочеркасска ю	-4.383
4	КЛАСС-Преображение	4	5	КЛАСС-Юбилей Н	-7.042
5	КЛАСС-Юбилей Н	5	2	КЛАСС-Ливия	-7.326
6	КЛАСС-Юбилей Новочеркасска ю	6	3	КЛАСС-Монарх	-19.671

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

Рисунок 35. Табличные экранные формы с результатами кластерно-конструктивного анализа в когнитивных моделях INF1 и INF4

Из сравнения первой и второй экранных форм на рисунке 31 видно, что в более достоверной модели INF4 сорта сильнее отличаются друг от друга, что соответствует интуитивным ожиданиям экспертов, основанным на их опыте и профессиональной компетенции. На рисунке 33 результаты сравнения друг с другом обобщенных образов листьев различных сортов винограда приведены в графической форме когнитивной диаграммы:

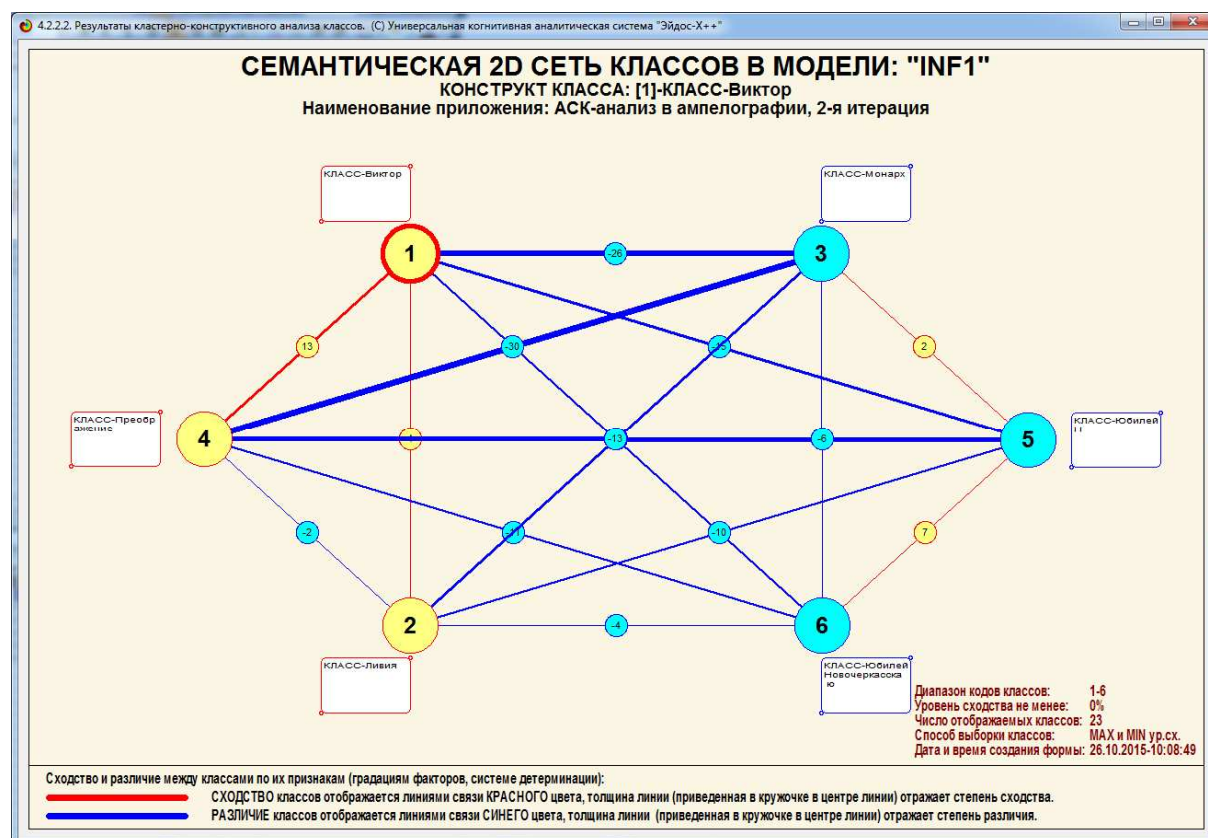


Рисунок 36. Результаты сравнения друг с другом обобщенных образов классов (идеальных листьев различных сортов)

Сорта «Виктор» и «Преображение» являются сибсами – родственниками, поэтому у них сходная форма листьев, что количественно строго объективно и определено системой непосредственно на основе эмпирических данных без участия экспертов. Сорт «Юбилей Новочеркаска» также является родственником этих двух сортов, однако его форма листьев отличается от них. Сорта Ливия и Монарх (ныне назван Хризолитом) получены путем скрещивания различных исходных форм винограда [14- 17], поэтому естественно, что они отличаются друг от друга по форме листьев.

SWOT-анализ изображений. Характерные и нехарактерные признаки контуров обобщенных изображений листьев по сортам можно получить в форме таблиц и графических диаграмм в режиме 4.4.8 (рисунки 34):

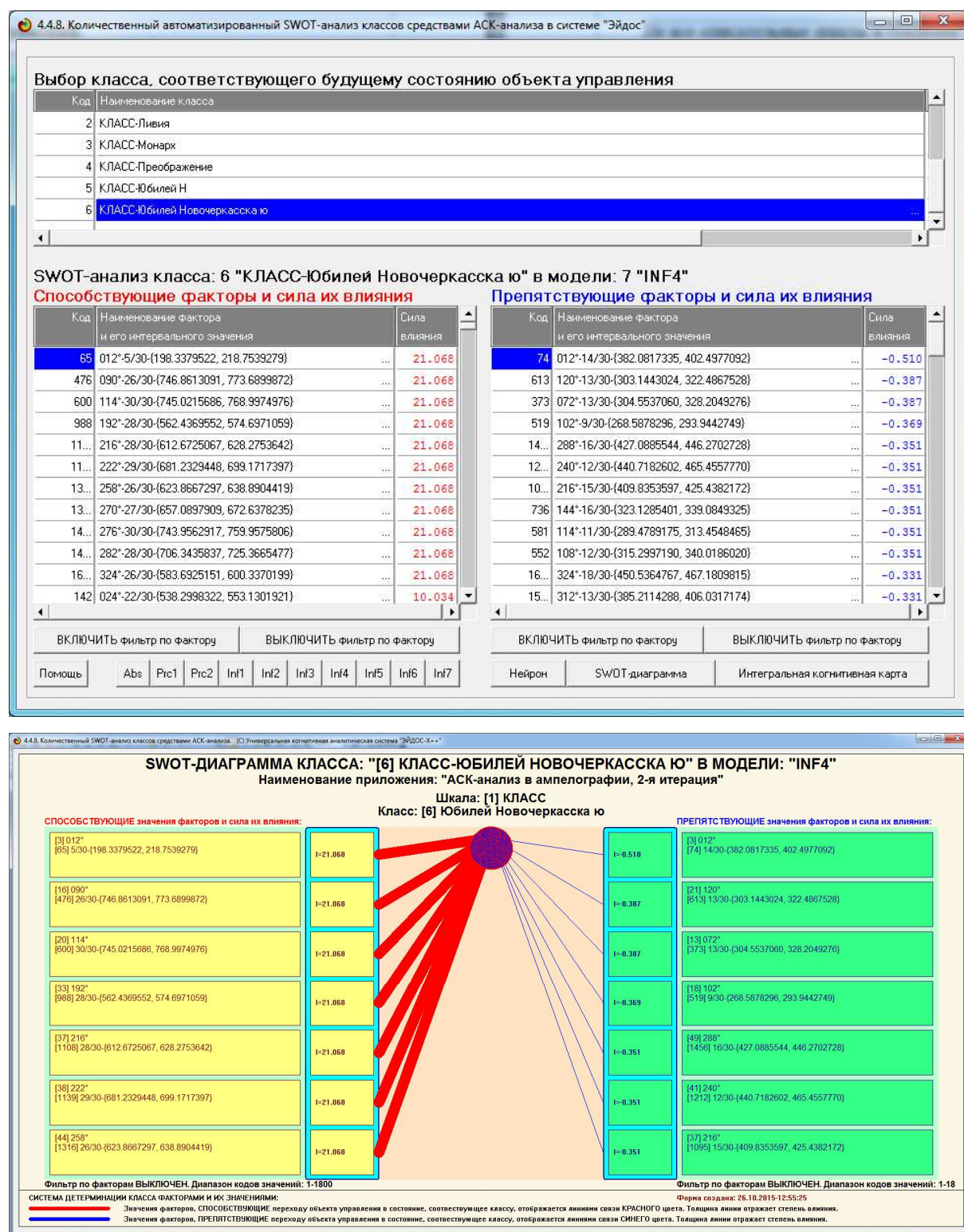


Рисунок 37. Характерные и нехарактерные признаки контуров обобщенного изображения листьев по сорту «Юбилей Новочеркаска»

Парето-оптимизация (абстрагирование). Не все описательные шкалы и градации имеют одинаковую ценность для идентификации изображений. Наиболее ценные могут использоваться для решения задач, а наименее ценные вообще могут не учитываться в моделях практически без ущерба для их достоверности (рисунок 35):

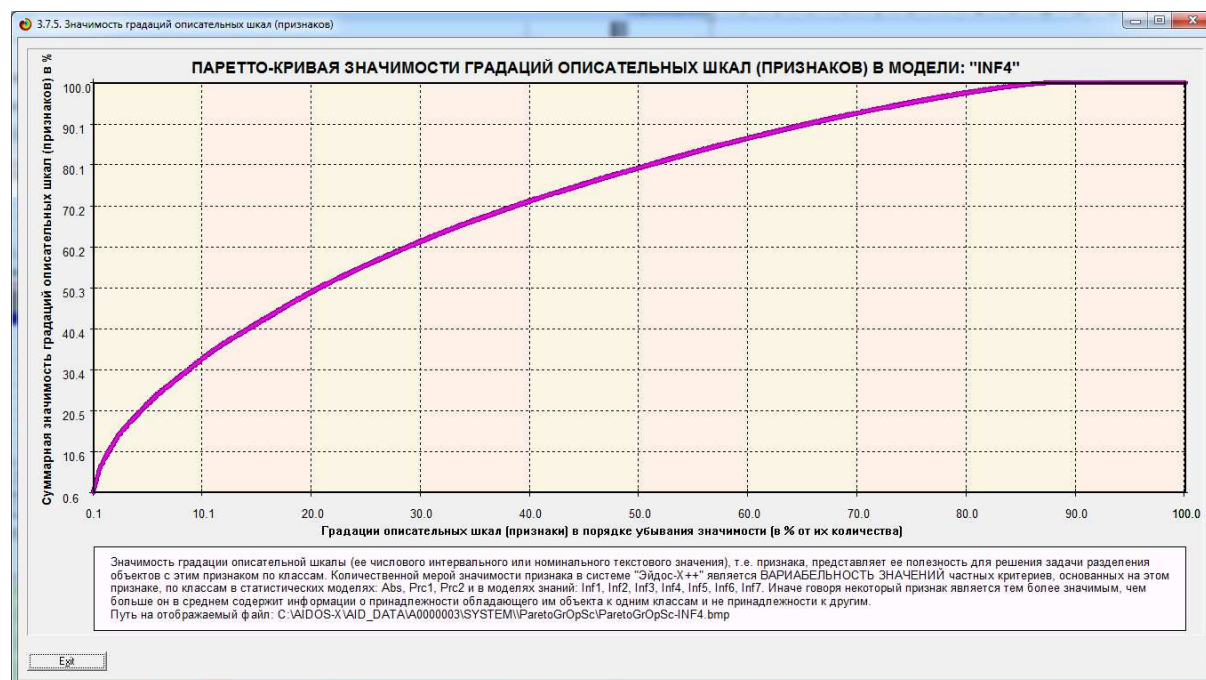


Рисунок 38. Общий вид Парето-кривой ценности градаций описательных шкал (элементов контуров изображений) для идентификации конкретных изображений с обобщенными образами классов

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

Выводы.

В статье рассмотрено применение автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), его математической модели – системной теории информации и программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос» для решения ряда задач ампелографии: 1) оцифровка сканированных изображений листьев и создание их математических моделей; 2) формирование математических моделей конкретных

листьев с применением теории информации; 3) формирование моделей обобщенных образов листьев различных сортов; 4) сравнение образа конкретного листа с обобщенным образом листа разных сортов и определение количественной степени сходства-различия между ними, т.е. идентификация сорта по листу; 5) количественное определение сходства-различия сортов, т.е. кластерно-конструктивный анализ обобщенных образов листьев различных сортов. Предложен новый подход к оцифровке изображений листьев, 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. Форма контура конкретного листа рассматривается как зашумленное информационное сообщение о сорте, включающее как информацию об истинной форме листа данного сорта (чистый сигнал), так и шум, искажающий эту истинную форму, обусловленный случайным воздействием окружающей среды. Программный инструмент АСК-анализа – интеллектуальная система «Эйдос» обеспечивает подавление шума и выделение сигнала об истинной форме листа каждого сорта на основе ряда зашумленных конкретных примеров листьев данного сорта. Таким образом создается один образ формы листа каждого сорта, независимый от их конкретных реализаций, т.е. «Эйдос» этих изображений (в смысле Платона) - прототип или архетип (в смысле Юнга) изображений

Материалы данной статьи могут быть использованы при преподавании дисциплин: интеллектуальные системы; инженерия знаний и интеллектуальные системы; интеллектуальные технологии и представление знаний; представление знаний в интеллектуальных системах; основы интеллектуальных систем; введение в нейроматематику и методы нейронных се-

тей; основы искусственного интеллекта; интеллектуальные технологии в науке и образовании; управление знаниями; автоматизированный системно-когнитивный анализ и интеллектуальная система «Эйдос»; которые автор ведет в настоящее время⁸, а также и в других дисциплинах, связанных с преобразованием данных в информацию, а ее – в знания и применением этих знаний для решения задач идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области (а это практически все дисциплины во всех областях науки). В частности с применением предложенной технологии АСК-анализа изображений по их контурам могут быть модифицированы лабораторные работы 1 и 3 [19].

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

Запланировано совершенствование методологии, технологии, методики и программного инструментария АСК-анализа изображений путем развития, применения и обобщения описанного в данной работе подхода, что будет способствовать развитию науки ампелографии и ее ветви – ампелологии.

Литература

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

⁸ http://lc.kubagro.ru/My_training_schedule.doc

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

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

5. Луценко Е.В. 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.

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

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. Повышение адекватности спектрального анализа личности по астротидам путем их разделения на типичную и нетипичную части / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №02(036). С. 153 – 174. – Шифр Информрегистра: 0420800012\0017, IDA [article ID]: 0360802010. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/10.pdf>, 1,375 у.п.л.

9. Луценко Е.В. Повышение качества моделей «knowledge management» путем разделения классов на типичную и нетипичную части / Е.В. Луценко, Е.А. Лебедев, В.Н. Лаптев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 78 – 93. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0109, IDA [article ID]: 0540910005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/05.pdf>, 1 у.п.л.

10. Луценко Е.В. 30 лет системе «Эйдос» – одной из старейших отечественных универсальных систем искусственного интеллекта, широко применяемых и развивающихся и в настоящее время / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №10(054). С. 48 – 77. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0110, IDA [article ID]: 0540910004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/04.pdf>, 1,875 у.п.л.

11. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 у.п.л.

12. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой элек-

тронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.

13. 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. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>.

14. Трошин Л.П. Три сибса современного частного виноградарства России и Украины / Л.П. Трошин, А.В. Милованов, Б.А. Маховицкий // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 463 – 482. – IDA [article ID]: 0891305032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/32.pdf>, 1,25 у.п.л., импакт-фактор РИНЦ=0,581.

15. Трошин Л. П. Интерактивная ампелография – наука и педагогика // Интерактивная ампелография и селекция винограда. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – С. 215-221.

16. Трошин Л.П. Модернизация столового сортимента для фермерского и приусадебного виноградарства: перспективные сорта-генеты Кострикина-Крайнова / Трошин Л.П. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408036. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/36.pdf>, 2,188 у.п.л.

17. Трошин Л.П. Модернизация столового сортимента для фермерского и приусадебного виноградарства: перспективные сорта-генеты Кострикина-Павловского / Трошин Л.П. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408037. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/37.pdf>, 1,688 у.п.л.

18. Юнг К.Г. Человек и его символы. М., 1997.

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

20. Луценко Е.В. Когнитивные функции как обобщение классического понятия функциональной зависимости на основе теории информации в системной нечеткой интервальной математике / Е.В. Луценко, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №01(095). С. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 у.п.л.

Literatura

1. 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.

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

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

D.K. Bandyk // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №06(110). S. 138 – 167. – IDA [article ID]: 1101506009. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/06/pdf/09.pdf>, 1,875 u.p.l.

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

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

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

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

8. Lucenko E.V. Povyshenie adekvatnosti spektral'nogo analiza lichnosti po astrosociotipam putem ih razdelenija na tipichnuju i netipichnuju chasti / E.V. Lucenko, A.P. Trunev // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2008. – №02(036). S. 153 – 174. – Shifr Informregistra: 0420800012\0017, IDA [article ID]: 0360802010. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2008/02/pdf/10.pdf>, 1,375 u.p.l.

9. Lucenko E.V. Povyshenie kachestva modelej «knowledge management» putem razdelenija klassov na tipichnuju i netipichnuju chasti / E.V. Lucenko, E.A. Lebedev, V.N. Laptev // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №10(054). S. 78 – 93. – Shifr Informregistra: 0420900012\0109, IDA [article ID]: 0540910005. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/05.pdf>, 1 u.p.l.

10. Lucenko E.V. 30 let sisteme «Jejdos» – odnoj iz starejsih otechestvennyh universal'nyh sistem iskusstvennogo intellekta, shiroko primenjaemyh i razvivajushihhsja i v nastojashhee vremja / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2009. – №10(054). S. 48 – 77. – Shifr Informregistra: 0420900012\0110, IDA [article ID]: 0540910004. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2009/10/pdf/04.pdf>, 1,875 u.p.l.

11. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №09(083). S. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 u.p.l.

12. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy, tehnologija i instrumentarij avtomatizirovannogo sistemno-kognitivnogo analiza i vozmozhnosti ego primenenija dlja sopostavimoj ocenki jeffektivnosti vuzov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoy jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №04(088). S. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 u.p.l.

13. 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. – Rezhim dostupa: <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>.
14. Troshin L.P. Tri sibsa sovremennogo privatnogo vinogradarstva Rossii i Ukrainy / L.P. Troshin, A.V. Milovanov, B.A. Mahovickij // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(089). S. 463 – 482. – IDA [article ID]: 0891305032. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/32.pdf>, 1,25 u.p.l., impakt-faktor RINC=0,581.
15. Troshin L. P. Interaktivnaja ampelografija – nauka i pedagogika // Interaktivnaja ampelografija i selekcija vinograda. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – S. 215-221.
16. Troshin L.P. Modernizacija stolovogo sortimenta dlja fermerskogo i priusadebnogo vinogradarstva: perspektivnye sorta-genety Kostrikina-Krajnova / Troshin L.P. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408036. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/36.pdf>, 2,188 u.p.l.
17. Troshin L.P. Modernizacija stolovogo sortimenta dlja fermerskogo i priusadebnogo vinogradarstva: perspektivnye sorta-genety Kostrikina-Pavlovskogo / Troshin L.P. // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – № 08 (102). – IDA [article ID]: 1021408037. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/08/pdf/37.pdf>, 1,688 u.p.l.
18. Jung K.G. Chelovek i ego simvoly. M., 1997.
19. Lucenko E.V. Laboratornyj praktikum po intellektual'nym informacionnym sistemam: Uchebnoe posobie dlja studentov special'nosti "Prikladnaja informatika (po oblastjam)" i drugim jekonomicheskim special'nostjam. 2-e izd., pererab. i dop. – Krasnodar: KubGAU, 2006. – 318s. – Rezhim dostupa: <http://elibrary.ru/item.asp?id=21683721>
20. Lucenko E.V. Kognitivnye funkicii kak obobshhenie klassicheskogo ponjatija funkcional'noj zavisimosti na osnove teorii informacii v sistemnoj nechetkoj interval'noj matematike / E.V. Lucenko, A.I. Orlov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №01(095). S. 122 – 183. – IDA [article ID]: 0951401007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/01/pdf/07.pdf>, 3,875 u.p.l.