

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.Т.ТРУБИЛИНА»

Факультет заочного обучения

РЕЦЕНЗИЯ

на курсовой проект (работу)

Студента (ки) Милега Юрий Александрович

курса 2 заочной формы обучения

направления подготовки Информационные системы и технологии

направленность(профиль)Информационные системы и технологии в науке и управлении

Наименование темы «Когнитивный анализ болезней сердца с использованием аналитической системы Aidos X++».

Рецензент: Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н., профессор

(Ф.И.О., ученое звание и степень, должность)

Оценка качества выполнения курсового проекта (работы)

№ п/п	Показатель	Оценка соответствия заданию (по 5-и балльной шкале)
1.	Актуальность тематики работы	5
2.	Степень полноты обзора состояния проблемы и корректность постановки цели и задач исследования	4
3.	Уровень и корректность использования в работе различных методов исследований	5
4.	Степень комплексности работы, применения в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	5
5.	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения	4
6.	Применение современных технологий обработки информации	5
7.	Качество оформления работы (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	4
8.	Ответы на вопросы при защите	5

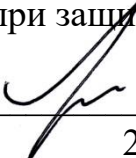
Достоинства работы

Актуальность темы применения современных математических моделей и программного инструментария для проведения АСК-анализа на основе базы данных

Недостатки работы

Отдельные погрешности в оформлении

Итоговая оценка при защите 5 (отлично)

Рецензент 

Е.В. Луценко

« » 201

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет заочного обучения
Кафедра компьютерных технологий и систем

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

по дисциплине: СИСТЕМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ПРИОБРЕТЕНИЯ
ЗНАНИЙ

на тему:

Когнитивный анализ болезней сердца с использованием аналитической
системы Aidos X++

выполнил студент группы ИТ31841 Милега Юрий Александрович

Допущена к защите _____

Руководитель проекта Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н.,
профессор

(подпись, расшифровка подписи)

Нормоконтролер Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н., профессор

(подпись, расшифровка подписи)

Защищена _____

Оценка _____

(дата)

Члены комиссии _____

В.И. Лойко

Е.В. Луценко

В.Н. Лаптев

(подпись, дата, расшифровка подписи)

Краснодар

2019 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет заочного обучения
Кафедра компьютерных технологий и систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой КТС _____ В. И. Лойко

ЗАДАНИЕ

на курсовую работу

Студенту: ИТ31841 группы 2 курса
Факультета прикладной информатики
Специальности: 09.04.02 Информационные системы и технологии
(шифр)

Милега Юрию Александровичу
(Ф.И.О.)

Тема проекта: Когнитивный анализ болезней сердца с использованием
аналитической системы Aidos X++

Содержание задания: Проанализировать современные методы и средства
формирования обобщенных образов классов и решения задач идентификации
конкретных объектов с классами

Объем работы:

- а) пояснительная записка к работе _____ листа формата А4
б) графическая часть _____ лист формата А4

Рекомендуемая литература: Луценко Е.В. Универсальная когнитивная
аналитическая система «Эйдос- X++».

Срок выполнения проекта: с “___” _____ по “___” _____ 2019 г.

Срок защиты: “___” _____ 2019 г.

Дата выдачи задания: “___” _____ 2019 г.

Дата сдачи проекта на кафедру: “___” _____ 2019 г.

Руководитель проекта: Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н., профессор
(подпись, Ф.И.О., звание, степень)

Задание принял студент

(подпись, дата)

Краснодар

2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	8
1.1. Описание решения.....	8
1.2. Преобразование исходных данных из CSV-формата в файл исходных данных MS Excel	9
1.3. Синтез и верификация статистических и интеллектуальных моделей .	14
1.4. Виды моделей системы «Эйдос».....	16
1.5. Результаты верификации моделей	19
2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ.....	26
2.1. Решение задачи	26
2.2. Когнитивные функции	29
2.4 Нелокальные нейроны и нейронная сеть.....	32
2.3 SWOT и PEST матрицы и диаграммы.....	33
2.5 Количественный автоматизированный SWOT – анализ.....	34
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	36
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	37

ВВЕДЕНИЕ

Создание систем искусственного интеллекта является одним из важных и перспективных направлений развития современных информационных технологий. Так как существует множество альтернатив систем искусственного интеллекта, то возникает необходимость оценки качества математических моделей этих систем. В данной работе рассмотрен когнитивный анализ болезней сердца.

Для достижения поставленной цели необходимы свободный доступ к тестовым исходным данным и методика, которая поможет преобразовать эти данные в форму, которая необходима для работы в системе искусственного интеллекта. Удачным выбором является база данных тестовых задач для систем искусственного интеллекта репозитория Kaggle.

В данной курсовой работе использована база данных «Heart Disease UCI» из банка исходных данных по задачам искусственного интеллекта – репозитория Kaggle (<https://www.kaggle.com/ronitf/heart-disease-uci>).

Для решения задачи используем стандартные возможности Microsoft Office Word и Excel, блокнот, а также систему искусственного интеллекта "Эйдос- X++".

1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ

1.1. Описание решения

В соответствии с методологией АСК-анализа решение поставленной задачи проведем в четыре этапа:

1. Преобразование исходных данных из CSV в промежуточные файлы MS Excel.

2. Преобразование исходных данных из промежуточных файлов MS Excel в базы данных системы "Эйдос".

3. Синтез и верификация моделей предметной области.

4. Применение моделей для решения задач идентификации, прогнозирования и исследования предметной области.

5. Из электронного ресурса баз данных [kaggle.com](https://www.kaggle.com) возьмем базу данных «Heart Disease UCI», в которой вставим столбец A под названием Number и пронумеруем согласно порядковым номерам событий.

Общее описание задачи:

1. Number – порядковый номер события
2. age – возраст в годах.
3. sex – пол (1 = мужчина; 0 = женщина).
4. cp – тип боли в груди.
5. trestbps – артериальное давление (в мм рт. ст. при поступлении в стационар).
6. chol – холестерол крови в мг/дл.
7. fbs – (уровень сахара в крови натощак > 120 мг/дл) (1 = true; 0 = false).
8. restecg – электрокардиографические результаты.
9. thalach – максимальная частота сердечных сокращений достигнута.
10. Exang – упражнение индуцированная стенокардия (1 = да; 0 = Нет).
11. Oldpeak – Депрессия ST, вызванная физической нагрузкой относительно покоя.
12. Slope – наклон пика упражнения ST-сегмента
13. Ca – количество крупных сосудов (0-3) окрашенных флуороскопией.
14. Thal – 3 = нормальный; 6 = исправленный дефект; 7 = реверсивный дефект.
15. Target – цель 1 или 0.

Столбец 2,3, возраст и пол, является классификационной шкалой.

Остальные столбцы с 4 по 15 - описательные шкалы.

Таблица 1 – Обучающая выборка heart.xls (фрагмент)

Number	age	sex	cp	trestbps	chol	fb	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
1	63	1	3	145	233	1	0	150	0	2,3	0	0	1	1
2	37	1	2	130	250	0	1	187	0	3,5	0	0	2	1
3	41	0	1	130	204	0	0	172	0	1,4	2	0	2	1
4	56	1	1	120	236	0	1	178	0	0,8	2	0	2	1
5	57	0	0	120	354	0	1	163	1	0,6	2	0	2	1
6	57	1	0	140	192	0	1	148	0	0,4	1	0	1	1
7	56	0	1	140	294	0	0	153	0	1,3	1	0	2	1
8	44	1	1	120	263	0	1	173	0	0	2	0	3	1
9	52	1	2	172	199	1	1	162	0	0,5	2	0	3	1
10	57	1	2	150	168	0	1	174	0	1,6	2	0	2	1
11	54	1	0	140	239	0	1	160	0	1,2	2	0	2	1
12	48	0	2	130	275	0	1	139	0	0,2	2	0	2	1
13	49	1	1	130	266	0	1	171	0	0,6	2	0	2	1
14	64	1	3	110	211	0	0	144	1	1,8	1	0	2	1
15	58	0	3	150	283	1	0	162	0	1	2	0	2	1
16	50	0	2	120	219	0	1	158	0	1,6	1	0	2	1
17	58	0	2	120	340	0	1	172	0	0	2	0	2	1
18	66	0	3	150	226	0	1	114	0	2,6	0	0	2	1
19	43	1	0	150	247	0	1	171	0	1,5	2	0	2	1
20	69	0	3	140	239	0	1	151	0	1,8	2	2	2	1
21	59	1	0	135	234	0	1	161	0	0,5	1	0	3	1
22	44	1	2	130	233	0	1	179	1	0,4	2	0	2	1
23	42	1	0	140	226	0	1	178	0	0	2	0	2	1
24	61	1	2	150	243	1	1	137	1	1	1	0	2	1
25	40	1	3	140	199	0	1	178	1	1,4	2	0	3	1
26	71	0	1	160	302	0	1	162	0	0,4	2	2	2	1
27	59	1	2	150	212	1	1	157	0	1,6	2	0	2	1
28	51	1	2	110	175	0	1	123	0	0,6	2	0	2	1
29	65	0	2	140	417	1	0	157	0	0,8	2	1	2	1
30	53	1	2	130	197	1	0	152	0	1,2	0	0	2	1
31	41	0	1	105	198	0	1	168	0	0	2	1	2	1
32	65	1	0	120	177	0	1	140	0	0,4	2	0	3	1

1.2. Преобразование исходных данных из CSV-формата в файл исходных данных MS Excel.

Поскольку ввод исходных данных в систему «Эйдос» планируется осуществить с помощью ее универсального программного интерфейса импорта данных из внешних баз данных, который работает с файлами MS Excel, то преобразуем данные из CSV в xls-файл, для чего воспользуемся онлайн конвертором csv в xls (<https://onlineconvertfree.com/ru/convert-format/csv-to-xls/>).

Полученный файл переименуем в Inp_data.xls и скопируем в папку: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\. В файле Inp_data.xls добавим пустую

колонку на позиции «А» и автоматически пронумеруем все строки. В результате получим таблицу исходных данных, полностью подготовленную для обработки в системе «Эйдос» и записанную в нужную папку в виде файла нужного типа с нужным именем (таблица 1).

Автоматизированная формализация предметной области путем импорта исходных данных из внешних баз данных в систему "Эйдос".

Для загрузки базы исходных данных в систему «Эйдос» необходимо воспользоваться универсальным программным интерфейсом для ввода данных из внешних баз данных табличного вида, т.е. режимом 2.3.2.2.

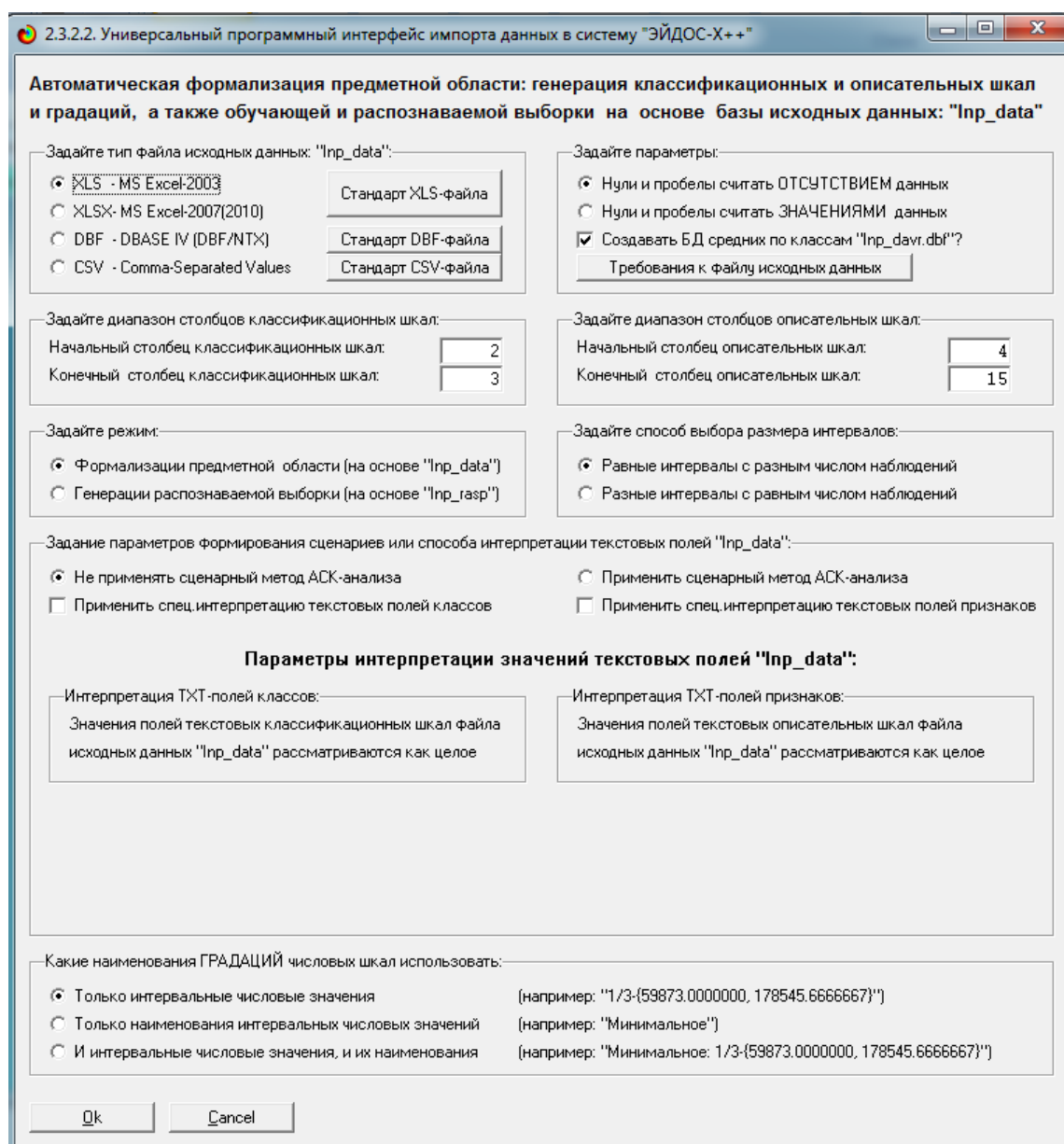


Рисунок 1 Экранная форма Универсального программного интерфейса импорта данных в систему "Эйдос" (режим 2.3.2.2.)

В экранной форме, приведенной на рисунке 1, задать настройки, показанные на рисунке:

- "Задайте тип файла исходных данных Inp_data": "XLS – MS Excel-2003";
- "Задайте диапазон столбцов классификационных шкал": "Начальный столбец классификационных шкал" – 2, "Конечный столбец классификационных шкал" – 3;
- "Задайте диапазон столбцов описательных шкал": "Начальный столбец описательных шкал" – 4, "Конечный столбец описательных шкал" – 15;
- "Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей": "Не применять сценарный метод АСК-анализа и спец.интерпретацию ТХТ-полей".

После нажать кнопку "ОК". Далее открывается окно, где размещена информация о размерности модели (рисунок 2). В этом окне необходимо нажать кнопку "Выйти на создание модели".

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс. шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис. шкалу
Числовые	2	6	3,00	12	36	3,00
Текстовые	0	0	0,00	0	0	0,00
ВСЕГО:	2	6	3,00	12	36	3,00

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В классификационных шкалах: В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

Рисунок 2. Задание размерности модели системы "Эйдос"

Далее открывается окно, отображающее стадию процесса импорта данных из внешней БД "Inp_data.xls" в систему "Эйдос" (рисунок 3), а также прогноз времени завершения этого процесса. В том окне необходимо

дождаться завершения формализации предметной области и нажать кнопку "ОК".

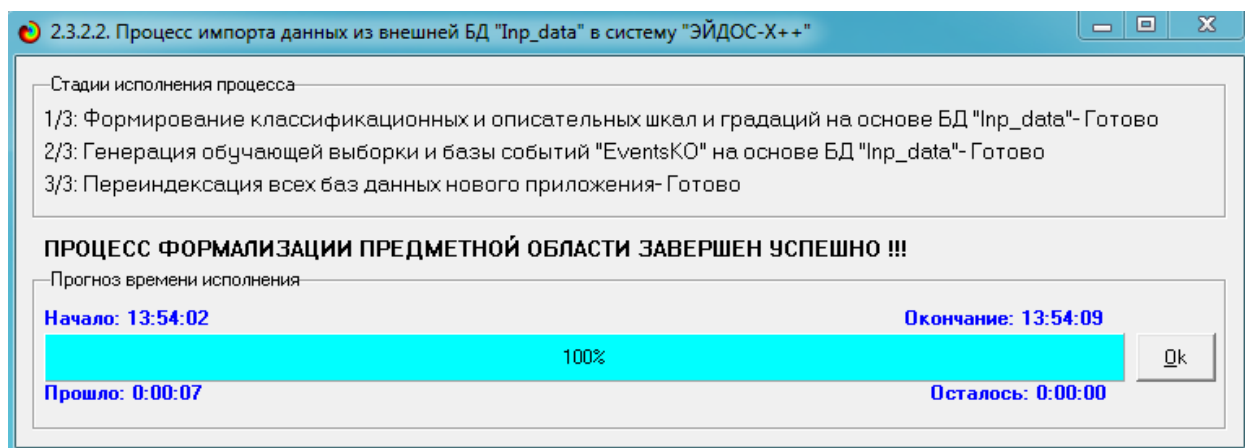


Рисунок 3. Процесс импорта данных из внешней БД "Inp_data.xls" в систему "Эйдос"

В результате формируются классификационные и описательные шкалы и градации, с применением которых исходные данные кодируются и представляются в форме эвентологических баз данных. Этим самым полностью автоматизировано выполняется 2-й этап АСК - анализа «Формализация предметной области». Для просмотра классификационных шкал и градаций необходимо запустить режим 2.1 (рисунок 4).

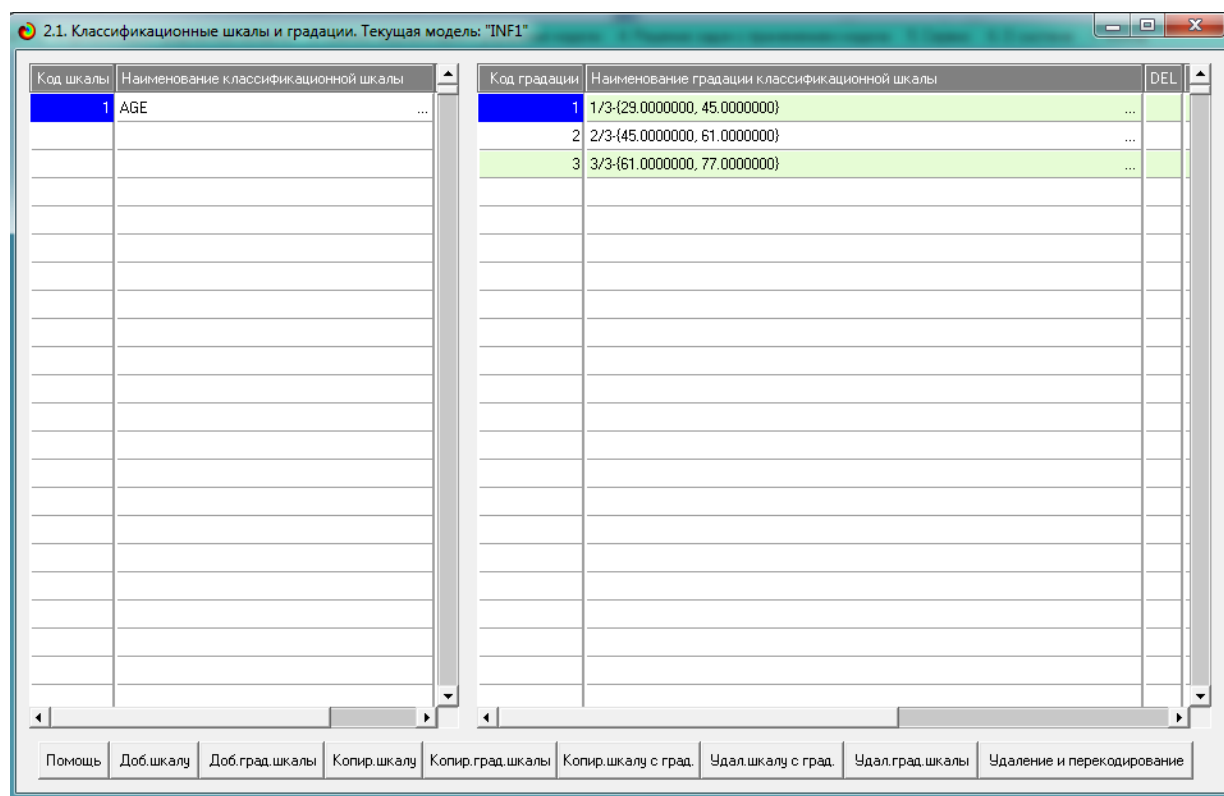


Рисунок 4. Классификационные шкалы и градации (фрагмент)

Для просмотра описательных шкал и градаций необходимо запустить режим 2.2 (рисунок 5).

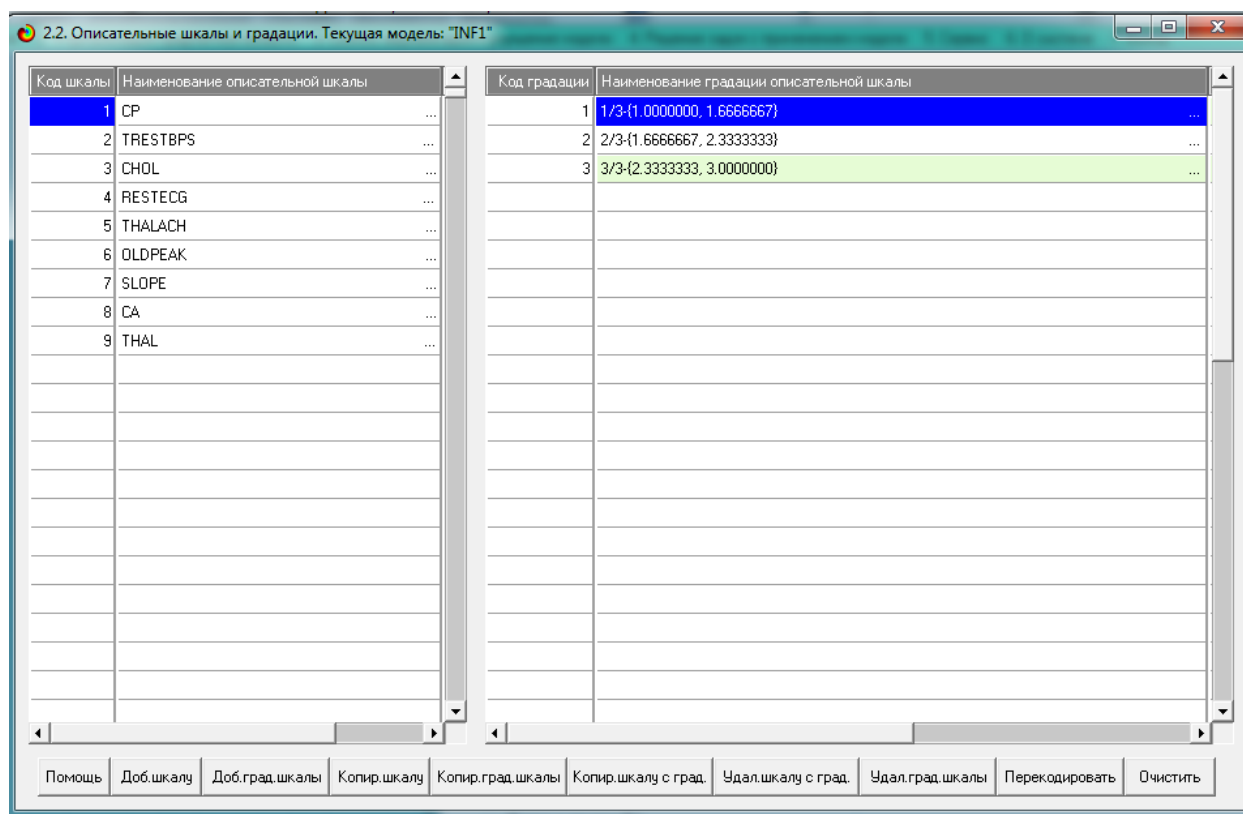


Рисунок 5. Описательные шкалы и градации (фрагмент).

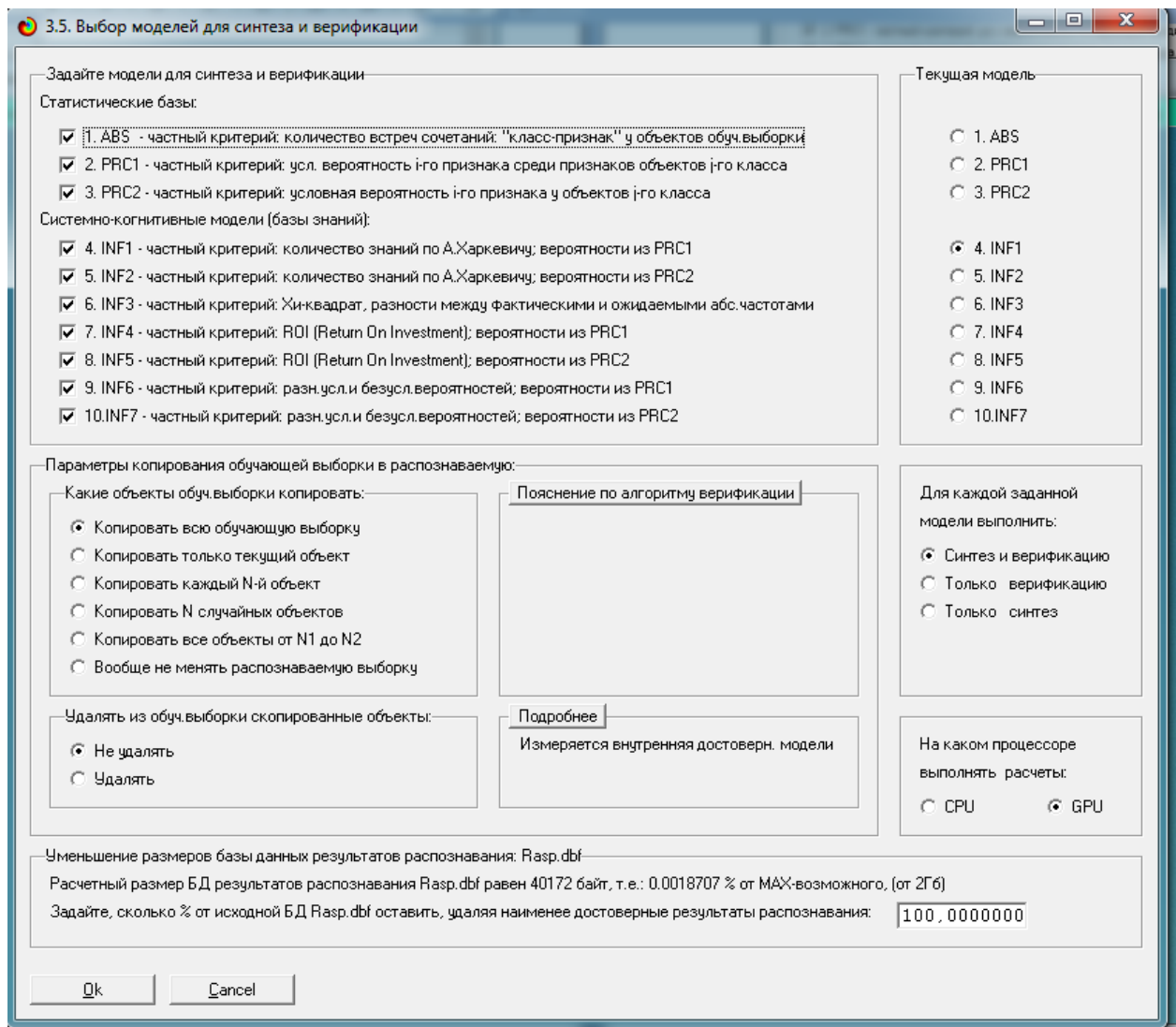


Рисунок 7. Выбор моделей для синтеза и верификации, а также текущей модели

В данном режиме имеется много различных методов верификации моделей, в том числе и поддерживающие бутстрепный метод. Но мы используем параметры по умолчанию, приведенные на рисунке 10. Стадия процесса исполнения режима 3.5 и прогноз времени его окончания отображаются на экранной форме, приведенной на рисунке 8.

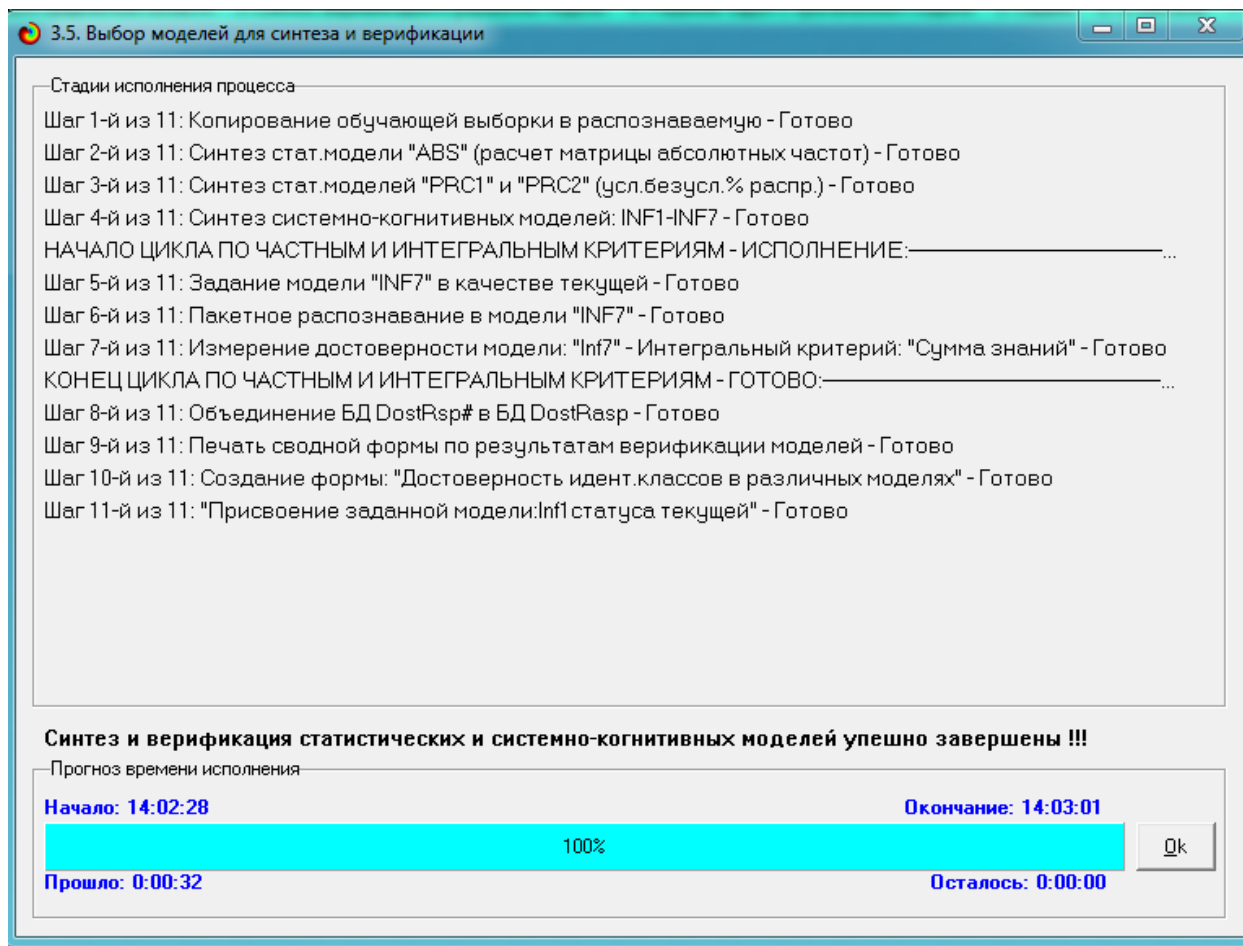


Рисунок 8. Синтез и верификация статистических моделей и моделей знаний

Интересно заметить (см. рисунок 8), что синтез и верификация всех 10 моделей на данной задаче заняли 35 минут, так как обрабатывается большой объем данных (250 строк). При этом верификация (оценка достоверности моделей) проводилась на всех 250 примерах наблюдения из обучающей выборки. В результате выполнения режима 3.5 созданы все модели, со всеми частными критериями, перечисленные на рисунке 10, но ниже мы приведем лишь некоторые из них (таблицы 2, 3, 4).

1.4. Виды моделей системы «Эйдос»

Рассмотрим решение задачи идентификации на примере модели INF1, в которой рассчитано количество информации по А. Харкевичу, которое мы получаем о принадлежности идентифицируемого объекта к каждому из классов, если знаем, что у этого объекта есть некоторый признак.

По сути, частные критерии представляют собой просто формулы для преобразования матрицы абсолютных частот (таблица 2) в матрицы условных и безусловных процентных распределений, и матрицы знаний (таблицы 3 и 4) (проф. В.И.Лойко).

Таблица 2 – Матрица абсолютных частот (модель ABS) и условных и безусловных процентных распределений (фрагменты)

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"							
Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. AGE 1/3 (29.0, 45.0)	2. AGE 2/3 (45.0, 61.0)	3. AGE 3/3 (61.0, 77.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	CP-1/3-{1.0000000, 1.6666667}	16	27	7	50	16.67	10.02
2	CP-2/3-{1.6666667, 2.3333333}	20	47	20	87	29.00	15.59
3	CP-3/3-{2.3333333, 3.0000000}	5	11	7	23	7.67	3.06
4	TRETBPS-1/3-{94.0000000, 129.3333333}	38	71	26	135	45.00	23.30
5	TRETBPS-2/3-{129.3333333, 164.6666667}	26	87	41	154	51.33	31.79
6	TRETBPS-3/3-{164.6666667, 200.0000000}		10	4	14	4.67	5.03
7	CHOL-1/3-{126.0000000, 272.0000000}	53	122	47	222	74.00	41.68
8	CHOL-2/3-{272.0000000, 418.0000000}	11	46	23	80	26.67	17.79
9	CHOL-3/3-{418.0000000, 564.0000000}			1	1	0.33	0.58
10	RESTECG-1/3-{1.0000000, 1.3333333}	40	81	31	152	50.67	26.65
11	RESTECG-2/3-{1.3333333, 1.6666667}						
12	RESTECG-3/3-{1.6666667, 2.0000000}		3	1	4	1.33	1.53
13	THALACH-1/3-{71.0000000, 114.6666667}	1	14	12	27	9.00	7.00
14	THALACH-2/3-{114.6666667, 158.3333333}	21	85	47	153	51.00	32.19
15	THALACH-3/3-{158.3333333, 202.0000000}	42	69	12	123	41.00	28.51
16	OLDPEAK-1/3-{0.1000000, 2.1333333}	23	88	44	155	51.67	33.17
17	OLDPEAK-2/3-{2.1333333, 4.1666667}	6	25	13	44	14.67	9.61
18	OLDPEAK-3/3-{4.1666667, 6.2000000}		4	1	5	1.67	2.08
19	SLOPE-1/3-{1.0000000, 1.3333333}	23	77	40	140	46.67	27.61
20	SLOPE-2/3-{1.3333333, 1.6666667}						
21	SLOPE-3/3-{1.6666667, 2.0000000}	38	79	25	142	47.33	28.18
22	CA-1/3-{1.0000000, 2.0000000}	6	65	32	103	34.33	29.57
23	CA-2/3-{2.0000000, 3.0000000}	1	8	11	20	6.67	5.13

Таблица 3 – Матрица информативностей (модель INF1) в битах
(фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. AGE 1/3 (29.0, 45.0)	2. AGE 2/3 (45.0, 61.0)	3. AGE 3/3 (61.0, 77.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	CP-1/3-{1.0000000, 1.6666667}	0.093	-0.006	-0.112	-0.025	-0.008	0.103
2	CP-2/3-{1.6666667, 2.3333333}	0.024	-0.005	-0.010	0.009	0.003	0.019
3	CP-3/3-{2.3333333, 3.0000000}	0.013	-0.031	0.048	0.030	0.010	0.039
4	TRESTBPS-1/3-{94.0000000, 129.3333333}	0.066	-0.011	-0.046	0.009	0.003	0.058
5	TRESTBPS-2/3-{129.3333333, 164.6666667}	-0.039	0.004	0.020	-0.015	-0.005	0.031
6	TRESTBPS-3/3-{164.6666667, 200.0000000}		0.052	0.035	0.087	0.029	0.027
7	CHOL-1/3-{126.0000000, 272.0000000}	0.032	-0.002	-0.027	0.003	0.001	0.030
8	CHOL-2/3-{272.0000000, 418.0000000}	-0.082	0.007	0.036	-0.038	-0.013	0.062
9	CHOL-3/3-{418.0000000, 564.0000000}			0.294	0.294	0.098	0.170
10	RESTECG-1/3-{1.0000000, 1.3333333}	0.052	-0.008	-0.035	0.010	0.003	0.045
11	RESTECG-2/3-{1.3333333, 1.6666667}						
12	RESTECG-3/3-{1.6666667, 2.0000000}		0.062	0.007	0.070	0.023	0.034
13	THALACH-1/3-{71.0000000, 114.6666667}	-0.353	-0.014	0.126	-0.240	-0.080	0.246
14	THALACH-2/3-{114.6666667, 158.3333333}	-0.082	0.000	0.050	-0.032	-0.011	0.067
15	THALACH-3/3-{158.3333333, 202.0000000}	0.106	0.002	-0.187	-0.078	-0.026	0.149
16	OLDPEAK-1/3-{0.1000000, 2.1333333}	-0.066	0.005	0.034	-0.027	-0.009	0.051
17	OLDPEAK-2/3-{2.1333333, 4.1666667}	-0.083	0.005	0.042	-0.036	-0.012	0.064
18	OLDPEAK-3/3-{4.1666667, 6.2000000}		0.076	-0.039	0.037	0.012	0.058
19	SLOPE-1/3-{1.0000000, 1.3333333}	-0.045	-0.002	0.035	-0.012	-0.004	0.040
20	SLOPE-2/3-{1.3333333, 1.6666667}						
21	SLOPE-3/3-{1.6666667, 2.0000000}	0.056	0.001	-0.065	-0.008	-0.003	0.061
22	CA-1/3-{1.0000000, 2.0000000}	-0.259	0.027	0.052	-0.180	-0.060	0.173
23	CA-2/3-{2.0000000, 3.0000000}	-0.291	-0.068	0.170	-0.188	-0.063	0.231

Таблица 4 – Матрица знаний (модель INF2) (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. AGE 1/3 (29.0, 45.0)	2. AGE 2/3 (45.0, 61.0)	3. AGE 3/3 (61.0, 77.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	CP-1/3-{1.0000000, 1.6666667}	0.115	-0.007	-0.143	-0.035	-0.012	0.129
2	CP-2/3-{1.6666667, 2.3333333}	0.023	-0.007	-0.005	0.011	0.004	0.017
3	CP-3/3-{2.3333333, 3.0000000}	0.008	-0.041	0.073	0.040	0.013	0.057
4	TRESTBPS-1/3-{94.0000000, 129.3333333}	0.080	-0.015	-0.054	0.011	0.004	0.069
5	TRESTBPS-2/3-{129.3333333, 164.6666667}	-0.062	0.005	0.035	-0.022	-0.007	0.050
6	TRESTBPS-3/3-{164.6666667, 200.0000000}		0.070	0.055	0.125	0.042	0.037
7	CHOL-1/3-{126.0000000, 272.0000000}	0.034	-0.002	-0.028	0.003	0.001	0.031
8	CHOL-2/3-{272.0000000, 418.0000000}	-0.119	0.010	0.057	-0.052	-0.017	0.091
9	CHOL-3/3-{418.0000000, 564.0000000}			0.403	0.403	0.134	0.232
10	RESTECG-1/3-{1.0000000, 1.3333333}	0.061	-0.011	-0.039	0.011	0.004	0.051
11	RESTECG-2/3-{1.3333333, 1.6666667}						
12	RESTECG-3/3-{1.6666667, 2.0000000}		0.084	0.018	0.102	0.034	0.044
13	THALACH-1/3-{71.0000000, 114.6666667}	-0.483	-0.019	0.178	-0.324	-0.108	0.339
14	THALACH-2/3-{114.6666667, 158.3333333}	-0.120	0.001	0.075	-0.044	-0.015	0.098
15	THALACH-3/3-{158.3333333, 202.0000000}	0.133	0.003	-0.243	-0.107	-0.036	0.191
16	OLDPEAK-1/3-{0.1000000, 2.1333333}	-0.098	0.007	0.053	-0.038	-0.013	0.077
17	OLDPEAK-2/3-{2.1333333, 4.1666667}	-0.121	0.007	0.064	-0.050	-0.017	0.095
18	OLDPEAK-3/3-{4.1666667, 6.2000000}		0.102	-0.044	0.058	0.019	0.075
19	SLOPE-1/3-{1.0000000, 1.3333333}	-0.070	-0.002	0.055	-0.017	-0.006	0.062
20	SLOPE-2/3-{1.3333333, 1.6666667}						
21	SLOPE-3/3-{1.6666667, 2.0000000}	0.066	0.001	-0.079	-0.013	-0.004	0.073
22	CA-1/3-{1.0000000, 2.0000000}	-0.357	0.036	0.078	-0.243	-0.081	0.240
23	CA-2/3-{2.0000000, 3.0000000}	-0.400	-0.091	0.237	-0.254	-0.085	0.318

1.5. Результаты верификации моделей

Результаты верификации (оценки достоверности) моделей, отличающихся частными критериями с двумя приведенными выше интегральными критериями приведены на рисунке 9.

4.1.3.6. Обобщенная форма по достов. моделей при разн. интегр. крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергера	Сумма модуль. уровней сход. истинно-полож. решений (STP)	Сумма модуль. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модуль. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)	Сумма модуль. уровней сход. ложно-отриц. решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В. Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	0.997	0.505	184.052	1.198	318.194	0.216	0.366	0.999	0.536
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас...	Сумма абс. частот по призна...	1.000	0.500	166.992		235.738		0.415	1.000	0.586
2. PRIC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	0.997	0.505	184.052	1.198	318.194	0.216	0.366	0.999	0.536
2. PRIC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...	1.000	0.500	207.796		394.803		0.345	1.000	0.513
3. PRIC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	0.997	0.505	184.052	1.198	318.194	0.216	0.366	0.999	0.536
3. PRIC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...	1.000	0.500	214.750		407.329		0.345	1.000	0.513
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.528	0.478	42.506	141.669	46.859	28.284	0.476	0.600	0.531
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.597	0.519	25.246	104.101	28.289	10.247	0.472	0.711	0.567
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Семантический резонанс зна...	0.538	0.487	42.314	142.652	45.887	28.233	0.480	0.600	0.533
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в...	Сумма знаний	0.614	0.534	24.214	101.997	27.929	9.898	0.464	0.710	0.561
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	0.601	0.485	70.262	131.224	80.776	35.461	0.465	0.665	0.547
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между факти...	Сумма знаний	0.601	0.485	53.023	102.515	69.229	19.738	0.434	0.729	0.544
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.413	0.445	33.218	155.198	31.215	40.385	0.516	0.451	0.481
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	0.640	0.515	40.367	74.493	50.120	7.794	0.446	0.838	0.582
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	0.409	0.446	33.089	158.766	30.288	40.949	0.522	0.447	0.482
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	0.644	0.522	45.206	85.260	55.527	8.795	0.449	0.837	0.584
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.591	0.481	69.845	136.119	79.364	36.753	0.468	0.655	0.546
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Сумма знаний	0.601	0.485	43.235	85.469	62.911	10.993	0.407	0.797	0.539
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	0.604	0.489	73.159	139.635	82.593	37.470	0.470	0.661	0.549
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Сумма знаний	0.614	0.499	47.222	96.410	66.411	11.968	0.416	0.798	0.546

Помощь по меркам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TP, TN, FP, FN | (TP-FP), (TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 9. Оценки достоверности моделей

Наиболее достоверной в данном приложении оказались модели ABS и INF2 при интегральном критерии «Сумма знаний» и «Семантический резонанс знаний» соответственно. При этом точность модели (F-мера Ван Ризбергера) составляет 0,500 и 0,534, а точность модели (L1-мера профессора Луценко) 0,586 и 0,561 соответственно. L1-мера профессора Луценко является более достоверной, по сравнению с F-мерой Ван Ризбергера. Таким образом, уровень достоверности прогнозирования с применением модели выше, чем экспертных оценок, достоверность которых считается равной примерно 75%. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется F-мера Ван Ризбергера и L-мера, представляющая собой ее нечеткое мультиклассовое обобщение, предложенное профессором Е.В.Луценко (рисунок 10).

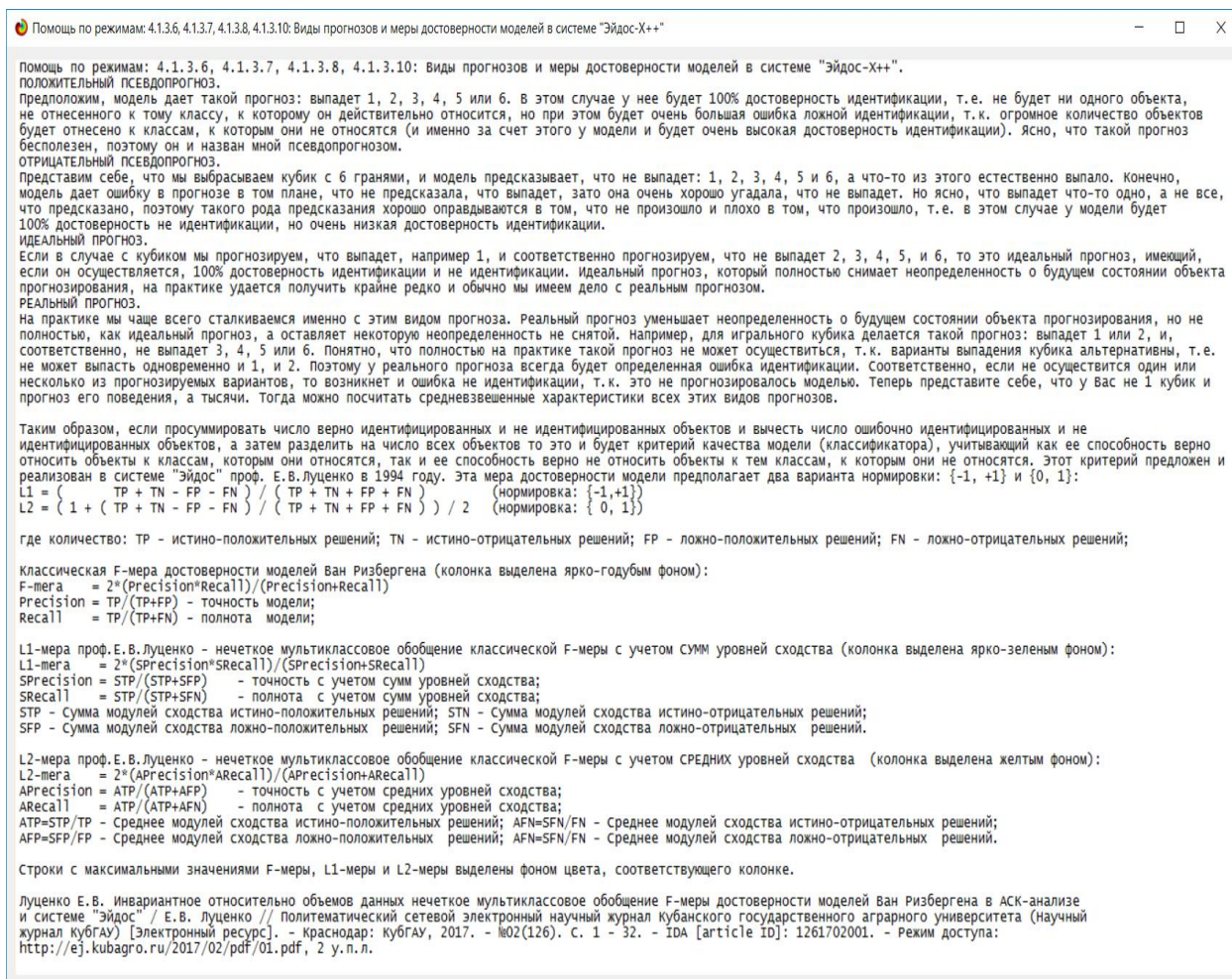


Рисунок 10. Виды прогнозов и принцип определения достоверности моделей по авторскому варианту метрики, сходной с F-критерием

Также обращает на себя внимание, что статистические модели, как правило, дают более низкую средневзвешенную достоверность идентификации и не идентификации, чем модели знаний, и практически никогда – более высокую. Этим и оправдано применение моделей знаний и интеллектуальных технологий. На рисунке 11 приведены частные распределения уровней сходства и различия для верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных ситуаций в наиболее достоверных моделях ABS и INF2.

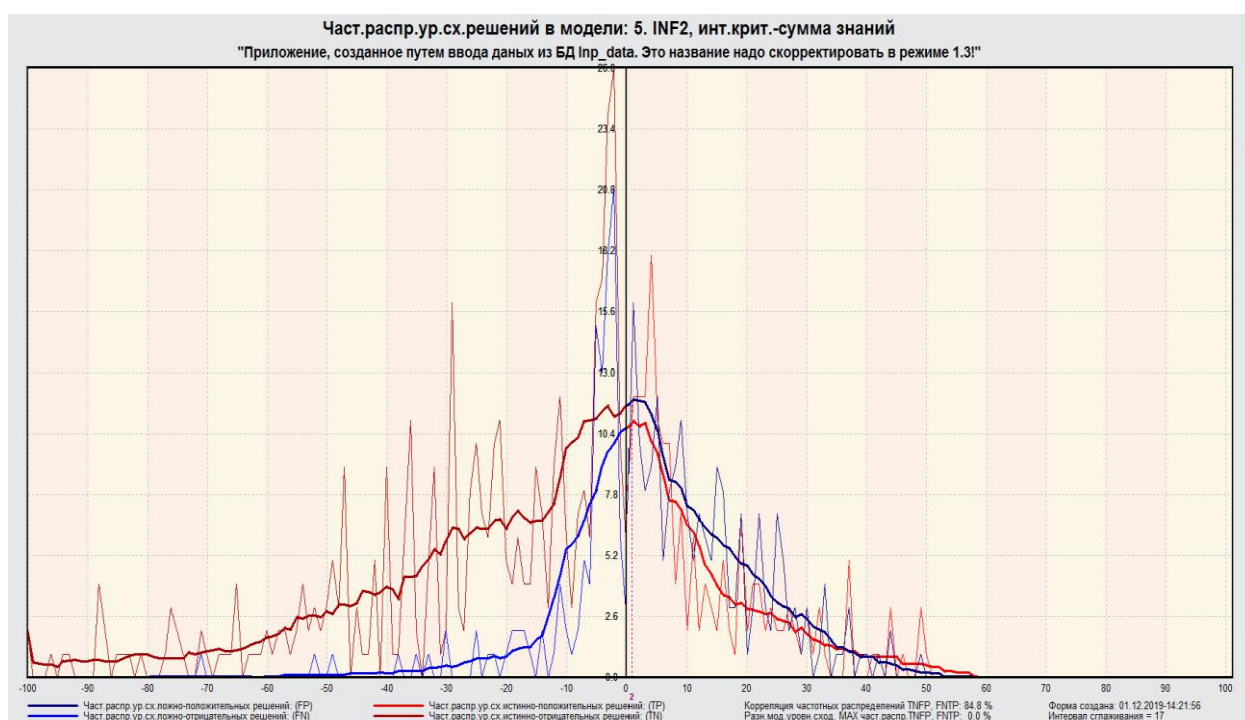
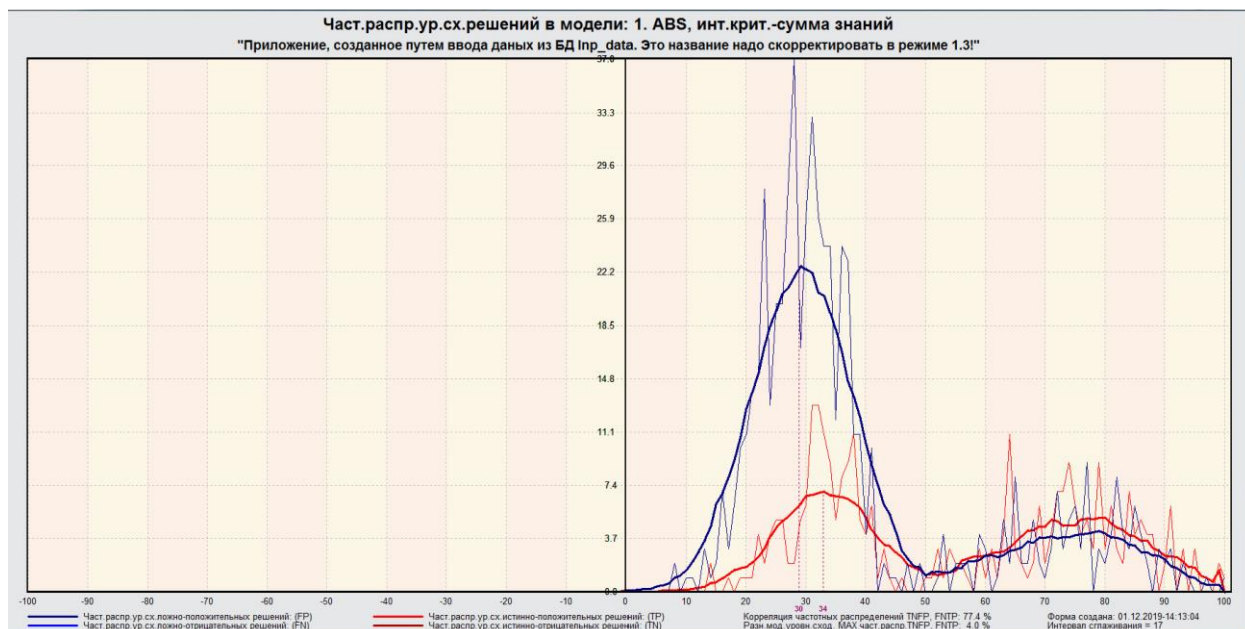


Рисунок 11. Частотное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных состояний объекта моделирования в модели ABS и INF2

Из рисунка 11 видно, что:

- наиболее достоверная модель ABS лучше определяет непринадлежность объекта к классу, чем принадлежность (что видно также из рисунка 9);

- модуль уровня сходства-различия в наиболее достоверной модели INF3 для верно идентифицированных и верно не идентифицированных объектов значительно выше, чем для ошибочно идентифицированных и ошибочно не идентифицированных. Это верно практически для всего диапазона уровней сходства-различия, кроме небольших по модулю значений в диапазоне от 0 до 15% уровня сходства. Для очень больших значений уровней сходства-различия (более 90%) также различие между верно и ошибочно идентифицированными и не идентифицированными ситуациями практически отсутствует.

Любые данные о наблюдениях можно считать суммой истинного значения и шума, причем ни первое, ни второе неизвестны. Поэтому имеет смысл сравнить созданные модели с чисто случайными моделями, совпадающими по основным характеристикам. В системе «Эйдос» есть лабораторная работа № 2.01: «Исследование RND-модели при различных объемах выборки». Если данная работа устанавливается при отсутствии текущего приложения, то все параметры создаваемых моделей задаются вручную, если же текущая модель существует, как в нашем случае, то все основные ее параметры определяются автоматически (рисунок 12):

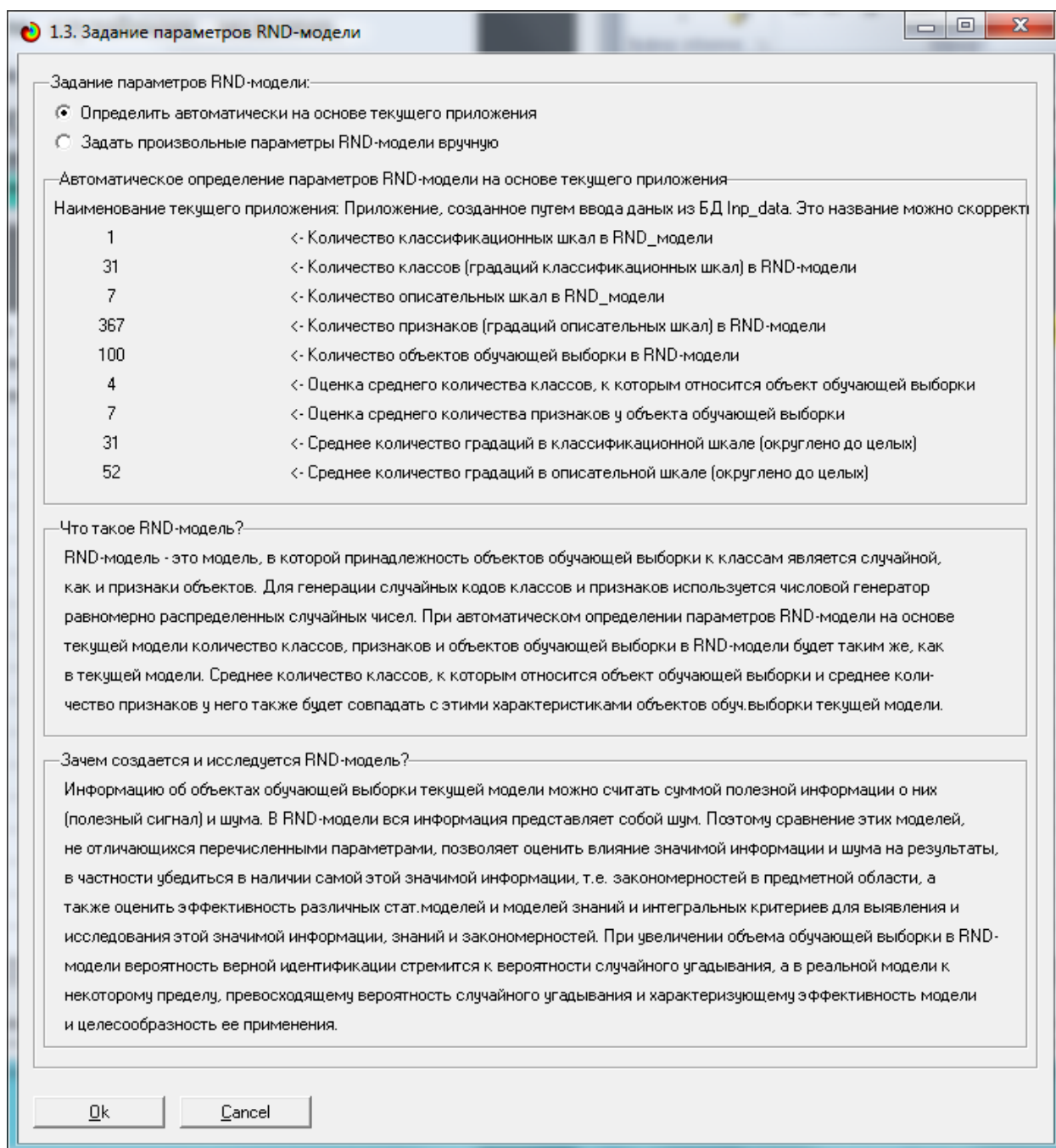
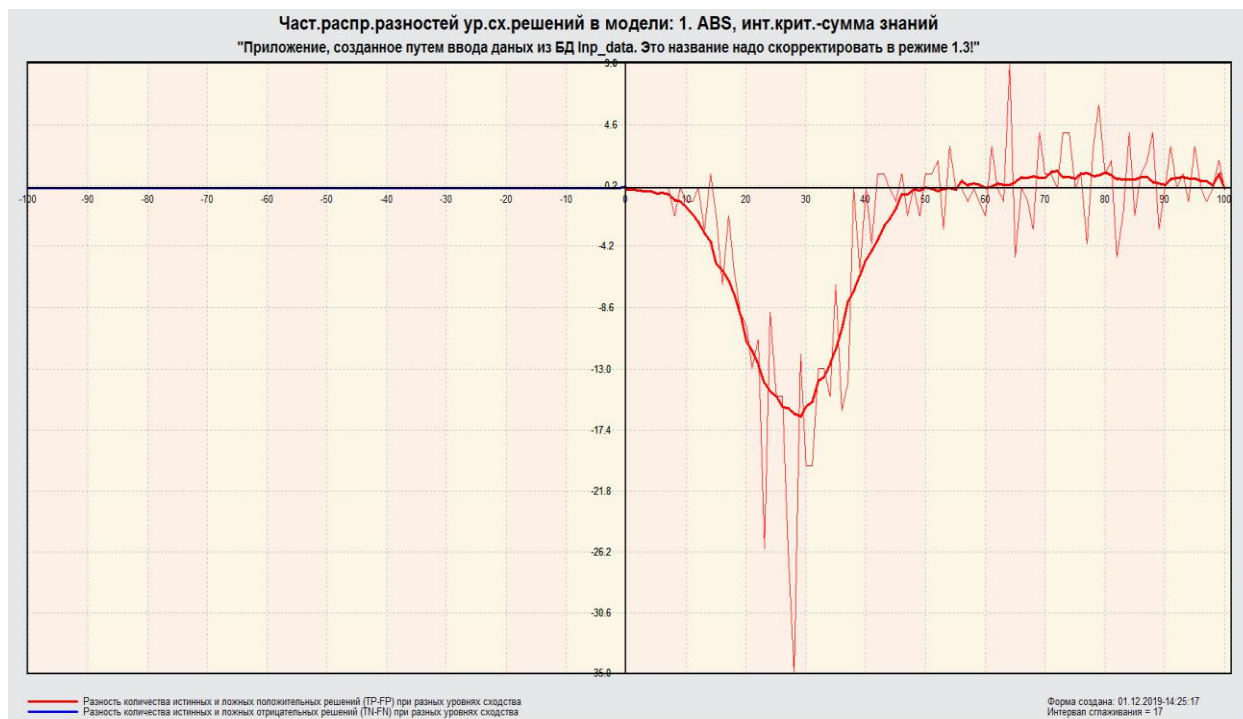


Рисунок 12. Экранная форма управления созданием случайных моделей, совпадающих с текущей по размерностям основных баз данных

На рисунке 13 показано частное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных состояний в случайной модели ABS.



На рисунке 13 приведены данные по достоверности статистических и когнитивных моделей, созданных на основе случайной выборки.

Совершенно очевидное различие частотных распределений уровней сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных состояний объекта моделирования и случайной модели (рисунки 12 и 13) объясняется тем, что в реальных моделях кроме шума есть также и информация об истинных причинно-следственных взаимосвязях факторов и их значений с одной стороны, и состояниями объекта моделирования, которые ими обуславливаются, с другой стороны. Если же такой информации в модели нет, то и распределение получается типа, приведенного на рисунке 14.

4.13.7. Обобщенный анализ результатов идент. по моделям и инт.крит. Текущая модель: "INF1"													
Наименование модели и частного критерия	Наименование интегрального критерия	Дифференциальная достоверность модели (1, +1)	Кол-во логических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (TP)	Число истинно-отрицательных решений (TN)	Число ложно-положительных решений (FP)	Число ложно-отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	Ф-мера Ван Ризбергера	Сумма модул. уровней сход. истинно-полож. решений (STP)	Сумма модул. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модул. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Ул-в."	Корреляция абс. частот с абс. частот по признаку...	-0.170	303	302	14	592	1	0.338	0.997	0.505	184.052	1.198	318.194
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Ул-в."	Сигна абс. частот по признаку...	-0.186	303	303		606		0.333	1.000	0.500	166.992		235.736
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред.	Корреляция усл.отн. частот с о...	-0.170	303	302	14	592	1	0.338	0.997	0.505	184.052	1.198	318.194
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред.	Сигна усл.отн. частот по при...	-0.186	303	303		606		0.333	1.000	0.500	207.796		394.803
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность того признака.	Корреляция усл.отн. частот с о...	-0.170	303	302	14	592	1	0.338	0.997	0.505	184.052	1.198	318.194
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность того признака.	Сигна усл.отн. частот по при...	-0.186	303	303		606		0.333	1.000	0.500	214.750		407.325
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А/Харкевичу, в.	Семантический резонанс зна...	0.210	303	160	400	206	143	0.437	0.528	0.478	42.506	141.669	46.855
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А/Харкевичу, в.	Сигна знаний	0.221	303	181	393	213	122	0.459	0.597	0.519	25.246	104.101	28.285
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А/Харкевичу, в.	Семантический резонанс зна...	0.218	303	163	402	204	140	0.444	0.538	0.487	42.314	142.652	45.887
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А/Харкевичу, в.	Сигна знаний	0.236	303	186	398	208	117	0.472	0.614	0.534	24.214	101.997	27.925
6. INF3 - частный критерий: Уникодарт, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	0.137	303	182	340	266	121	0.406	0.601	0.485	70.262	131.224	80.776
6. INF3 - частный критерий: Уникодарт, разности между факти...	Сигна знаний	0.137	303	182	340	266	121	0.406	0.601	0.485	53.023	102.515	69.225
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Семантический резонанс зна...	0.271	303	125	472	134	178	0.483	0.413	0.445	33.218	155.198	31.215
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Сигна знаний	0.181	303	194	349	257	109	0.430	0.640	0.515	40.367	74.493	50.120
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Семантический резонанс зна...	0.276	303	124	477	129	179	0.490	0.409	0.446	33.089	158.766	30.286
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятн...	Сигна знаний	0.193	303	195	357	249	108	0.439	0.644	0.522	45.206	85.260	55.527
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Семантический резонанс зна...	0.134	303	179	343	263	124	0.405	0.591	0.491	69.845	136.119	79.364
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Сигна знаний	0.137	303	182	340	266	121	0.406	0.601	0.495	43.235	85.469	62.911
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, ве...	Семантический резонанс зна...	0.143	303	183	344	262	120	0.411	0.604	0.499	73.159	139.635	82.593
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, ве...	Сигна знаний	0.153	303	186	350	256	117	0.421	0.614	0.499	47.222	96.410	66.411

Рисунок 14. Достоверность статистических и когнитивных моделей, созданных на основе случайной выборки

На основе его сравнения с рисунком 9 можно сделать следующие **ВЫВОДЫ**:

- достоверность лучшей модели INF4, отражающей реальный объект моделирования, примерно на 20% выше, чем аналогичной случайной модели;
- различие между достоверностью статистических моделей и моделей знаний, созданных на основе случайной выборки, значительно меньше, чем у моделей, отражающих реальный объект моделирования;
- в реальных моделях кроме шума есть также и информация об истинных причинно-следственных взаимосвязях факторов и их значений с одной стороны, и состояниями объекта моделирования, которые ими обуславливаются, с другой стороны, причем примерно 1/3 достоверности обусловлена отражением в реальных моделях закономерностей предметной области, а 2/3 достоверности обусловлено наличием шума в исходных данных. На основании этого можно предположить, что в исходных данных уровень сигнала о реальных причинно-следственных связях в моделируемой предметной области примерно в два раза ниже уровня шума.

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ

2.1. Решение задачи

В соответствии с технологией АСК-анализа зададим текущей модель INF4 (режим 5.6) (рисунок 15) и проведем пакетное распознавание в режиме 4.2.1.

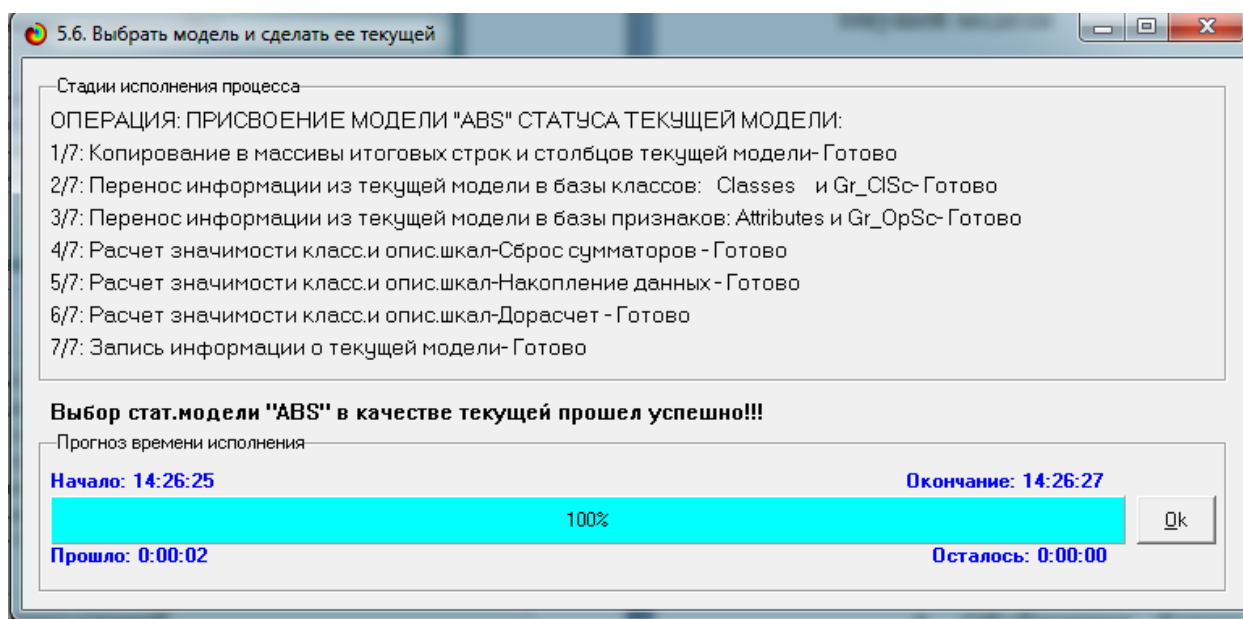
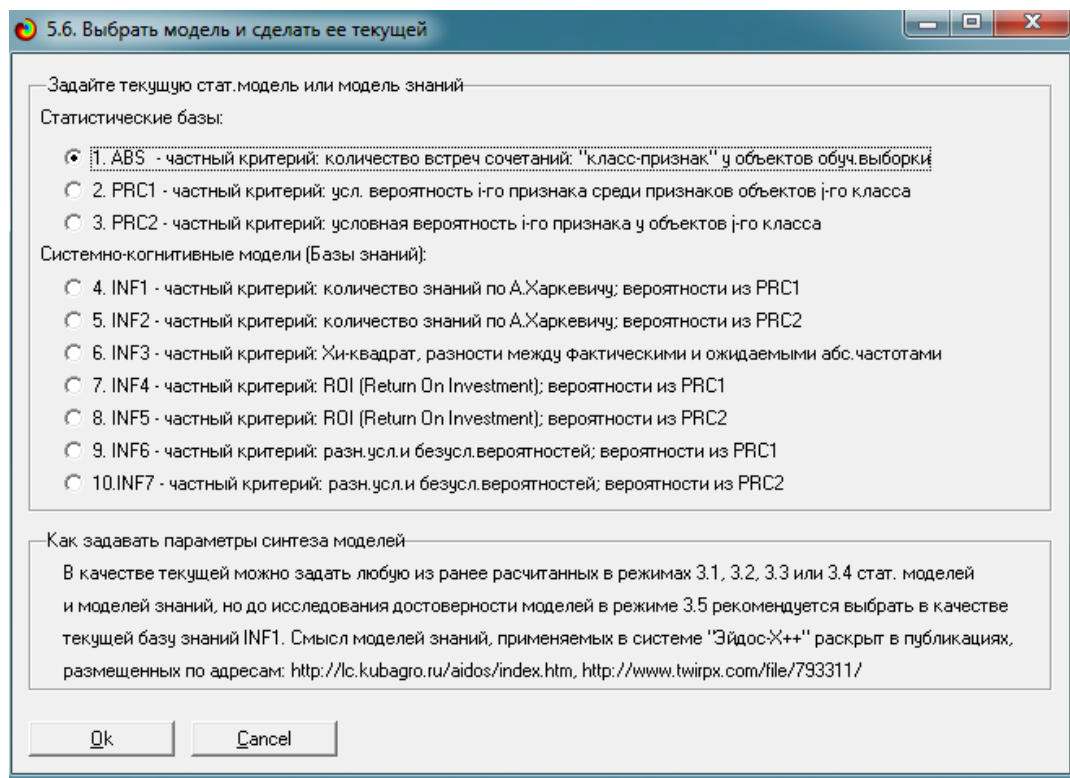


Рисунок 15. Экранные формы режима задания модели в качестве текущей

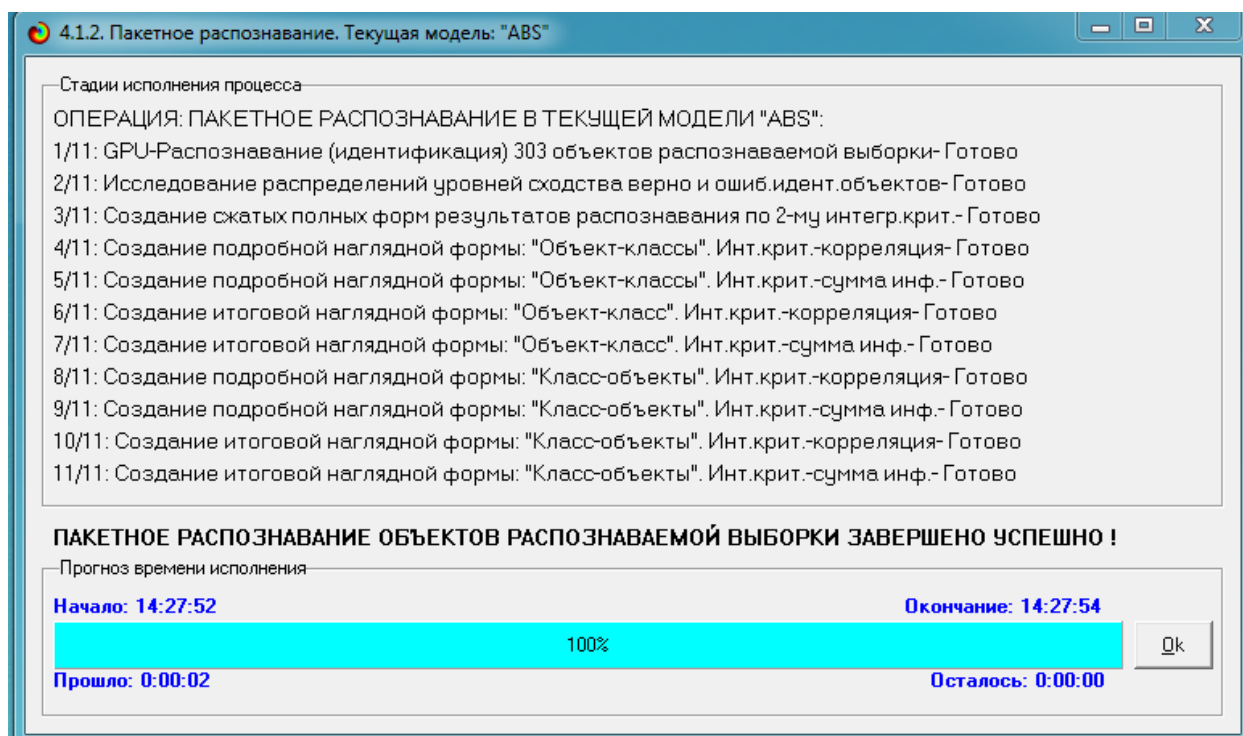


Рисунок 16. Экранная форма режима пакетного распознавания в текущей модели

В результате пакетного распознавания в текущей модели создается ряд баз данных, которые визуализируются в выходных экранных формах, отражающих результаты решения задачи идентификации и прогнозирования.

Режим 4.1.3 системы «Эйдос» обеспечивает отображение результатов идентификации и прогнозирования в различных формах:

1. Подробно наглядно: "Объект – классы".
2. Подробно наглядно: "Класс – объекты".
3. Итоги наглядно: "Объект – классы".
4. Итоги наглядно: "Класс – объекты".
5. Подробно сжато: "Объект – классы".
6. Обобщенная форма по достоверности моделей при разных интегральных критериях.
7. Обобщенный статистический анализ результатов идентификации по моделям и интегральным критериям.
8. Статистический анализ результатов идентификации по классам, моделям и интегральным критериям.

9. Распознавание уровня сходства при разных моделях и интегральных критериях.

10. Достоверность идентификации классов при разных моделях и интегральных критериях.

Ниже кратко рассмотрим некоторые из них.

На рисунках 15 и 16 приведены примеры прогнозов высокой и низкой достоверности частоты и классов в наиболее достоверной модели ABS на основе наблюдения предыстории их развития:

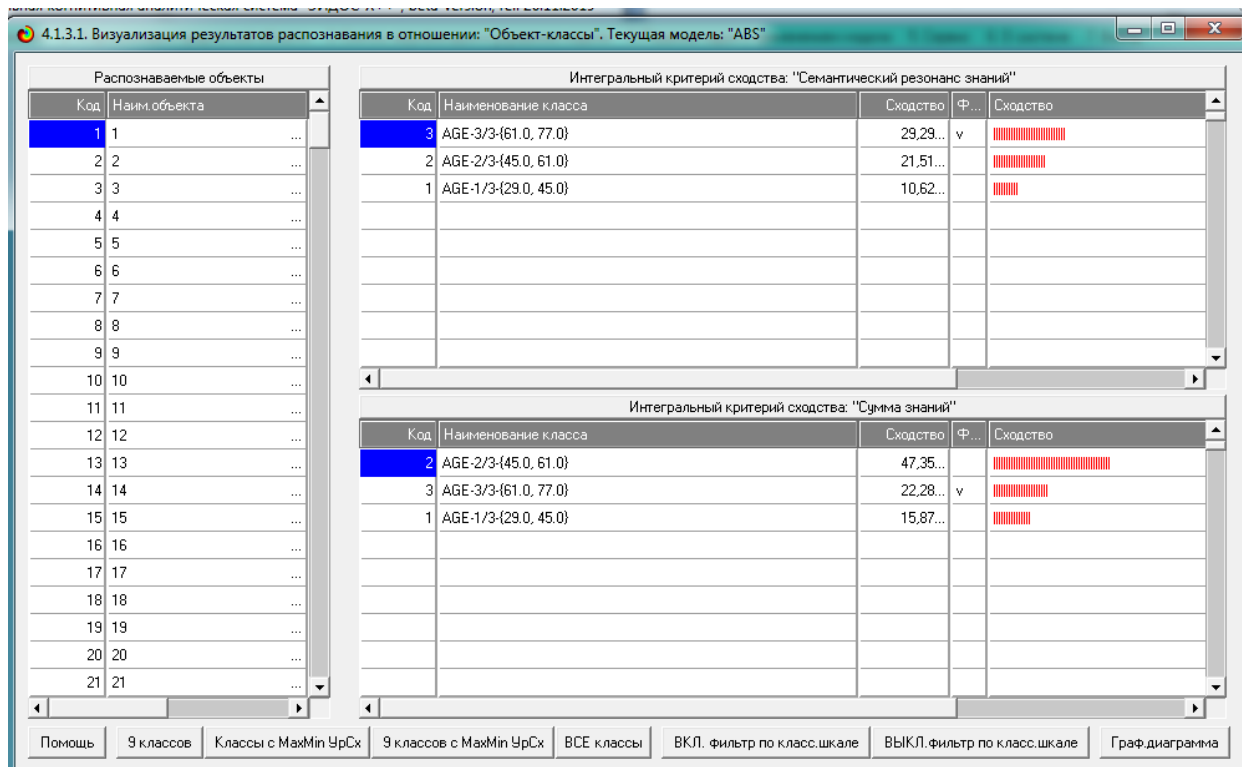


Рисунок 17. Пример идентификации классов в модели ABS

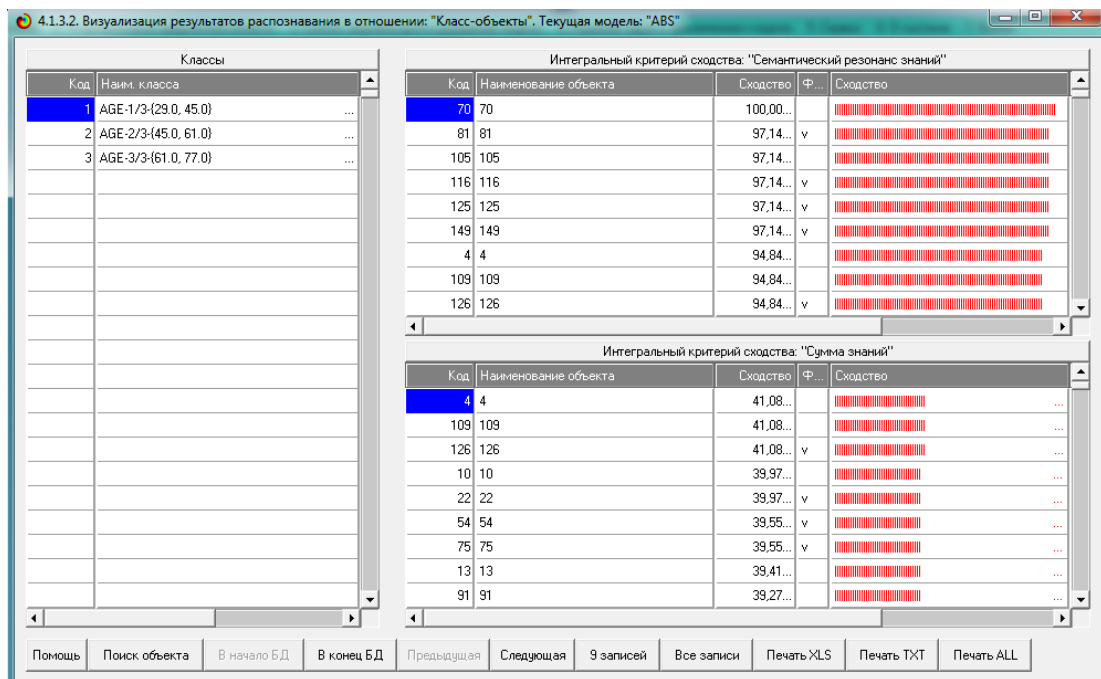


Рисунок 18. Пример идентификации классов в модели ABS

2.2. Когнитивные функции

Рассмотрим режим 4.5, в котором реализована возможность визуализации когнитивных функций для любых моделей и любых сочетаний классификационных и описательных шкал (рисунок 19):

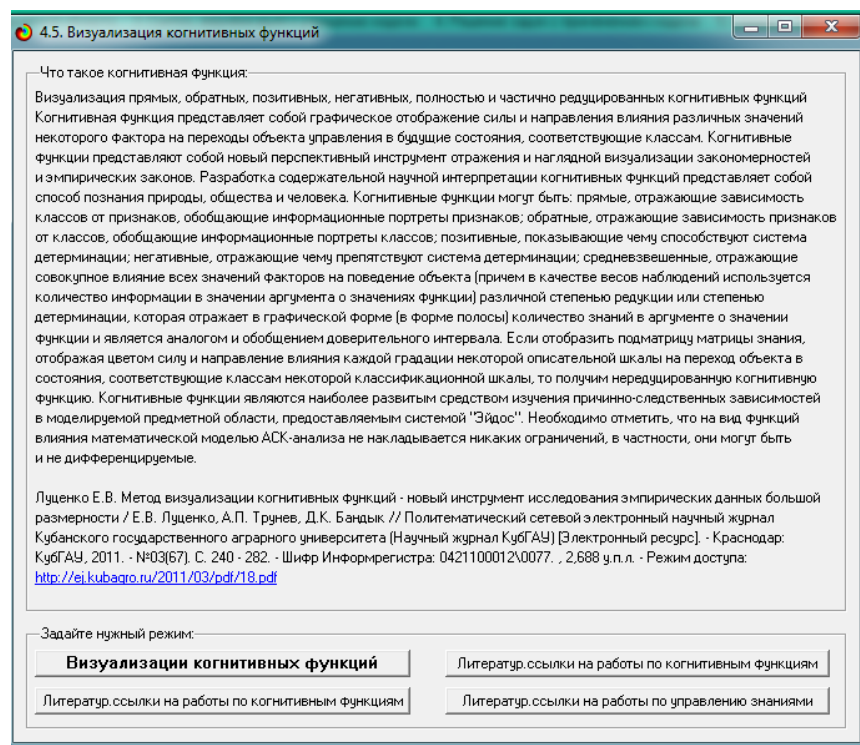


Рисунок 19. Экранная форма режима визуализации когнитивных функций

2.4 Нелокальные нейроны и нейронная сеть



Рисунок 27. Графическое отображение нелокальных нейронов

Для каждого технологического фактора в соответствии с предложенной моделью определяется величина и направление его влияния на осуществление всех желаемых и не желаемых хозяйственных ситуаций. Для каждой ситуации эта информация отображается в различных текстовых и графических формах, в частности в форме нелокального нейрона (рисунок 27). На данной диаграмме цвет линии означает знак связи (красный – положительная, синий – отрицательная), а толщина – ее модуль.

Дополнение модели нейрона связями факторов позволяет построить классическую когнитивную карту ситуации (будущего состояния АОУ). Детальная внутренняя структура любой связи отображается в форме инвертированной когнитивной диаграммы (рисунок 28). Необходимо отметить, что все указанные графические формы генерируются системой "Эйдос" автоматически в соответствии с созданной моделью.

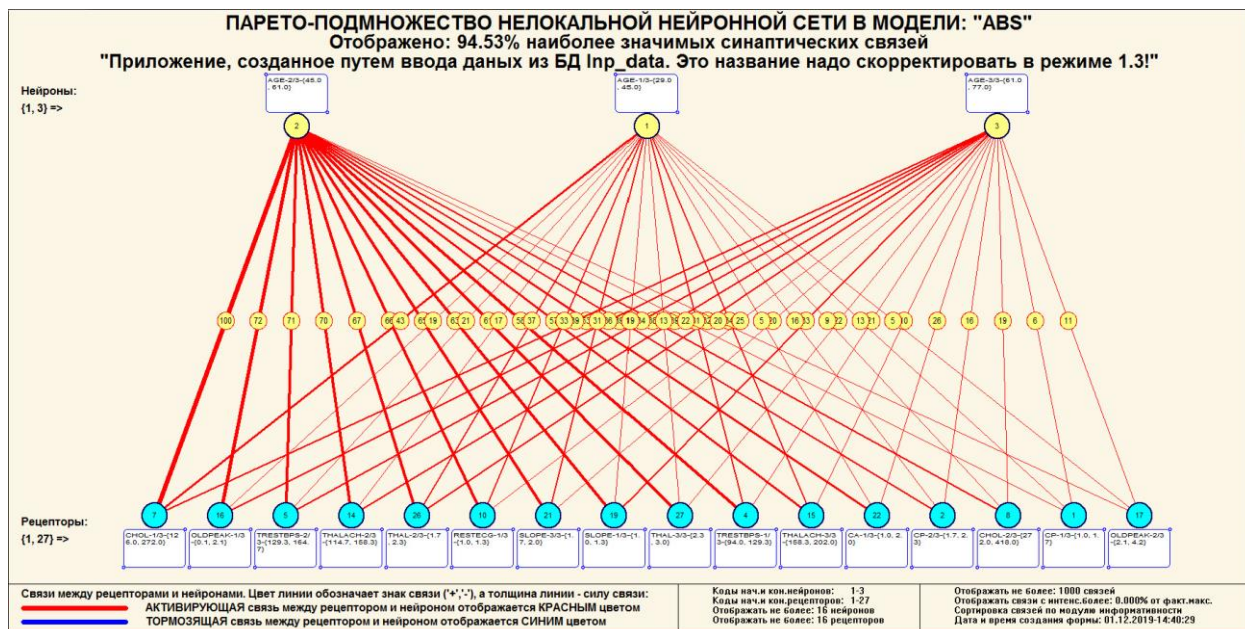


Рисунок 28 – Паретто – подмножеств нелокадной нейронной сети в системе «Эйдос - X»

2.3 SWOT и PEST матрицы и диаграммы

SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего профессионального опыта и компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных.

Подобная технология разработана давно, ей уже около 30 лет, но она малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос». Данная система всегда обеспечивала возможность проведения количественного автоматизированного SWOT-анализа без использования экспертных оценок непосредственно на основе эмпирических данных. Результаты SWOT-анализа выводились в форме информационных портретов. В версии системы под MS Windows: «Эйдос-X++» предложено автоматизированное количественное решение прямой и обратной задач SWOT-анализа с построением традиционных SWOT-матриц и диаграмм (рисунок 29).

2.5 Количественный автоматизированный SWOT – анализ

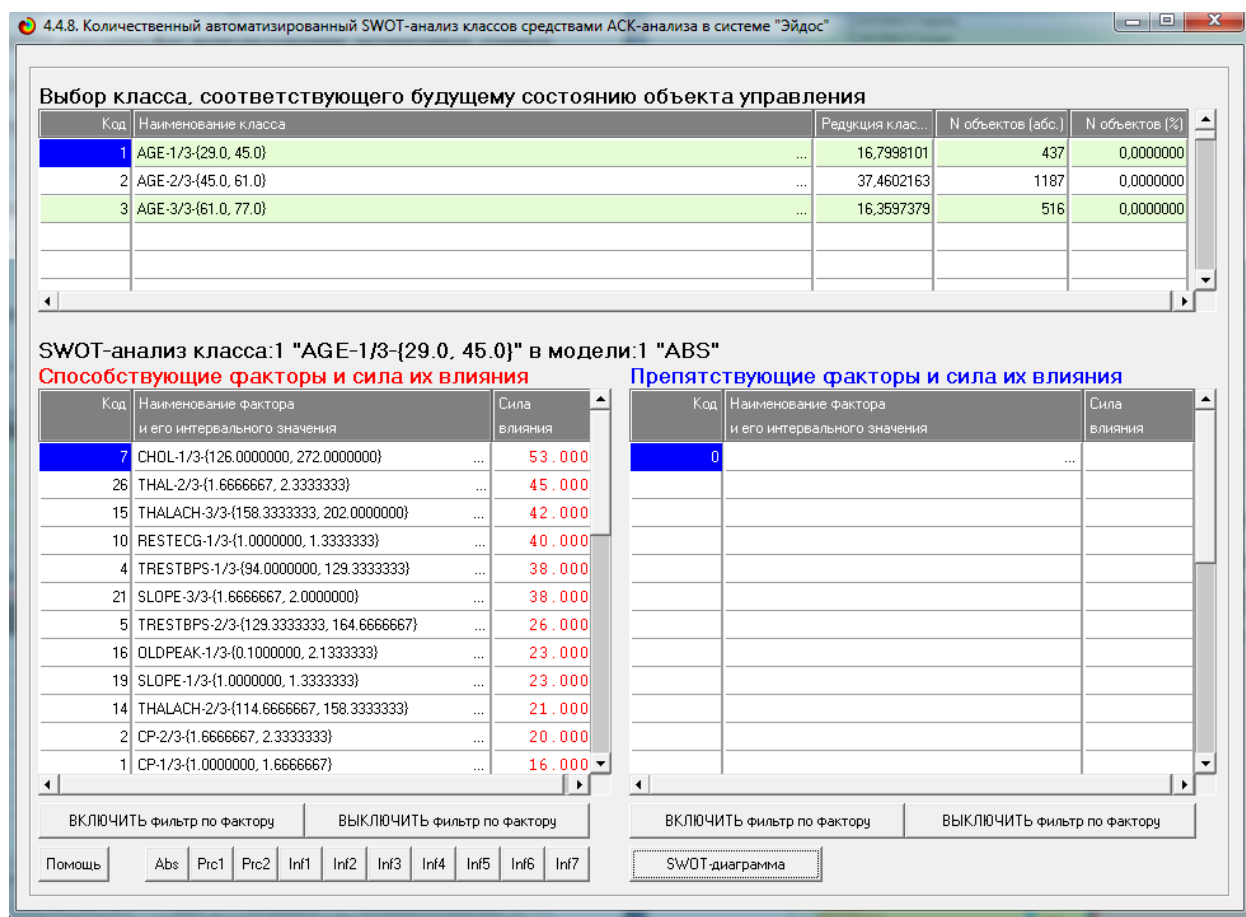


Рисунок 29. Пример SWOT-матрицы в модели ABS

На рисунке 30 приведены примеры инвертированной SWOT- матрицы и инвертированной SWOT-диаграммы в модели ABS.

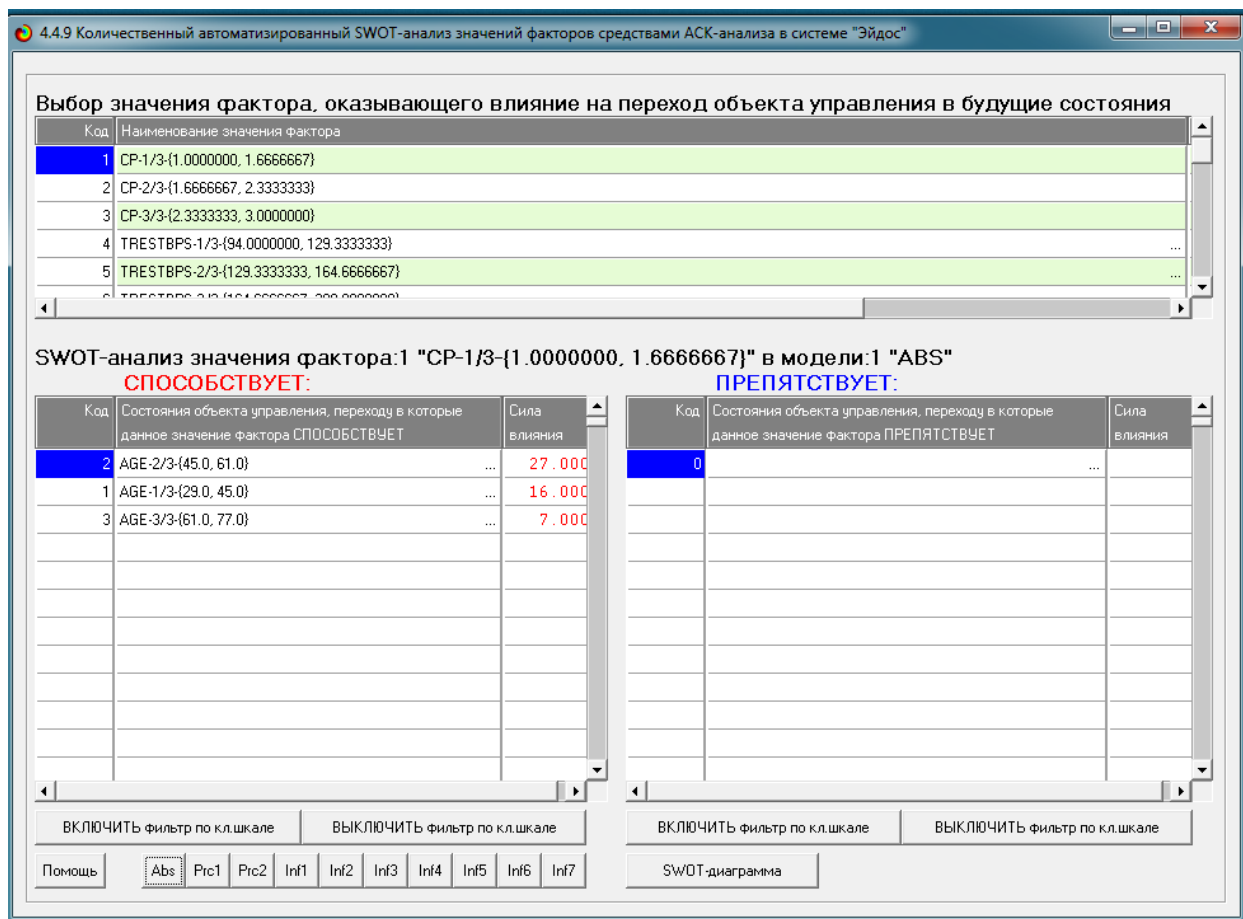


Рисунок 30. Табличная выходная форма количественного автоматизированного SWOT- и PEST-анализа средствами системы «Эйдос»

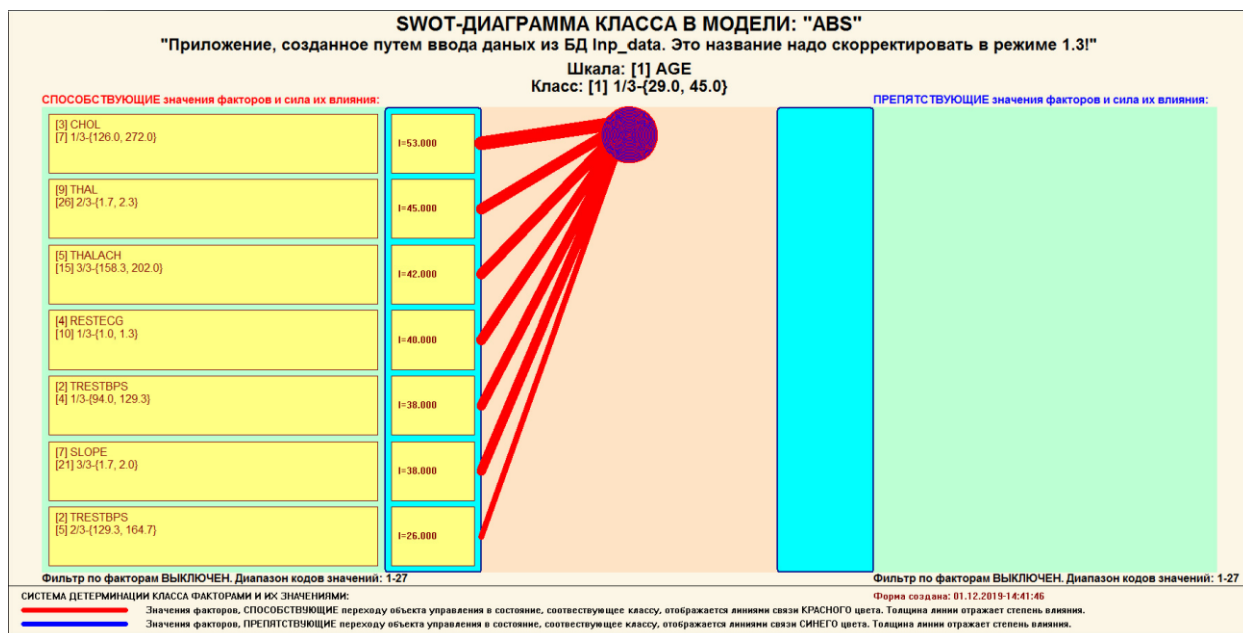


Рисунок 31. Графическая выходная форма количественного автоматизированного SWOT- и PEST-анализа средствами системы «Эйдос»

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Так как существует множество систем искусственного интеллекта, то возникает необходимость сопоставимой оценки качества их математических моделей. Одним из вариантов решения этой задачи является тестирование различных системы на общей базе исходных данных, для чего очень удобно использовать общедоступную базу репозитория Kaggle. В данной курсовой работе приводится развернутый пример использования базы данных репозитория Kaggle для оценки качества математических моделей, применяемых в АСК-анализе и его программном инструментарии системе искусственного интеллекта «Эйдос». При этом наиболее достоверной в данном приложении оказались модели ABS, основанная на семантической мере целесообразности информации А.Харкевича при интегральном критерии «Сумма знаний». Точность модели составляет 0,586 , что заметно выше, чем достоверность экспертных оценок, которая считается равной около 75%. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется метрика, сходная с F-критерием. Также обращает на себя внимание, что статистические модели в данном приложении дают примерно на 21% более низкую средневзвешенную достоверность идентификации и не идентификации, чем модели знаний, что, как правило, наблюдается и в других приложениях. Этим и оправдано применение моделей знаний.

На основе базы данных Kaggle, рассмотренной в данной курсовой работе, построить модели прогнозирования не с помощью АСК-анализа и реализующей его системы «Эйдос», а с применением других математических методов и реализующих их программных систем, то можно сопоставимо сравнить их качество.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Луценко Е.В. АСК-анализ, моделирование и идентификация живых существ на основе их фенотипических признаков / Е.В. Луценко, Ю.Н. Пенкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: Куб- ГАУ, 2014. – №06(100). С. 1346 – 1395. – IDA [article ID]: 1001406090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/90.pdf>, 3,125 у.п.л.

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

3. 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.

4. Сайт профессора Е.В.Луценко [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/>, свободный. - Загл. с экрана. Яз. рус.

5. Луценко Е.В. Количественная оценка степени манипулирования индексом Хирша и его модификация, устойчивая к манипулированию / Е.В. Луценко, А.И. Орлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. –

№07(121). С. 202 – 234. – IDA [article ID]: 1211607005. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/05.pdf>, 2,062 у.п.л..
<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-121-0057>.

7. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос- Х++» / 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.

8. Луценко Е.В., Боровко А.Ю. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА И КЛАССОВ СОЛНЕЧНЫХ ВСПЫШЕК НА ОСНОВЕ ИХ ПРЕДЫСТОРИИ ПО ДАННЫМ РЕПОЗИТОРИЯ UCI С ПРИМЕНЕНИЕМ АСК- АНАЛИЗА И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ «ЭЙДОС» // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/99.pdf>

9. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.