

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

Факультет прикладной информатики

РЕЦЕНЗИЯ

на курсовой проект (работу)

Студента (ки) Копань Анастасии Олеговны

курса 3 очной (заочной) формы обучения

направления подготовки 09.03.02

направленность (профиль) информационные системы и технологии

Наименование темы «Разработка и исследование системно-когнитивной модели классификации городов по индексу качества жизни на основе многокритериальных данных репозитория Numbeo».

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	5
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

Применение современных математических моделей и программного
инструмента

Недостатки работы

Недостаточно качественное оформление

Итоговая оценка при защите отлично

Рецензент _____

(____ Е.В. Луценко ____)

« ____ » _____ 2017 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

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

Факультет прикладной информатики
Кафедра компьютерных технологий и систем

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к курсовой работе

по дисциплине: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ

на тему:

**Разработка и исследование системно-когнитивной модели
классификации городов по индексу качества жизни на основе
многокритериальных данных репозитория Numbeo**

выполнила студентка группы ИТ1401 **Копань Анастасия Олеговна**

Допущена к защите _____

Руководитель проекта _____ Луценко Евгений Вениаминович,
д.э.н., к.т.н., профессор
(подпись, расшифровка подписи)

Нормоконтролер _____ Николаева Ирина Валентиновна, к.т.н.,
доцент
(подпись, расшифровка подписи)

Защищена _____ Оценка _____

(дата)

Члены комиссии _____ В.И. Лойко
_____ Е.В. Луценко
_____ И. В. Николаева
(подпись, дата, расшифровка подписи)

Краснодар
2017 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»Факультет прикладной информатики
Кафедра компьютерных технологий и систем

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой КТС _____ В. И. Лойко

ЗАДАНИЕ
на курсовую работуСтудентке: ИТ1401 группы 3 курса
Факультета прикладной информатики
Специальности: 09.03.02 Информационные системы и технологии
(шифр)**Копань Анастасия Олеговна**
(Ф.И.О.)Тема проекта: **Разработка и исследование системно-когнитивной модели
классификации городов по индексу качества жизни на основе многокритериальных
данных репозитория Numbeo**Содержание задания: Провести исследование и разработать системно-когнитивную
модель «Разработка и исследование системно-когнитивной модели классификации
городов по индексу качества жизни на основе многокритериальных данных репозитория
Numbeo» Объем работы:

а) пояснительная записка к работе _____ листа формата А4

б) графическая часть _____ лист формата А4

Рекомендуемая литература: _ Луценко Е.В. Лабораторный практикум по
интеллектуальным информационным системам: Учебное пособие для бакалавриата. 7-е
изд., перераб. и доп.- Краснодар: КубГАУ – 2016, – 615 с., в электронном виде на сайте
автора: <http://ic.kubagro.ru/aidos/p14.htm>

Срок выполнения проекта: с “ ” _____ по “ ” _____ 2017 г.

Срок защиты: “ ” _____ 2017 г.

Дата выдачи задания: “ ” _____ 2017 г.

Дата сдачи проекта на кафедру: “ ” _____ 2017 г.

Руководитель проекта: _____ Луценко Евгений Вениаминович,

д.э.н., к.т.н., профессор

(подпись, Ф.И.О., звание, степень)

Задание принял студент _____ “ ” _____ 2017 г.

(подпись, дата)

Краснодар
2017 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит 37 страниц, 26 рисунков, 3 таблицы, 4 используемых источника.

Ключевые слова: Индекс качества жизни, интеллектуальные системы, системно-когнитивная модель, классификация городов.

Цель работы – Провести исследование и разработать системно-когнитивную модель «Разработка и исследование системно-когнитивной модели классификации городов по индексу качества жизни на основе многокритериальных данных репозитория Numbeo»

Результаты работы: На основе базы данных Numbeo построены модели прогнозирования с помощью АСК-анализа и реализующей его системы «Эйдос».

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	7
1.1 Исследование предметной области	7
1.2 Описание решения	8
1.3. Преобразование исходных данных из HTML-формата в файл.....	8
исходных данных MS Excel	8
1.3. Синтез и верификация статистических и интеллектуальных моделей.....	15
1.4. Виды моделей системы «Эйдос»	17
1.5. Результаты верификации моделей	19
2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ В НАИБОЛЕЕ	21
ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ.....	21
2.1. Решение задачи.....	21
2.2. Когнитивные функции.....	24
2.3. SWOT и PEST матрицы и диаграммы.....	27
2.3. SWOT и PEST матрицы и диаграммы.....	28
2.4. Нелокальные нейроны и нейронная сеть	30
2.5. Кластерный и конструктивный анализ классов.....	32
Заключение	34
Список использованных источников	35

ВВЕДЕНИЕ

Интеллектуальные информационные системы – естественный результат развития обычных информационных систем, сосредоточили в себе наиболее наукоемкие технологии с высоким уровнем автоматизации не только процессов подготовки информации для принятия решений, но и самих процессов выработки вариантов решений, опирающихся на полученные информационной системой данные. Так как существует множество альтернатив систем искусственного интеллекта, то возникает необходимость оценки качества математических моделей этих систем. В данной работе рассмотрено решение задачи идентификации городов по рейтингу качества жизни.

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.

Данные были взяты из портала Numbeo, который специализируется на сравнении цен и уровня жизни по всей планете. Numbeo является совместной онлайн-базой данных, которая позволяет пользователям обмениваться и сравнивать информацию о стоимости жизни между странами и городами.

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 Исследование предметной области

Данные для разработки системно-когнитивной модели были взяты из открытого ресурса Numbeo.com. Вся информация о городах и странах предоставлена непосредственными жителями этих мест. Сейчас в проекте более 130 тысяч человек из более чем 4 тысяч городов по всему миру. Данные фиксируются с 2009 года и постоянно обновляются.

В соответствии с темой, была выбрана таблица «Индекс качества жизни по городам в 2017 году», которая содержит 177 записей в виде рейтингового списка городов с параметрами, влияющими на данный рейтинг, такими как:

- Индекс качества жизни;
- Индекс покупательной способности;
- Индекс безопасности;
- Индекс здравоохранения;
- Индекс стоимости жизни;
- Соотношение цен на собственность к доходам;
- Индекс времени пребывания в пробках;
- Индекс загрязнения;
- Индекс климата.

Кроме рейтинговой таблицы, на сайте также представлена карта мира, отображающая разброс индексов качества жизни по городам (Рисунок 1). Градация от красного цвета к зеленому показывает изменения страны в рейтинге от самого низкого до самого высокого.

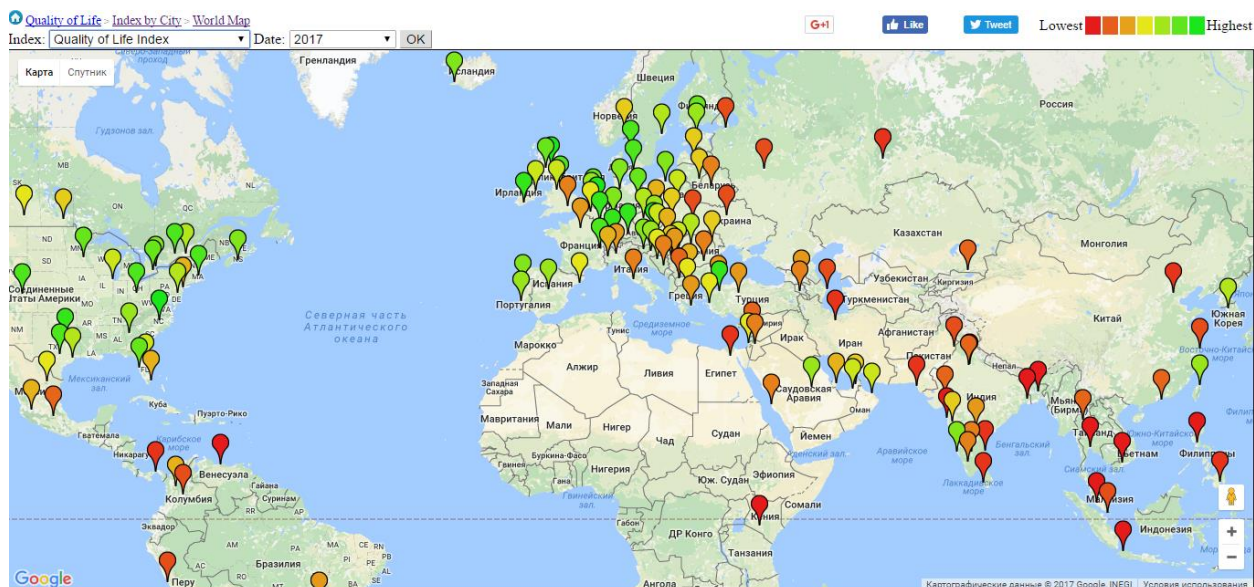


Рисунок 1 – Индекс качества жизни в разных городах.

1.2 Описание решения

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

- Преобразование исходных данных из HTML-формата в промежуточные файлы MS Excel.
- Преобразование исходных данных из промежуточных файлов MS Excel в базы данных системы "Эйдос".
- Синтез и верификация моделей предметной области.
- Применение моделей для решения задач идентификации, прогнозирования и исследования предметной области.

1.3. Преобразование исходных данных из HTML-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 данные из html-файла были преобразованы в xls-файл. Данные, представленные на интернет-ресурсе Numbeo, показаны на рисунке 2 (18 городов из 177).

Rank	City	Quality of Life Index	Purchasing Power Index	Safety Index	Health Care Index	Cost of Living Index	Property Price to Income Ratio	Traffic Commute Time Index	Pollution Index	Climate Index
1	Canberra, Australia	222.99	141.65	73.91	81.03	77.54	5.85	23.30	14.71	79.57
2	Raleigh, NC, United States	217.92	146.98	71.38	76.16	72.69	2.60	30.67	20.00	77.57
3	Wellington, New Zealand	213.66	120.31	70.15	69.53	77.30	5.81	25.07	11.15	87.79
4	Victoria, Canada	202.78	118.14	65.63	67.90	73.78	5.38	27.30	12.50	75.35
5	Edinburgh, United Kingdom	200.47	100.17	70.97	80.63	72.04	7.09	20.59	15.57	69.68
6	Adelaide, Australia	199.84	110.82	66.28	73.29	80.25	5.95	29.92	21.98	89.35
7	Eindhoven, Netherlands	196.38	116.79	74.63	87.37	70.28	5.12	30.36	20.53	50.90
8	Vienna, Austria	195.78	98.50	78.19	81.05	68.59	13.68	25.55	18.97	75.37
9	San Diego, CA, United States	194.78	128.92	63.44	74.68	77.93	5.83	43.09	34.57	95.27
10	Melbourne, Australia	193.71	127.42	58.98	75.15	80.31	7.61	35.90	29.63	89.15
11	Brisbane, Australia	192.69	118.86	63.97	79.68	79.80	6.97	42.43	21.70	79.79
12	Zurich, Switzerland	192.05	134.50	81.86	73.64	130.04	10.39	33.77	14.06	61.05
13	Munich, Germany	191.86	123.50	84.28	82.73	71.82	12.32	33.58	17.42	44.62
14	Dallas, TX, United States	191.44	163.48	56.50	68.12	70.20	2.31	39.97	43.87	72.26
15	Sacramento, CA, United States	188.98	122.17	53.37	71.34	80.25	3.82	22.68	43.39	90.06
16	Bursa, Turkey	188.48	67.07	78.62	86.54	35.32	4.62	37.65	30.08	76.58
17	Salt Lake City, UT, United States	188.12	152.54	74.31	69.07	68.46	3.04	38.00	54.27	68.47
18	Luxembourg, Luxembourg	187.65	117.13	75.55	74.54	79.84	11.89	33.50	20.39	62.83

Рисунок 2 – Рейтинг городов Numbeo

Данные, полученные после преобразования в файл MS Excel представлены на рисунке 3.

Затем данный файл был назван «Inp_data» и помещен в папку: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\ для дальнейшего анализа в системе.

Следующим шагом необходимо выполнить автоматизированную формализацию предметной области путем импорта исходных данных из внешних баз данных в систему "Эйдос".

Город	Ранг	Индекс качества жизни	Индекс покупательной способности	Индекс безопасности	Индекс здравоохранения	Индекс стоимости жизни	Цена на собственность / доходы	Время пребывания в пробках	Индекс загрязнения	Индекс климата
Канберра, Австралия	1	222,99	141,65	73,91	81,03	77,54	5,85	23,3	14,71	79,57
Raleigh, NC, Соединенные Штаты Америки	2	217,92	146,98	71,38	76,16	72,69	2,6	30,67	20	77,57
Веллингтон, Новая Зеландия	3	213,66	120,31	70,15	69,53	77,3	5,81	25,07	11,15	87,79
Виктория, Канада	4	202,78	118,14	65,63	67,9	73,78	5,38	27,3	12,5	75,35
Эдинбург, Соединенное Королевство	5	200,47	100,17	70,97	80,63	72,04	7,09	20,59	15,57	69,68
Аделаида, Австралия	6	199,84	110,82	66,28	73,29	80,25	5,95	29,92	21,98	89,35
Эйндховен, Нидерланды	7	196,38	116,79	74,63	87,37	70,28	5,12	30,36	20,53	50,9
Вена, Австрия	8	195,78	98,5	78,19	81,05	68,59	13,68	25,55	18,97	75,37
Сан - Диего, Калифорния, США	9	194,78	128,92	63,44	74,68	77,93	5,83	43,09	34,57	95,27
Мельбурн, Австралия	10	193,71	127,42	58,98	75,15	80,31	7,61	35,9	29,63	89,15
Брисбен, Австралия	11	192,69	118,86	63,97	79,68	79,8	6,97	42,43	21,7	79,79
Цюрих, Швейцария	12	192,05	134,5	81,86	73,64	130,04	10,39	33,77	14,06	61,05
Мюнхен, Германия	13	191,86	123,5	84,28	82,73	71,82	12,32	33,58	17,42	44,62
Даллас, Техас, Соединенные Штаты Америки	14	191,44	163,48	56,5	68,12	70,2	2,31	39,97	43,87	72,26
Сакраменто, Калифорния, США	15	188,98	122,17	53,37	71,34	80,25	3,82	22,68	43,39	90,06
Бурса, Турция	16	188,48	67,07	78,62	86,54	35,32	4,62	37,65	30,08	76,58
Солт-Лейк-Сити, Юта, Соединенные Штаты Америки	17	188,12	152,54	74,31	69,07	68,46	3,04	38	54,27	68,47
Люксембург, Люксембург	18	187,65	117,13	75,55	74,54	79,84	11,89	33,5	20,39	62,83
Корк, Ирландия	19	187,33	116,8	67,56	61,96	74,19	6,05	39,5	18,51	70,06
Портленд, Орегон, США	20	186,75	117,83	55,92	70,7	80,6	5,19	29,71	22,48	69,06
Перт, Австралия	21	186,43	113,65	54,9	71,49	85,73	6,47	36,65	27,84	90,86
Колумбус, Огайо, США	22	186,2	120,68	55,53	69,08	71,7	2,64	26	24,91	58,23
Копенгаген, Дания	23	184,09	102,15	78,77	70,03	87,96	8,3	30,88	24,55	67,07
Оттава, Канада	24	183,54	126,26	77,73	69,01	68,46	5,99	37,83	15,76	31,35
Boston, MA, Соединенные Штаты Америки	25	183,53	131,75	64,25	73,39	89,4	7,55	47,62	24,58	69,96
Сан - Хосе, Калифорния, США	26	182,82	152,9	49,03	63,48	82,75	5,79	33,43	55,85	96,06
Остин, штат Техас, Соединенные Штаты Америки	27	181,79	126,85	65,27	71,56	74,07	4,55	40,28	36,34	67,06
Денвер, штат Колорадо, США	28	180,71	139,95	63,56	77,81	82,6	4,11	36,47	37,87	51,86
Женева, Швейцария	29	179,04	121,11	72,52	68,85	132,79	11,19	23	28,74	70,4
Лидс, Соединенное Королевство	30	177,97	106,22	56,64	79,07	65,46	4,68	33	38,49	70,93
Гетеборг, Швеция	31	177,88	112,08	54,08	63,49	76,01	10,26	20,73	20,53	60,25
Сиэтл, Вашингтон, Соединенные Штаты Америки	32	177,79	119,76	60,53	73,25	90,54	6	43,38	31,38	74,09
Гамильтон, Канада	33	177,67	130,23	51,91	80,01	61,51	5,83	38,25	41,43	64,99
Миннеаполис, Миннесота, Соединенные Штаты Америки	34	177,63	119,76	53,18	79,56	82,92	3,23	34,31	19,37	42,41
Ванкувер, Канада	35	177,37	91,28	64,19	73,31	72,7	13,12	43,32	25,53	91,56
Тампа, FL, Соединенные Штаты Америки	36	176,22	100,2	55,39	68,82	75,75	3,75	32,08	23,27	62,74
Амстердам, Нидерланды	37	176,19	90,41	67,4	72,78	78,01	10,36	27,86	32,08	77
Глазго, Великобритания	38	175,59	103,45	52,75	87,45	68,91	5	45,11	29,95	68,32
Сидней, Австралия	39	174,77	109,23	59,76	72	86,03	12,4	42,3	28,68	84,56
Хельсинки, Финляндия	40	174,73	110,6	72,85	74,64	78,35	10,31	35,97	18,04	40,43
Берлин, Германия	41	174,73	116,11	63,28	78,7	64,18	8,84	32,42	42,15	62,3
Галифакс, Канада	42	174,11	94,86	54,21	75,33	76,49	5,76	27	21,66	55,85

Рисунок 3 – Рейтинг в MS Excel.

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 4).

2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "Эйдос-X++"

Задайте тип файла исходных данных: "Inp_data":

- ☐ XLS - MS Excel-2003
- ☒ XLSX - MS Excel-2007(2010)
- ☐ DBF - DBASE IV (DBF/NTX)
- ☐ CSV - Comma-Separated Values

Стандарт XLS-файла

Стандарт DBF-файла

Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

- ☒ Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных
- ☐ Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных
- ☒ Создавать БД средних по классам "Inp_davr.dbf"?

Требования к файлу исходных данных

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: 11

Задайте режим:

- ☒ Формализации предметной области (на основе "Inp_data")
- ☐ Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp_rasp")

Задайте способ выбора размера интервалов:

- ☒ Равные интервалы с разным числом наблюдений
- ☐ Разные интервалы с равным числом наблюдений

Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp_data":

- ☒ Не применять сценарный метод АСК-анализа
- ☐ Применить сценарный метод АСК-анализа
- ☐ Применить спец. интерпретацию текстовых полей классов
- ☐ Применить спец. интерпретацию текстовых полей признаков

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp_data":

Интерпретация TXT-полей классов:

Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

Интерпретация TXT-полей признаков:

Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

- ☐ Только интервальные числовые значения (например: "1/3-{59873.0000000, 178545.6666667}")
- ☐ Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")
- ☒ И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-{59873.0000000, 178545.6666667}")

Ok Cancel

Рисунок 4 – 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-2007(2010)»;

– «Задайте диапазон столбцов классификационных шкал»: «Начальный столбец классификационных шкал» – 2, «Конечный столбец классификационных шкал» – 3;

– «Задайте диапазон столбцов описательных шкал»: «Начальный столбец классификационных шкал» – 4, «Конечный столбец классификационных шкал» – 11 (последний столбец в таблице);

Далее было задано число интервалов в шкале, а именно в классификационных шкалах и в остальных шкалах, равное 5 (Рисунок 5)

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

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [6 x 24]

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	8	24	3,00
Текстовые	0	0	0,00	0	0	0,00
ВСЕГО:	2	6	3,00	8	24	3,00

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В классификационных шкалах: В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

Рисунок 5 – Экранная форма задания размерности модели.

Далее открывается окно, отображающее стадию процесса импорта данных из внешней БД "Inp_data.xls" в систему "Эйдос" (рисунок 6) и прогноз времени завершения этого процесса. Здесь необходимо дождаться завершения формализации предметной области и нажать кнопку "ОК".

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

Стадии исполнения процесса

1/3: Формирование классификационных и описательных шкал и градаций на основе БД "Inp_data" - Готово

2/3: Генерация обучающей выборки и базы событий "EventsKO" на основе БД "Inp_data" - Готово

3/3: Переиндексация всех баз данных нового приложения - Готово

ПРОЦЕСС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!

Прогноз времени исполнения

Начало: 15:15:04 Окончание: 15:15:08

100%

Прошло: 0:00:04 Осталось: 0:00:00

Ok

Рисунок 6 – Процесс импорта данных

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 7).

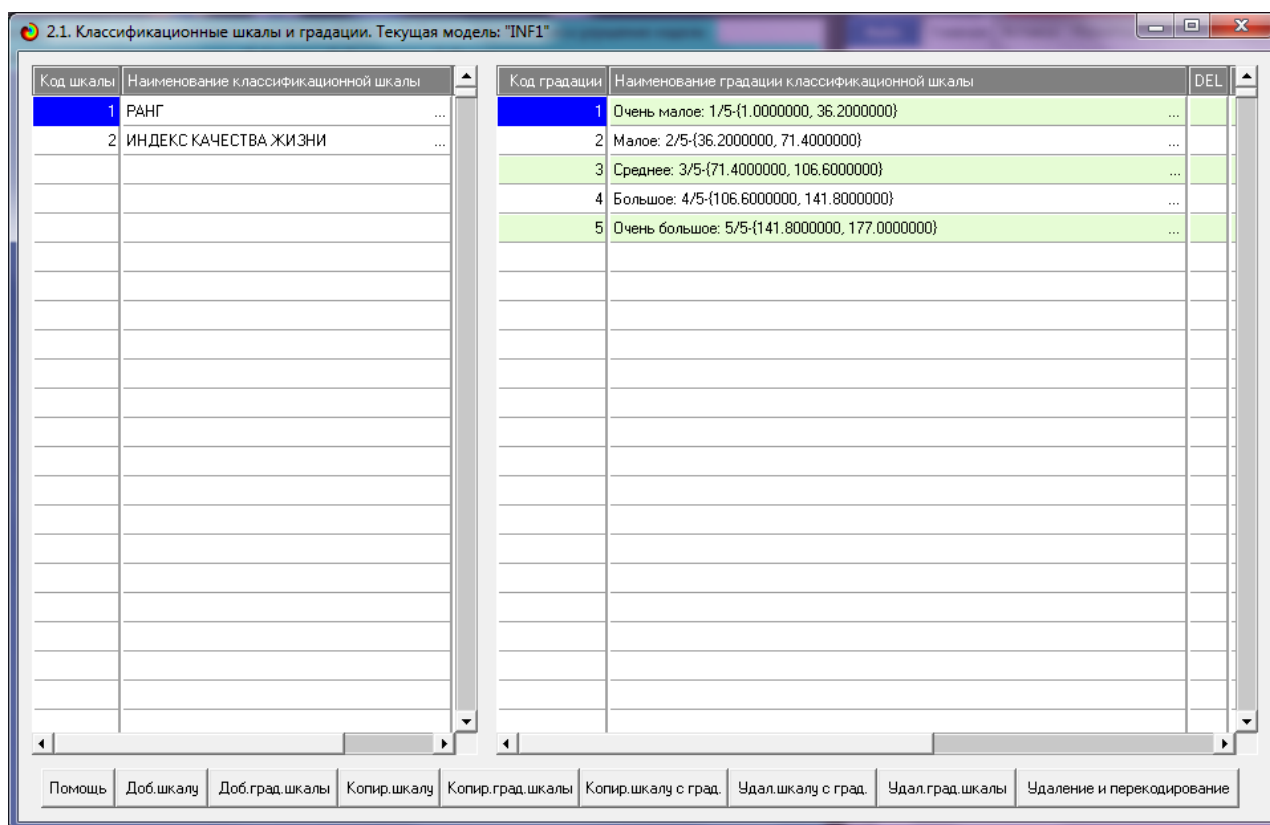


Рисунок 7 – Классификационные шкалы и градации

Для просмотра описательных шкал и градаций необходимо запустить режим 2.2 (рисунок 8), а обучающей выборки – режим 2.3.1. (рисунок 9).

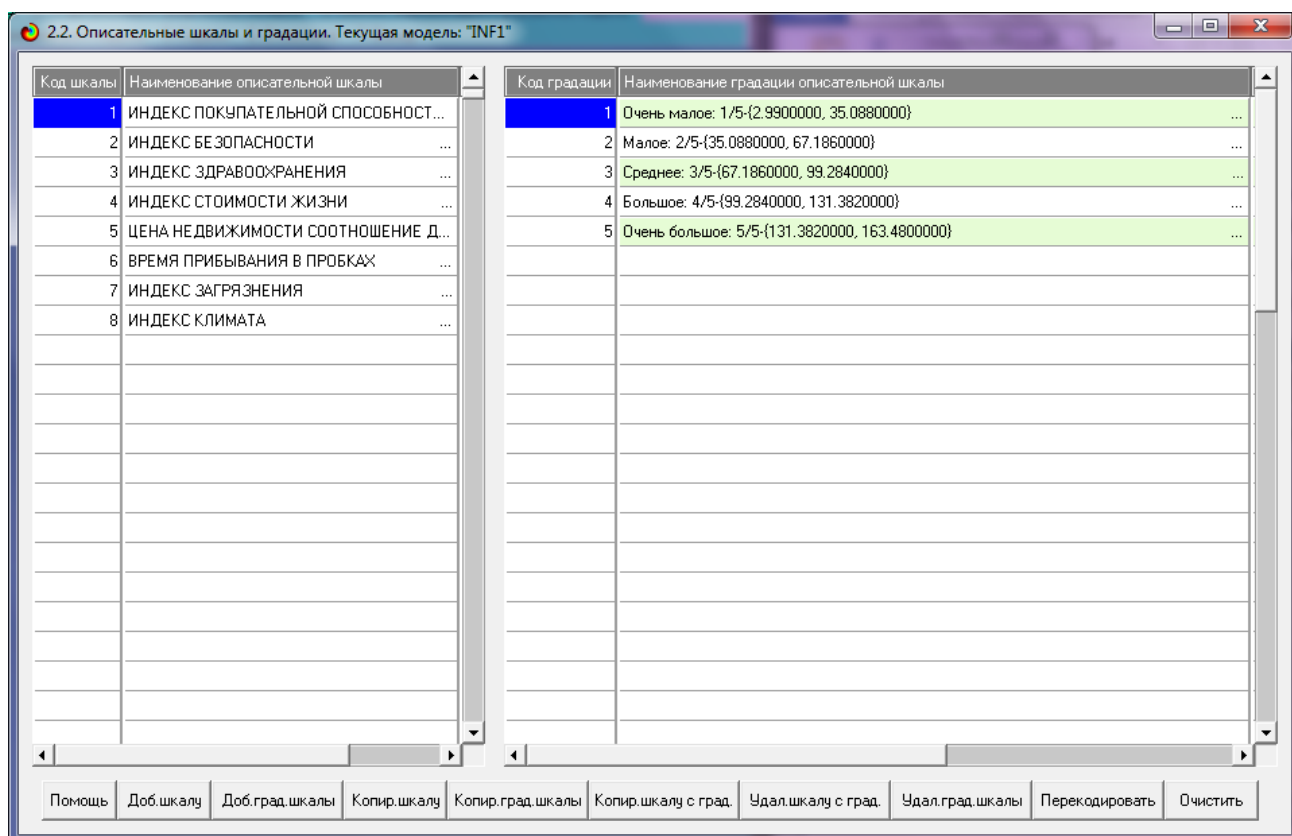


Рисунок 8 – Описательные шкалы

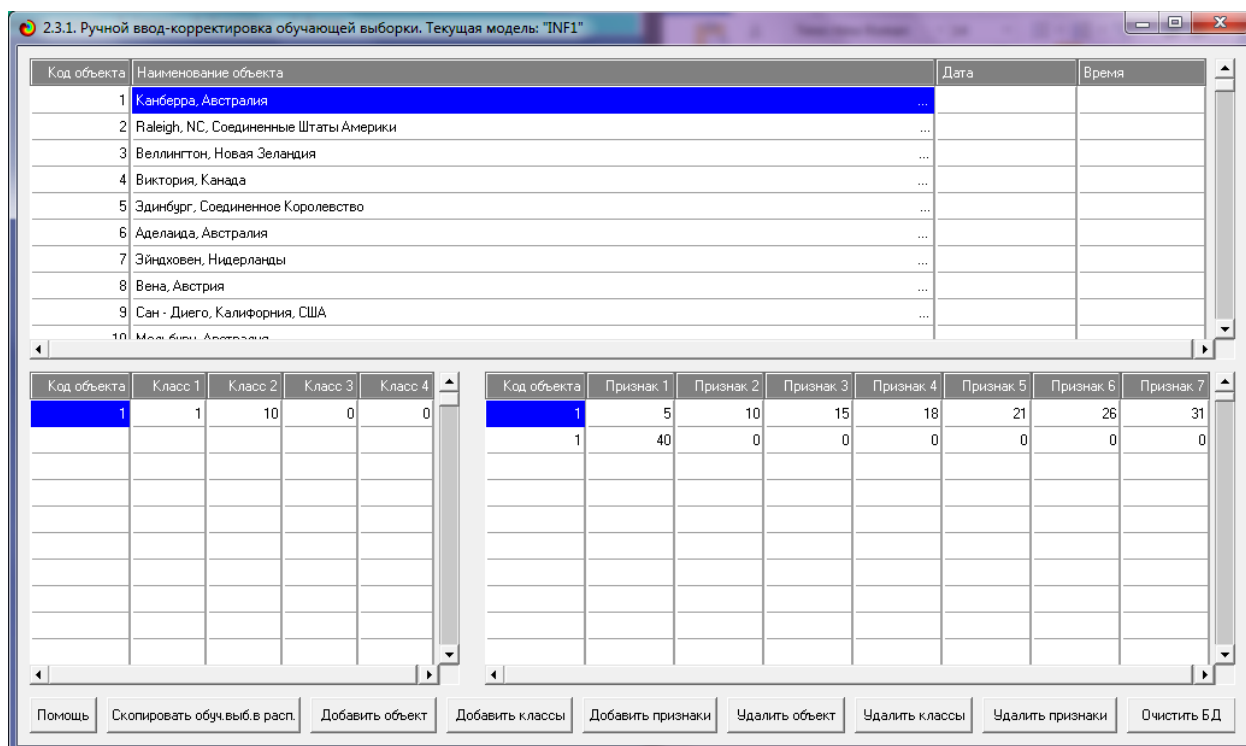


Рисунок 9 – Корректировка обучающей выборки

Тем самым создаются все необходимые и достаточные предпосылки для выявления силы и направления причинно-следственных связей между значениями факторов и результатами их совместного системного воздействия.

1.3. Синтез и верификация статистических и интеллектуальных моделей

Далее запускаем режим 3.5, в котором задаются модели для синтеза и верификации, а также задается модель, которой по окончании режима присваивается статус текущей (рисунок 10).

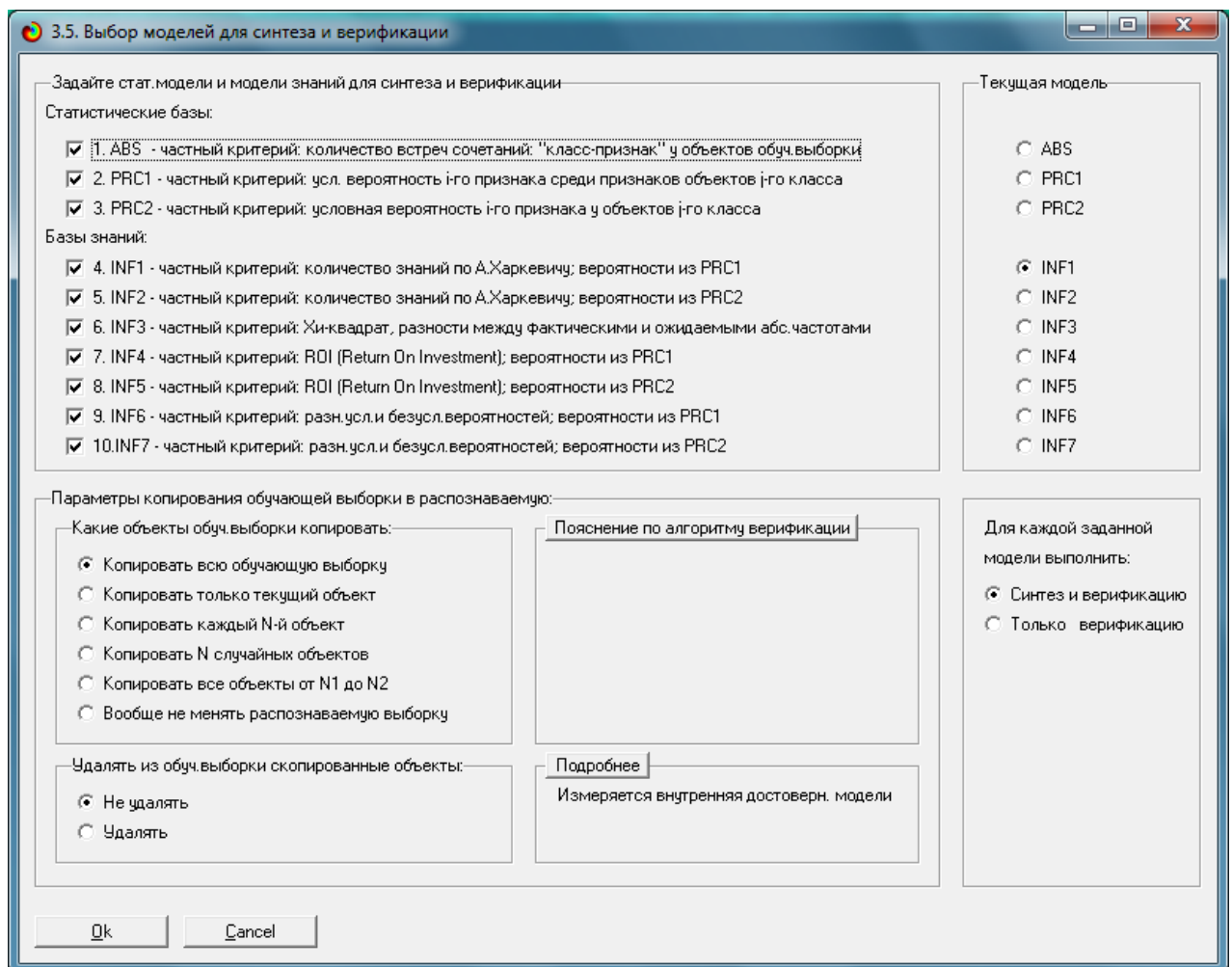


Рисунок 10 – Выбор моделей для синтеза и верификации

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 11. Стадия процесса исполнения режима 3.5 и прогноз времени его окончания отображаются на экранной форме, приведенной на рисунке 11.

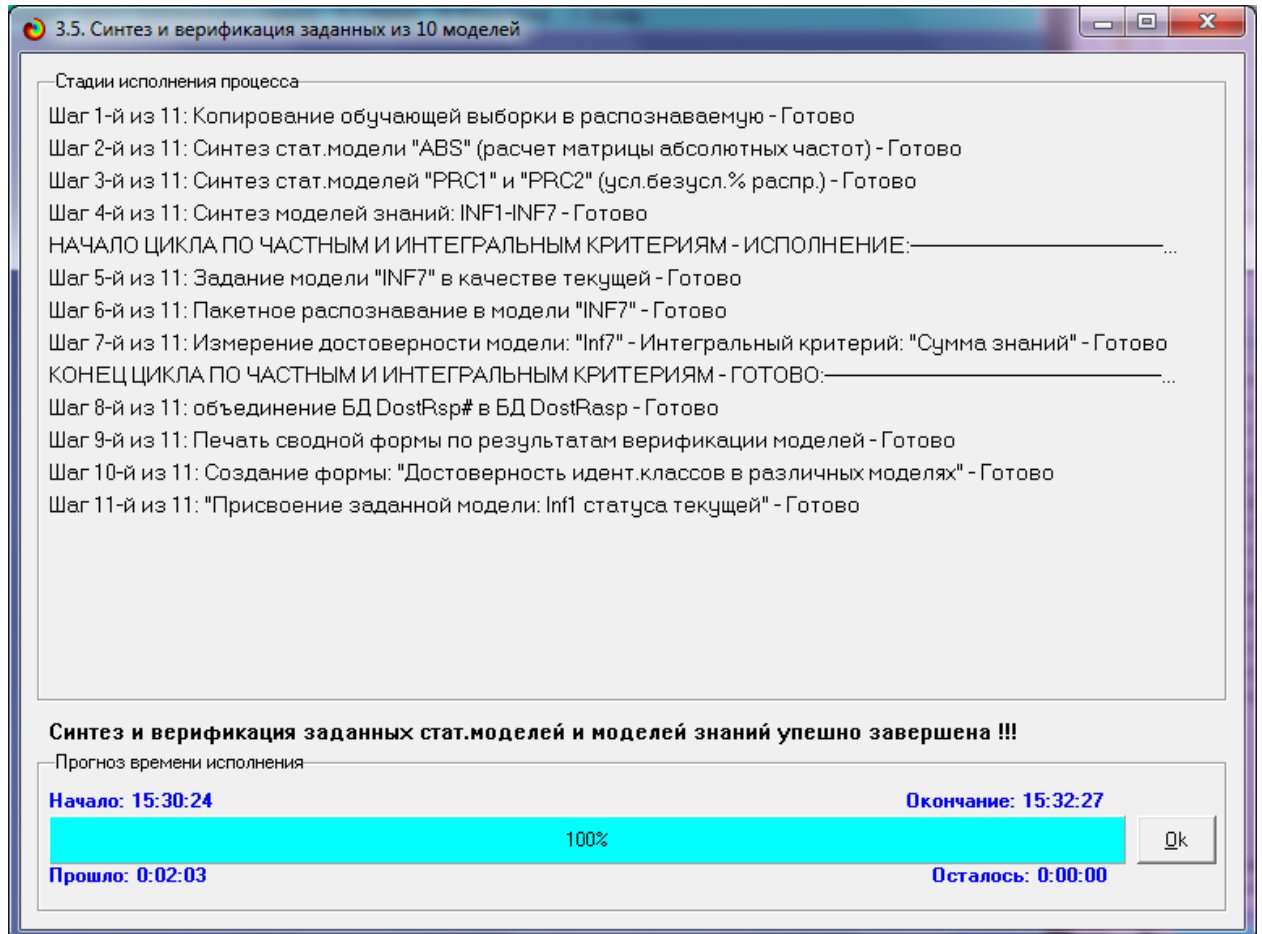


Рисунок 11 – Синтез и верификация заданных моделей

Синтез и верификация всех 10 моделей на данной задаче заняли 2,03 минуты. При этом верификация (оценка достоверности моделей) проводилась на всех примерах наблюдения из обучающей выборки.

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 1) в матрицы условных и безусловных процентных распределений, и матрицы знаний (таблицы 2 и 3).

Таблица 1 – Матрица абсолютных частот (модель ABS (фрагмент))

Код признака	Наименование описательной шкалы и градаций	1. РАНГ ОЧЕНЬ МАЛОЕ: 1/5 (1 0000000, 36.2000000)	2. РАНГ МАЛОЕ: 2/5 (36.2000000, 71.4000000)	3. РАНГ СРЕДНЕЕ: 3/5 (71.4000000, 106.6000000)	4. РАНГ БОЛЬШОЕ: 4/5 (106.6000000, 141.8000000)	5. РАНГ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ: 5/5 (141.8000000, 177.0000000)	6. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ОЧЕНЬ МАЛОЕ: 1/5 (24.1300000, 63.9020000)	7. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ МАЛОЕ: 2/5 (63.9020000, 103.6740000)	8. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СРЕДНЕЕ: 3/5 (103.6740000, 143.4460000)	9. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ БОЛЬШОЕ: 4/5 (143.4460000, 183.2180000)	10. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ: 5/5 (183.2180000, 222.9900000)	Сумма	Среднее
1	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Очень...				3	9	2	5	4			23	2.300
2	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Мало...	1	4	9	20	19	7	11	26	8	1	106	10.600
3	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Сред...	2	11	14	9	8	2	6	13	22	1	88	8.800
4	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Больш...	25	15	11	3				8	29	17	108	10.800
5	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Очень...	8	5	1						8	6	28	2.800
6	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень малое: 1/5-(13.39...			2	1	2	1		3			9	0.900
7	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Малое: 2/5-(27.6100000...		4	2	3	10	4	6	4	5		38	3.800
8	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Среднее: 3/5-(41.830000...	9	8	12	18	14	5	8	24	20	4	122	12.200
9	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Большое: 4/5-(56.05000...	14	13	8	6	6		5	10	23	9	94	9.400
10	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень большое: 5/5-(70...	13	10	11	7	4	1	3	10	19	12	90	9.000
11	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень малое: 1/5-(...				1	5	2	2	1			11	1.100
12	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Малое: 2/5-(46.074...			4	10	6	2	4	12	2		40	4.000
13	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Среднее: 3/5-(56.41...	3	5	20	9	15	4	11	18	18	1	104	10.400
14	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Большое: 4/5-(66.7...	22	23	8	14	7	2	4	18	33	17	148	14.800
15	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень большое: 5/5...	11	7	3	1	3	1	1	2	14	7	50	5.000
16	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Очень малое: 1/5-(...	1	6	10	20	24	8	14	26	11	1	121	12.100
17	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Малое: 2/5-(44.034...	2	9	9	8	10	3	6	13	16		76	7.600
18	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Среднее: 3/5-(66.26...	29	18	12	7	2		2	9	35	22	136	13.600
19	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Большое: 4/5-(80.4...	2	1	4					2	2	1	14	1.400

Таблица 2 – Матрица знаний (модель INF1 (фрагмент))

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. РАНГ ОЧЕНЬ МАЛОЕ: 1/5 (1.0000000, 36.2000000)	2. РАНГ МАЛОЕ: 2/5 (36.2000000, 71.4000000)	3. РАНГ СРЕДНЕЕ: 3/5 (71.4000000, 106.6000000)	4. РАНГ БОЛЬШОЕ: 4/5 (106.6000000, 141.8000000)	5. РАНГ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ: 5/5 (141.8000000, 177.0000000)	6. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ОЧЕНЬ МАЛОЕ: 1/5 (24.1300000, 63.9020000)	7. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ МАЛОЕ: 2/5 (63.9020000, 103.6740000)	8. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СРЕДНЕЕ: 3/5 (103.6740000, 143.4460000)	9. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ БОЛЬШОЕ: 4/5 (143.4460000, 183.2180000)	10. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ: 5/5 (183.2180000, 222.9900000)	Сумма	Среднее
1	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ...				0.114	0.563	0.429	0.524	0.077			1.708	0.171
2	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ...	-0.996	-0.404	-0.065	0.269	0.237	0.314	0.215	0.221	-0.386	-0.843	-1.438	-0.144
3	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-С...	-0.628	0.097	0.197	0.013	-0.047	-0.132	0.040	0.009	0.115	-0.765	-1.102	-0.110
4	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Б...	0.342	0.141	0.011	-0.532				-0.280	0.145	0.334	0.160	0.016
5	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ...	0.430	0.246	-0.427					0.171	0.463	0.882	0.088	
6	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень малое: 1/5(1...			0.337	0.047	0.327	0.531		0.349			1.592	0.159
7	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Малое: 2/5(27.6100...		0.025	-0.265	-0.096	0.397	0.509	0.391	-0.133	-0.153		0.675	0.067
8	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Среднее: 3/5(41.83...	-0.136	-0.173	-0.004	0.166	0.050	0.114	0.023	0.129	-0.062	-0.322	-0.214	-0.021
9	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Большое: 4/5(56.05...	0.158	0.139	-0.064	-0.184	-0.195		-0.064	-0.128	0.106	0.126	-0.107	-0.011
10	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень большое: 5/5...	0.145	0.047	0.087	-0.102	-0.346	-0.431	-0.260	-0.110	0.044	0.264	-0.661	-0.066
11	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень малое: 1...				-0.037	0.626	0.737	0.450	-0.194			1.582	0.158
12	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Малое: 2/5(46...			0.003	0.386	0.162	0.197	0.200	0.305	-0.558		0.696	0.070
13	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Среднее: 3/5(5...	-0.528	-0.303	0.277	-0.057	0.146	0.088	0.223	0.075	-0.039	-0.835	-0.954	-0.095
14	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Большое: 4/5(1...	0.157	0.188	-0.254	-0.020	-0.320	-0.350	-0.347	-0.072	0.067	0.202	-0.749	-0.075
15	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень большое...	0.321	0.144	-0.210	-0.670	-0.221	-0.186	-0.473	-0.537	0.162	0.285	-1.385	-0.138
16	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Очень малое: 1...	-1.051	-0.290	-0.076	0.213	0.279	0.314	0.261	0.166	-0.308	-0.898	-1.391	-0.139
17	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Малое: 2/5(44...	-0.567	0.074	0.074	0.025	0.108	0.099	0.101	0.070	0.043		0.027	0.003
18	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Среднее: 3/5(...	0.308	0.120	-0.049	-0.274	-0.809		-0.602	-0.327	0.127	0.345	-1.160	-0.116
19	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Большое: 4/5(...	0.141	0.127	0.442				0.144	0.060	0.002	0.664	0.064	

Таблица 3 – Матрица знаний (модель INF3) (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. РАНГ ОЧЕНЬ МАЛОЕ: 1/5 (1.0000000, 36.2000000)	2. РАНГ МАЛОЕ: 2/5 (36.2000000, 71.4000000)	3. РАНГ СРЕДНЕЕ: 3/5 (71.4000000, 106.6000000)	4. РАНГ БОЛЬШОЕ: 4/5 (106.6000000, 141.8000000)	5. РАНГ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ: 5/5 (141.8000000, 177.0000000)	6. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ОЧЕНЬ МАЛОЕ: 1/5 (24.1300000, 63.9020000)	7. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ МАЛОЕ: 2/5 (63.9020000, 103.6740000)	8. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ СРЕДНЕЕ: 3/5 (103.6740000, 143.4460000)	9. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ БОЛЬШОЕ: 4/5 (143.4460000, 183.2180000)	10. ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ОЧЕНЬ БОЛЬШОЕ: 5/5 (183.2180000, 222.9900000)	Сумма	Среднее
1	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ...	-2.347	-2.282	-2.282	0.718	6.661	1.283	3.574	0.675	-4.369	-1.630		
2	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ...	-9.818	-6.517	-1.517	9.483	8.220	3.695	4.427	10.675	-12.133	-6.512		
3	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-С...	-6.981	2.269	5.269	0.269	-0.950	-0.744	0.543	0.277	5.286	-5.237		
4	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Б...	13.978	4.284	0.284	-7.716	-10.984	-3.368	-6.697	-7.614	8.487	9.346		
5	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ...	5.142	2.222	-1.778	-2.778	-2.848	-0.873	-1.736	-4.048	2.682	4.016		
6	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень малое: 1/5(1...	-0.918	-0.893	1.107	0.107	1.085	0.719	-0.558	1.699	-1.709	-0.638		
7	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Малое: 2/5(27.6100...	-3.878	0.230	-1.770	-0.770	6.135	2.815	3.644	-1.494	-2.218	-2.693		
8	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Среднее: 3/5(41.83...	-3.451	-4.105	-0.105	5.895	1.592	1.196	0.434	6.361	-3.172	-4.646		
9	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Большое: 4/5(56.05...	4.407	3.673	-1.327	-3.327	-3.560	-2.931	-0.829	-3.590	5.146	2.338		
10	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень большое: 5/5...	3.815	1.070	2.070	-1.930	-5.153	-1.807	-2.581	-3.012	1.906	5.622		
11	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень малое: 1...	-1.123	-1.091	-0.091	-0.091	3.881	1.657	1.318	-0.590	-2.089	-0.780		
12	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Малое: 2/5(46...	-4.082	-3.969	0.031	6.031	1.932	0.753	1.519	6.217	-5.597	-2.835		
13	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Среднее: 3/5(5...	-7.614	-5.319	9.681	-1.319	4.423	0.757	4.551	2.964	-1.753	-6.371		
14	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Большое: 4/5(1...	6.896	8.315	-6.685	-0.685	-8.052	-2.615	-5.178	-3.398	4.889	6.511		
15	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень большое...	5.897	2.039	-1.961	-3.961	-2.085	-0.559	-2.101	-5.229	4.503	3.456		
16	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Очень малое: 1...	-11.349	-6.006	-2.006	7.994	11.694	4.227	6.496	8.506	-11.982	-7.575		
17	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Малое: 2/5(44...	-5.756	1.459	1.459	0.459	2.271	0.630	1.287	2.012	1.565	-5.386		
18	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Среднее: 3/5(...	15.120	4.506	-1.494	-6.494	-11.831	-4.241	-6.434	-10.663	9.169	12.361		
19	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Большое: 4/5(...	0.571	0.200	2.411	1.200	1.424	0.427	0.060	0.076	0.241	0.000		

1.5. Результаты верификации моделей

Результаты верификации (оценки достоверности) моделей, отличающихся частными критериями с двумя приведенными выше интегральными критериями приведены на рисунке 12.

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	L1-мера проф. Е.В. Луценко	Средний модельный уровень сходства истинно-положит. решений	Средний модельный уровень сходства истинно-отрицат. решений	Средний модельный уровень сходства ложно-положит. решений	Средний модельный уровень сходства ложно-отрицат. решений	A-Точность модели APrecision = ATP/ATP...	A-Полнота модели ARecall = ATP/ATP...	L2-мера проф. Е.В. Луценко	Процент правильной идентификации
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас..."	Корреляция абс. частот с абс. частотами признаков	00	0.458	0.633	0.394	0.074	0.616	1.000	0.763	100.000
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "клас..."	Схема абс. частот по признакам	00	0.436	0.522	0.337	0.608	0.608	1.000	0.756	100.000
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность н-го признака сред.	Корреляция усл. отн. частот с усл. отн. частотами признаков	00	0.458	0.633	0.394	0.074	0.616	1.000	0.763	100.000
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность н-го признака сред.	Схема усл. отн. частот по признакам	00	0.396	0.644	0.489	0.568	0.568	1.000	0.725	100.000
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность н-го признака сред.	Корреляция усл. отн. частот с усл. отн. частотами признаков	00	0.458	0.633	0.394	0.074	0.616	1.000	0.763	100.000
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность н-го признака сред.	Схема усл. отн. частот по признакам	00	0.396	0.643	0.489	0.568	0.568	1.000	0.725	100.000
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.	Семантический резонанс знаний	29	0.678	0.287	0.155	0.212	0.341	0.576	0.650	87.535
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.	Схема знаний	40	0.711	0.227	0.097	0.136	0.254	0.625	0.701	86.969
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.	Семантический резонанс знаний	29	0.678	0.288	0.155	0.212	0.341	0.576	0.650	87.535
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.	Схема знаний	40	0.711	0.226	0.096	0.136	0.255	0.625	0.701	86.969
6. INF3 - частный критерий: Хиквадрат, разности между фактич...	Семантический резонанс знаний	71	0.666	0.484	0.179	0.302	0.359	0.616	0.730	92.635
6. INF3 - частный критерий: Хиквадрат, разности между фактич...	Схема знаний	73	0.683	0.369	0.131	0.213	0.249	0.634	0.739	92.635
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс знаний	09	0.685	0.342	0.138	0.250	0.331	0.578	0.713	80.170
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Схема знаний	93	0.682	0.106	0.016	0.052	0.039	0.669	0.870	95.467
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс знаний	09	0.685	0.342	0.138	0.250	0.331	0.578	0.713	80.170
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Схема знаний	93	0.682	0.106	0.016	0.052	0.039	0.669	0.870	95.467
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Семантический резонанс знаний	49	0.669	0.474	0.178	0.293	0.369	0.618	0.727	87.535
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...	Схема знаний	76	0.650	0.322	0.098	0.195	0.199	0.622	0.767	92.635
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Семантический резонанс знаний	49	0.669	0.474	0.177	0.294	0.368	0.617	0.728	87.535
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...	Схема знаний	76	0.650	0.321	0.098	0.196	0.198	0.621	0.766	92.635

Рисунок 12 – Оценки достоверности моделей

Наиболее достоверной в данном приложении оказались модели INF2, PRC1 и PRC2 при интегральном критерии «Сумма знаний». При этом достоверность модели в соответствии с критерием согласия Пирсона составляет 0,711, что является очень хорошим результатом. Таким образом, уровень достоверности прогнозирования с применением модели выше, чем экспертных оценок, достоверность которых считается равной примерно 70%. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется F-критерий Ван Ризбергена, а также L-критерий, предложенный проф.Е.В.Луценко [11] и являющийся нечетким мультиклассовым обобщением F-критерия.

На рисунке 13 приведены частные распределения уровней сходства и различия для верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных ситуаций в наиболее достоверной модели INF2.

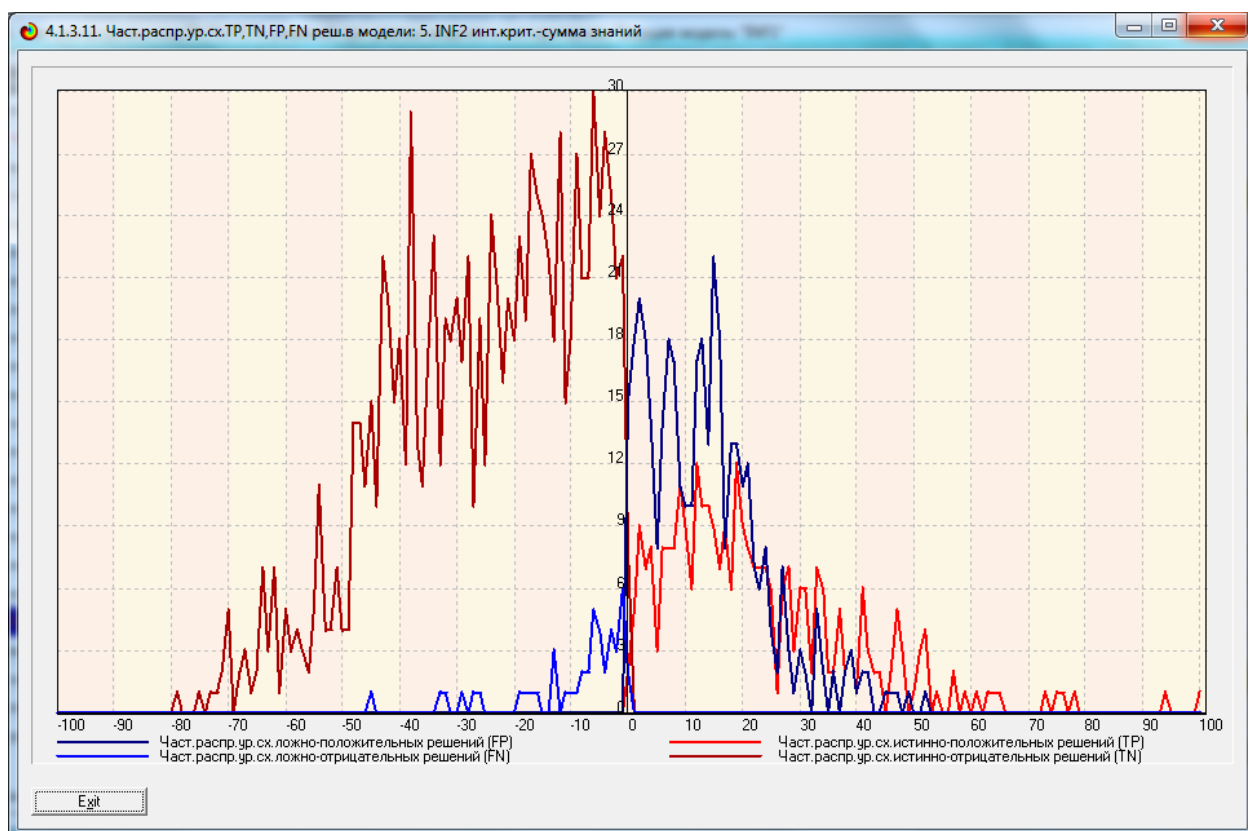


Рисунок 13 – Частное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных состояний объекта моделирования в модели INF2.

Из рисунка 13 видно, что:

- наиболее достоверная модель INF2 лучше определяет непринадлежность объекта к классу, чем принадлежность.

- модуль уровня сходства-различия в наиболее достоверной модели INF2 для верно идентифицированных и верно неидентифицированных объектов значительно выше, чем для ошибочно идентифицированных и ошибочно неидентифицированных. Это верно практически для всего диапазона уровней сходства-различия, кроме небольших по значений в диапазоне от -20 до 40. Для очень больших значений уровней сходства-различия (более 50%) также различие между верно и ошибочно идентифицированными и неидентифицированными ситуациями практически отсутствует.

2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ

2.1. Решение задачи

В соответствии с технологией АСК-анализа зададим текущей модель INF3 (режим 5.6) (рисунок 14) и проведем пакетное распознавание в режиме 4.2.1 (рисунок 15).

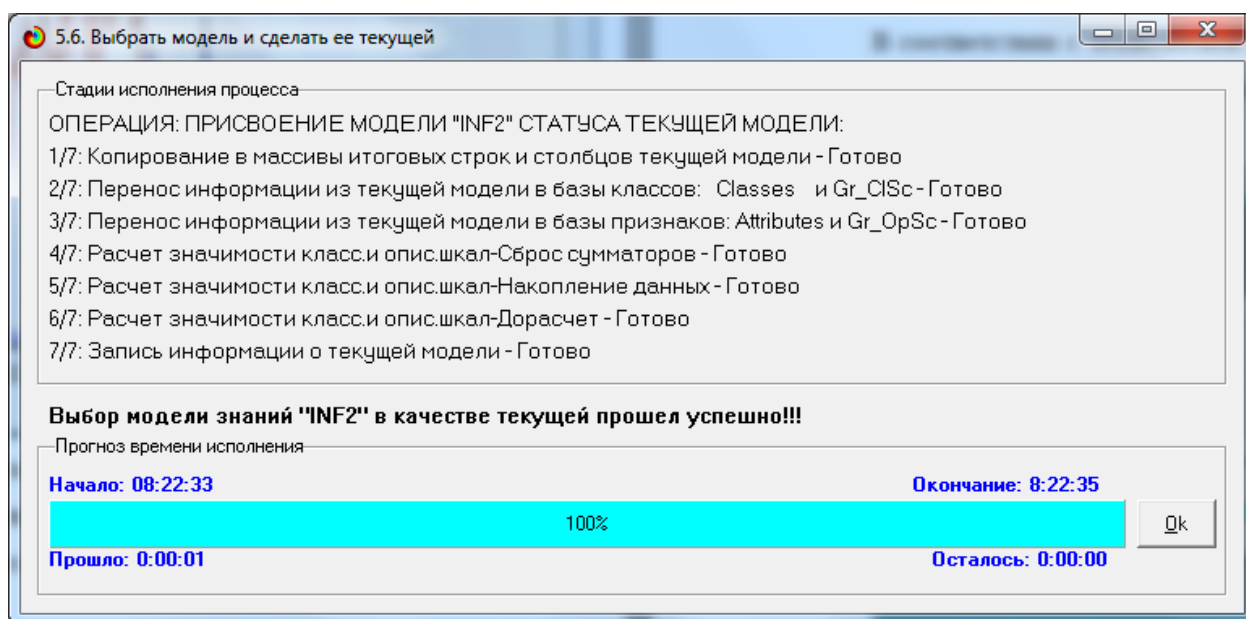


Рисунок 14 – Экранные формы режима задания модели в качестве текущей.

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

4.2.1. Информационные портреты классов

Инф.портрет класса: 1 "РАНГ-Очень малое: 1/5-{1.0000000, 36.2000000}" в модели: 6 "INF3"

Код	Наименование признака	Значимость
1	РАНГ-Очень малое: 1/5-{1.0000000, 36.2000000}...	...
2	РАНГ-Малое: 2/5-{36.2000000, 71.4000000} ...	...
3	РАНГ-Среднее: 3/5-{71.4000000, 106.6000000} ...	...
4	РАНГ-Большое: 4/5-{106.6000000, 141.8000000}...	...
5	РАНГ-Очень большое: 5/5-{141.8000000, 177.00...	...
6	ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ-Очень малое: 1/5-...	...
7	ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ-Малое: 2/5-{63.90...	...
8	ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ-Среднее: 3/5-{10...	...
9	ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ-Большое: 4/5-{14...	...
10	ИНДЕКС КАЧЕСТВА ЖИЗНИ-Очень большое: 5...	...
31	ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ-Очень малое: 1/5-{11.1500000, 28.1180000} ...	15.856
18	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Среднее: 3/5-{66.2680000, 88.4420000} ...	15.120
4	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Большое: 4/5-{99.2840000, 131....	13.978
40	ИНДЕКС КЛИМАТА-Очень большое: 5/5-{58.6880000, 97.0200000} ...	8.262
14	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Большое: 4/5-{66.7620000, 77.1060000} ...	6.896
15	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень большое: 5/5-{77.1060000, 87.4500000}...	5.897
5	ИНДЕКС ПОКУПАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ-Очень большое: 5/5-{131.38200...	5.142
26	ВРЕМЯ ПРИБЫВАНИЯ В ПРОБКАХ-Очень малое: 1/5-{15.2000000, 26.484000...	4.530
9	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Большое: 4/5-{56.0500000, 70.2700000} ...	4.407
10	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень большое: 5/5-{70.2700000, 84.4900000} ...	3.815
27	ВРЕМЯ ПРИБЫВАНИЯ В ПРОБКАХ-Малое: 2/5-{26.4840000, 37.7680000} ...	2.100
32	ИНДЕКС ЗАГРЯЗНЕНИЯ-Малое: 2/5-{28.1180000, 45.0860000} ...	2.019
20	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Очень большое: 5/5-{110.6160000, 132.79000...	1.388
19	ИНДЕКС СТОИМОСТИ ЖИЗНИ-Большое: 4/5-{88.4420000, 110.6160000} ...	0.571
21	ЦЕНА НЕДВИЖИМОСТИ СООТНОШЕНИЕ ДОХОДОВ-Очень малое: 1/5-{1.93...	0.281
25	ЦЕНА НЕДВИЖИМОСТИ СООТНОШЕНИЕ ДОХОДОВ-Очень большое: 5/5-{2...	-0.102
22	ЦЕНА НЕДВИЖИМОСТИ СООТНОШЕНИЕ ДОХОДОВ-Малое: 2/5-{52.3600000...	-0.204
36	ИНДЕКС КЛИМАТА-Очень малое: 1/5-{94.6400000, -56.3080000} ...	-0.408
30	ВРЕМЯ ПРИБЫВАНИЯ В ПРОБКАХ-Очень большое: 5/5-{60.3360000, 71.6200...	-0.816
6	ИНДЕКС БЕЗОПАСНОСТИ-Очень малое: 1/5-{13.3900000, 27.6100000} ...	-0.918
11	ИНДЕКС ЗДРАВООХРАНЕНИЯ-Очень малое: 1/5-{35.7300000, 46.0740000} ...	-1.123
37	ИНДЕКС КЛИМАТА-Малое: 2/5-{56.3080000, -17.9760000} ...	-1.225
28	ВРЕМЯ ПРИБЫВАНИЯ В ПРОБКАХ-Среднее: 3/5-{37.7680000, 49.0520000} ...	-1.859

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 MS Excel ВКЛ. фильтр по фактору Выкл. фильтр по фактору Вписать в окно Показать ВСЕ

Рисунок 15 – Экранная форма режима пакетного распознавания в текущей модели

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 рисунке 16 и 17 приведены примеры прогнозов высокой и низкой достоверности индекса качества жизни в наиболее достоверной модели INF3 на основе рейтинга Numbeo.

Следует заметить, что при данном вычислении были выявлены погрешности в рейтинге Numbeo.

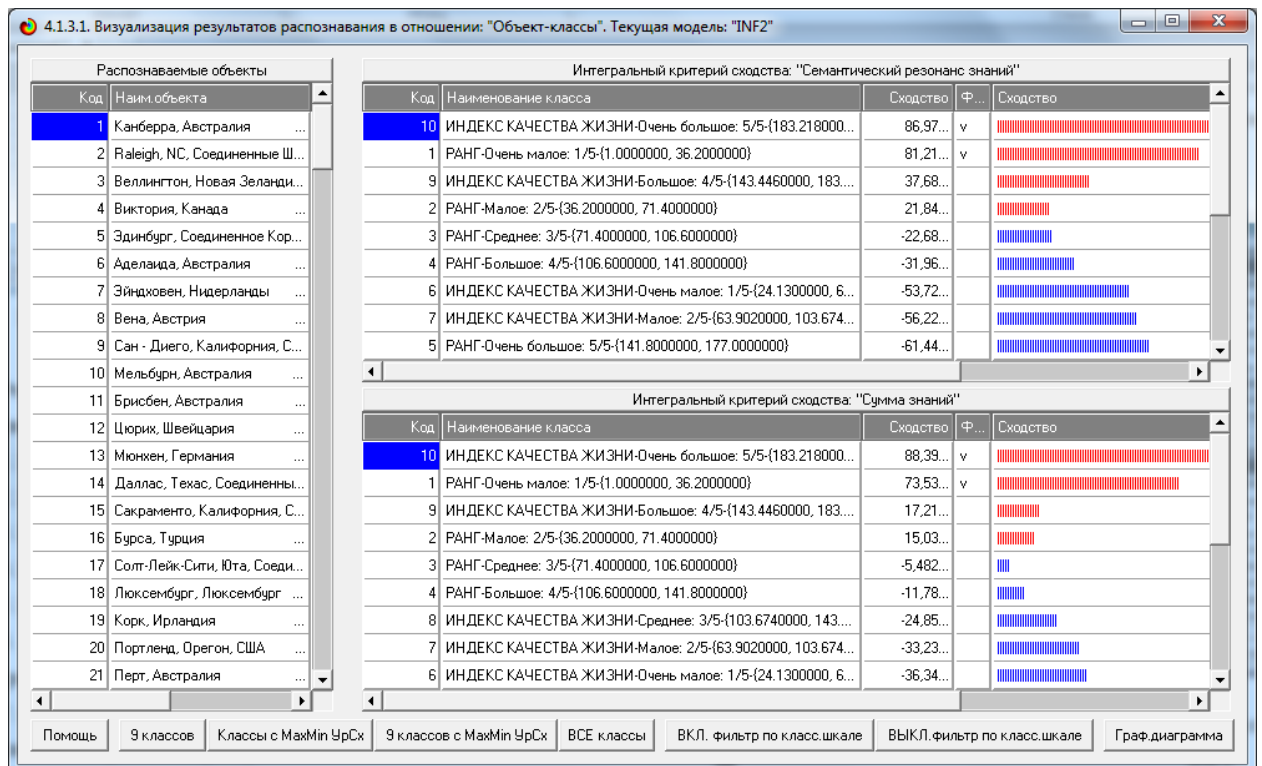


Рисунок 16 – Пример идентификации стран по качеству жизни в модели INF2

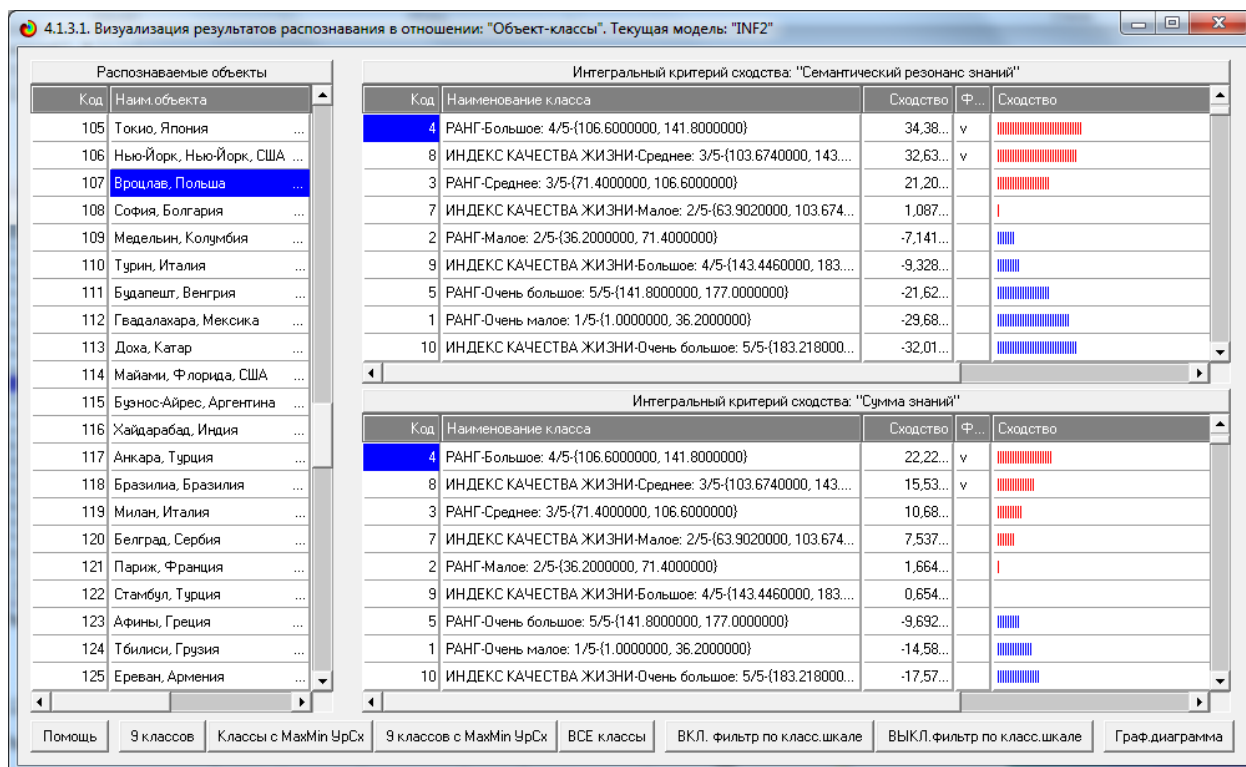


Рисунок 17 – Пример идентификации стран по качеству жизни в модели INF2

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 18).

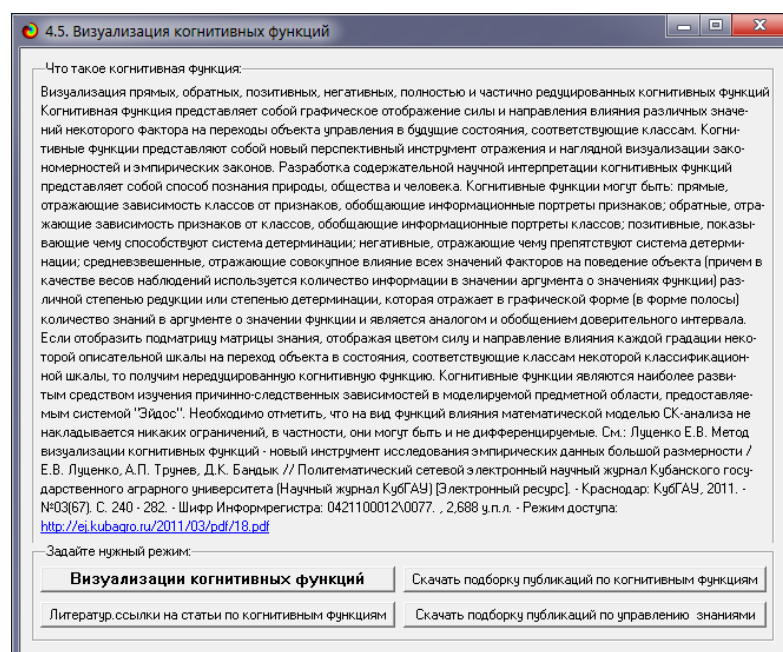


Рисунок 18 – Визуализация когнитивных функций

Применительно к задаче, рассматриваемой в данной работе, когнитивная функция показывает, какое количество информации содержится в различных значениях факторов о том, что объект моделирования перейдет в те или иные будущие состояния. Когнитивным функциям посвящено много работ автора, но наиболее новой и обобщающей из них является работа. Поэтому здесь не будем останавливаться на описании того, что представляют собой когнитивные функции в АСК-анализе. На рисунках 19 и 20 приведены визуализации всех когнитивных функций данного приложения для модели INF2.

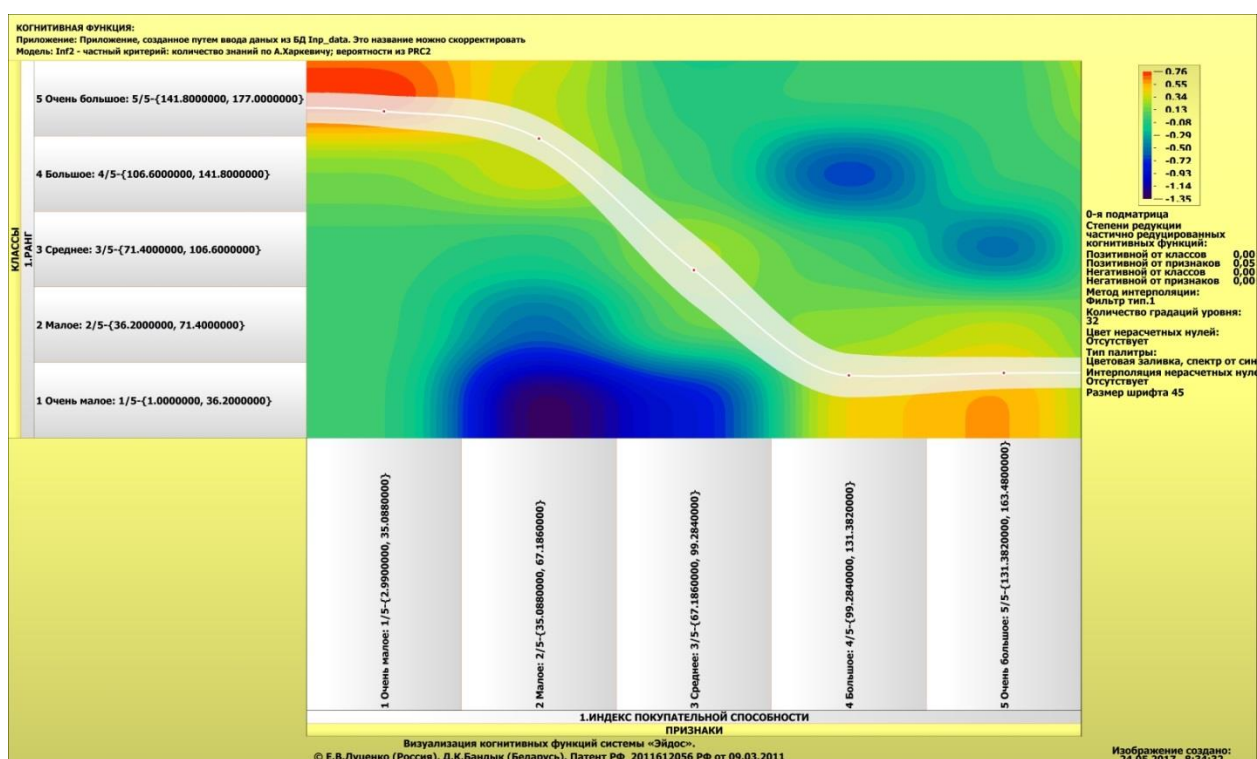


Рисунок 19 – Визуализация когнитивных функций для обобщенных классов и всех описательных шкал для модели INF2.

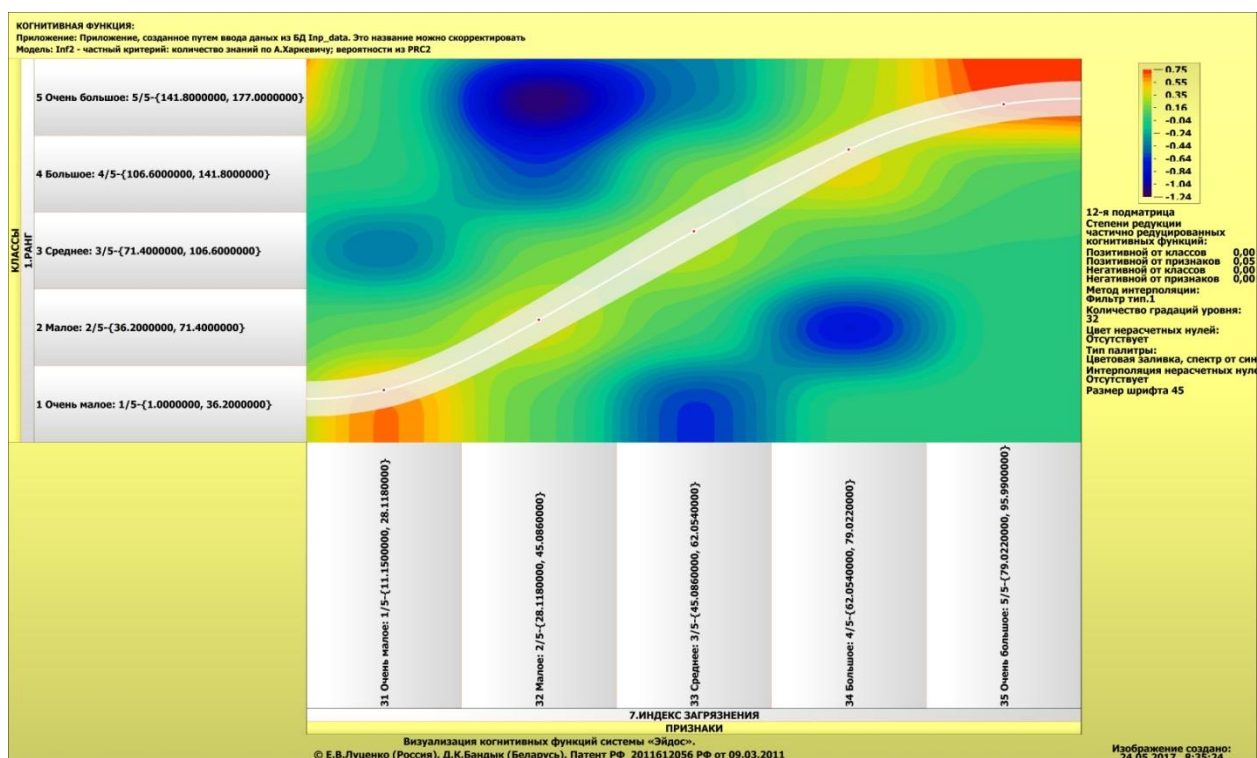
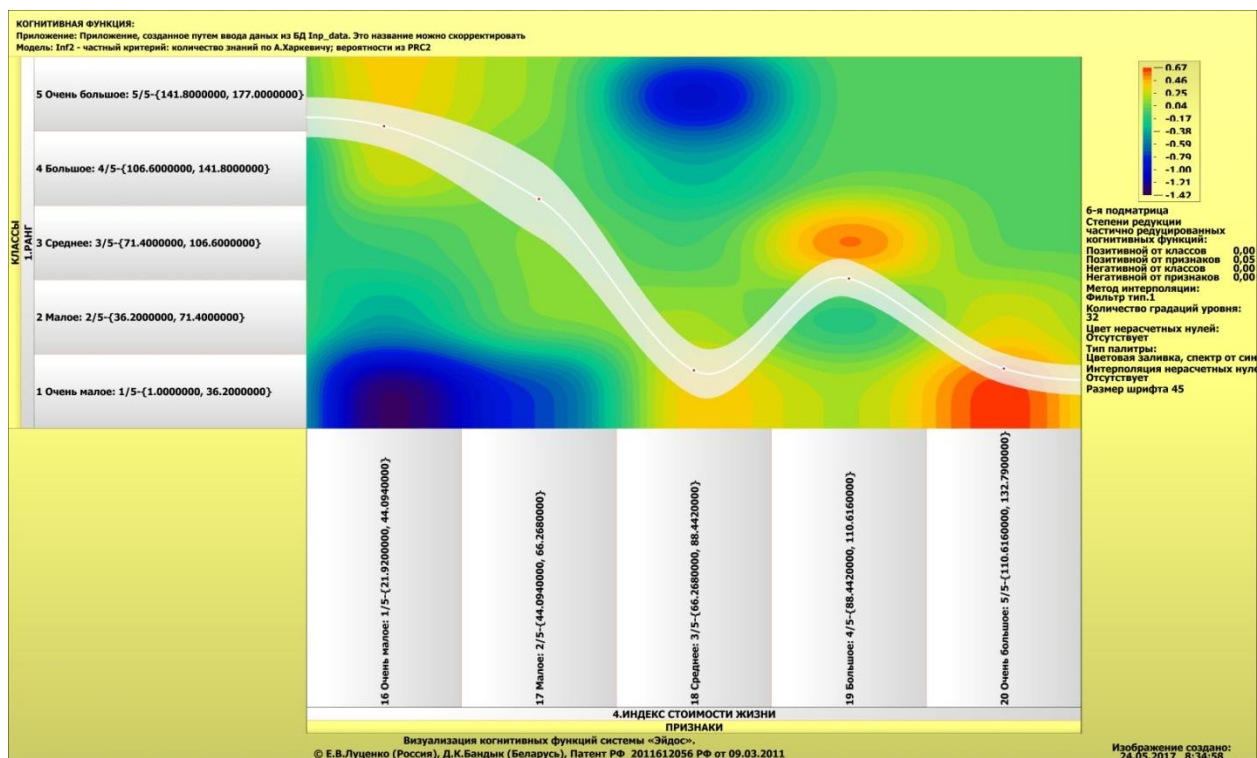


Рисунок 20 – Визуализация когнитивных функций для обобщенных классов и всех описательных шкал для модели INF2

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 21).

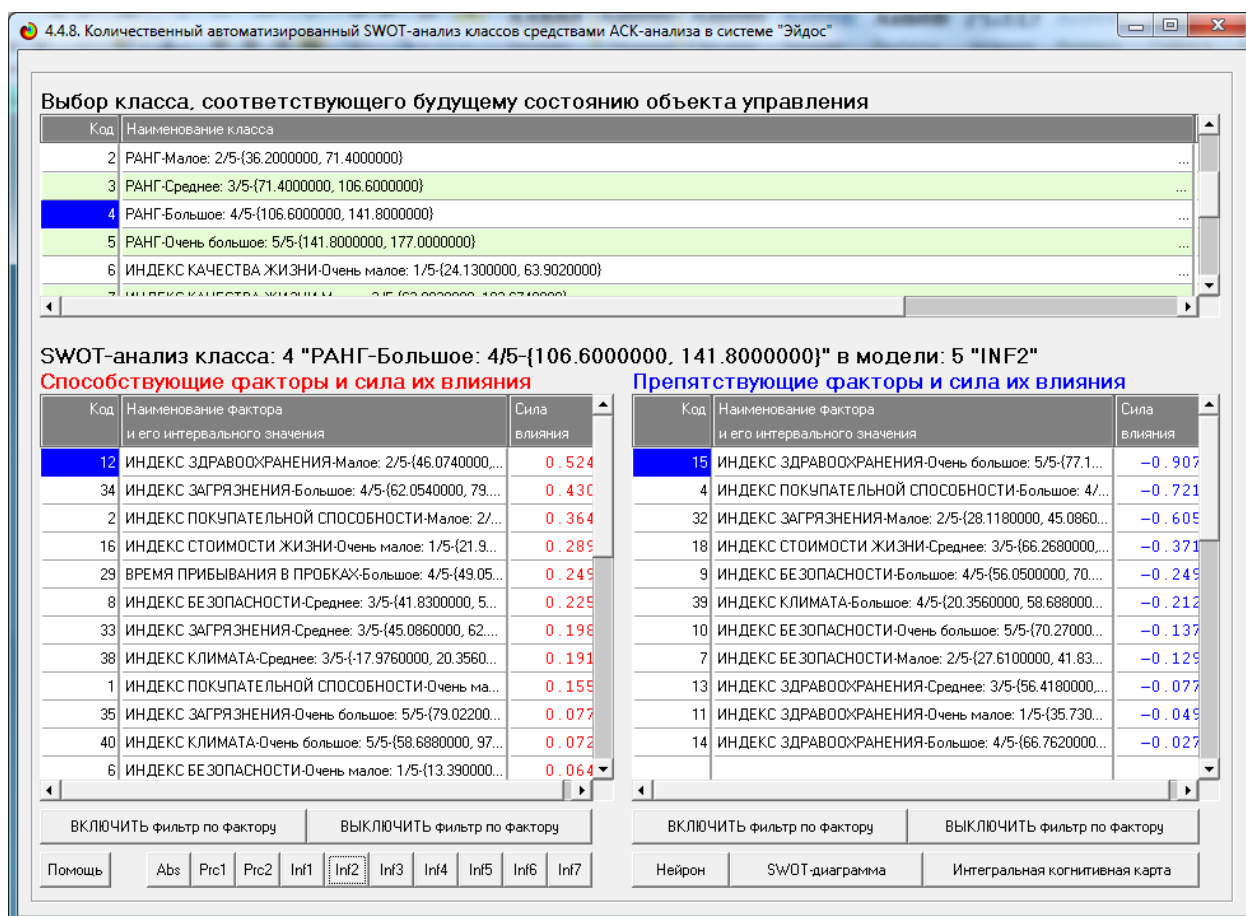


Рисунок 21 – Пример SWOT-матрицы в модели INF2

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 21).

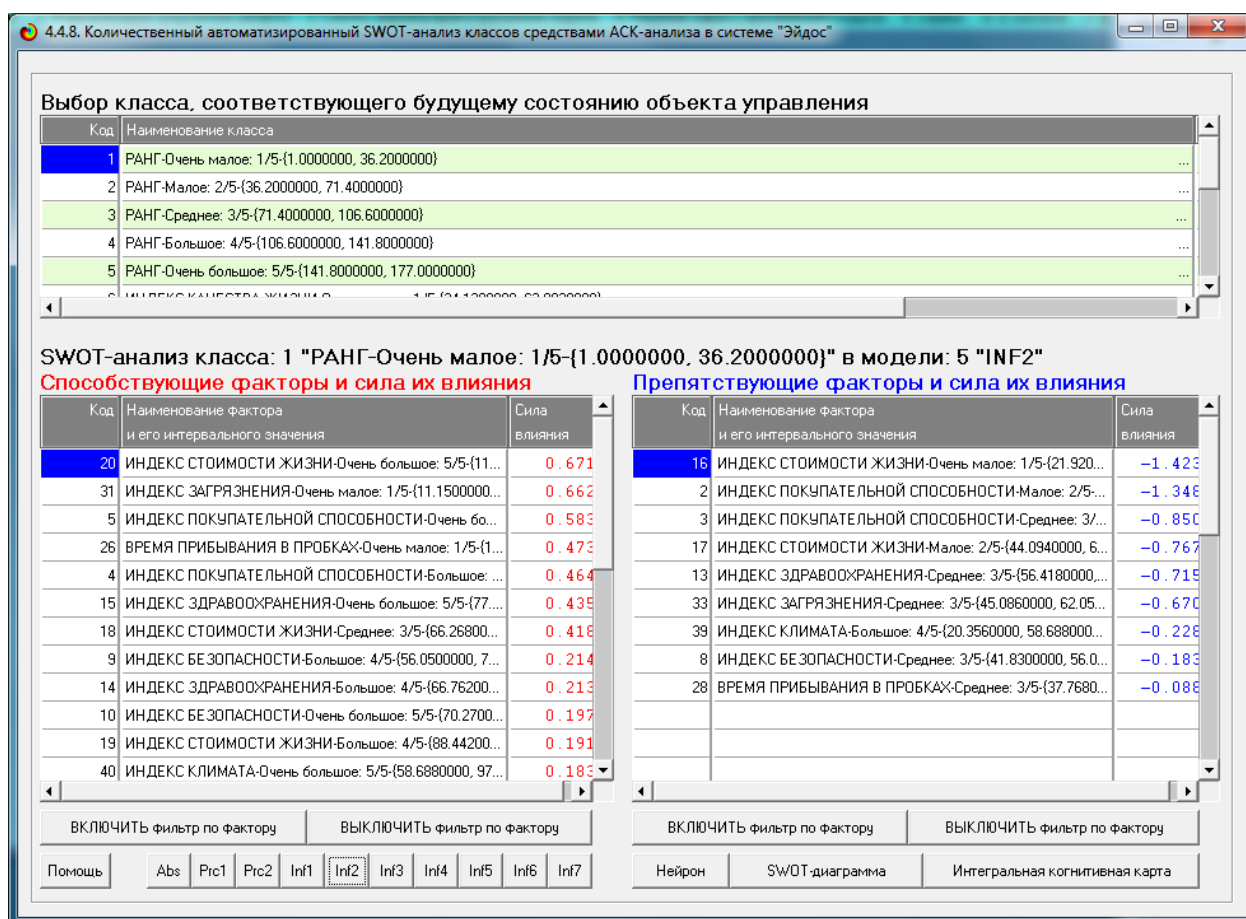


Рисунок 21 – Пример SWOT-матрицы в модели INF2

На рисунке 22 приведены примеры инвертированной SWOT- матрицы и инвертированной SWOT-диаграммы в модели INF2.

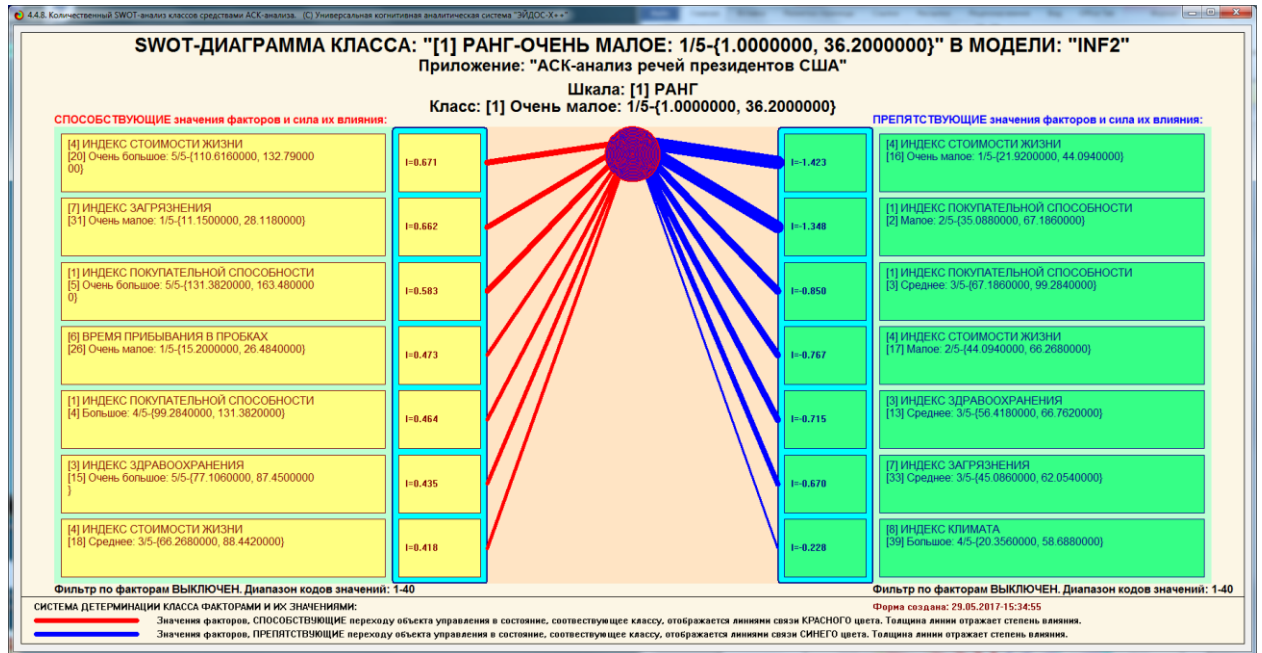


Рисунок 22. Пример SWOT-матрицы в модели INF3

2.4 Нелокальные нейроны и нейронная сеть

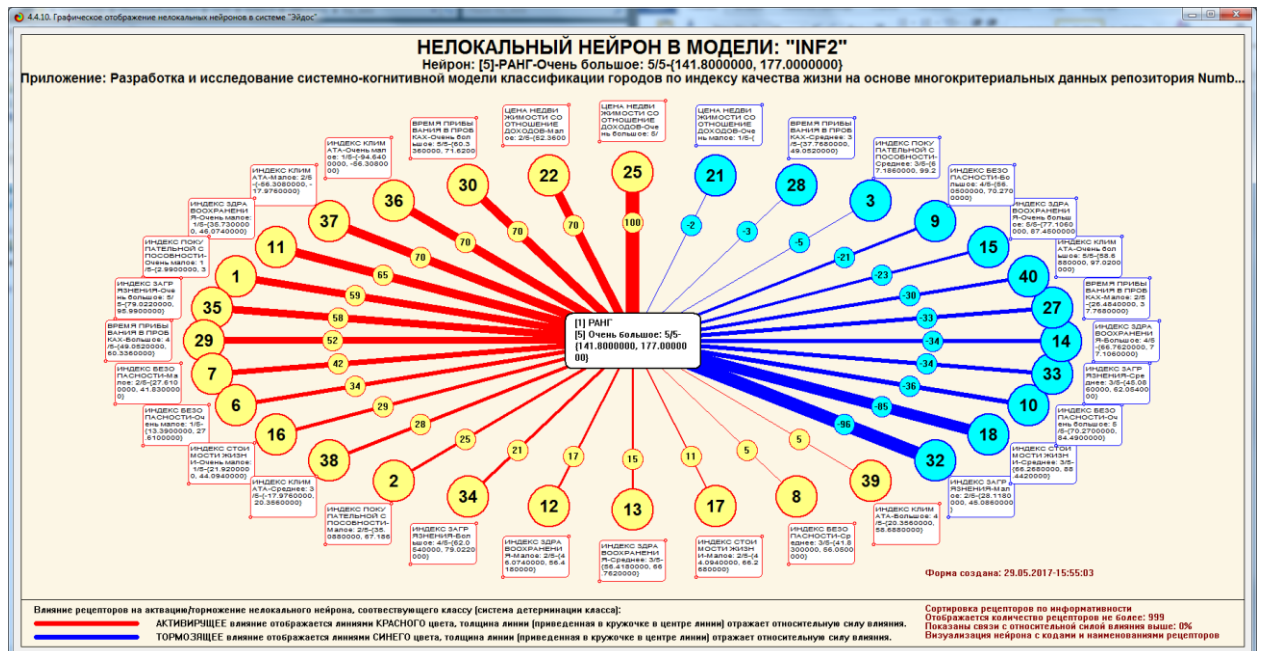


Рисунок 23. Пример графического отображения нелокальных нейронов

В качестве примера приведено графическое отображение нелокальных нейронов в модели INF2 на основе признака «Ранг-Очень большое».

Каждому классу соответствует нейрон, совокупность которых образует нелокальную нейронную сеть.

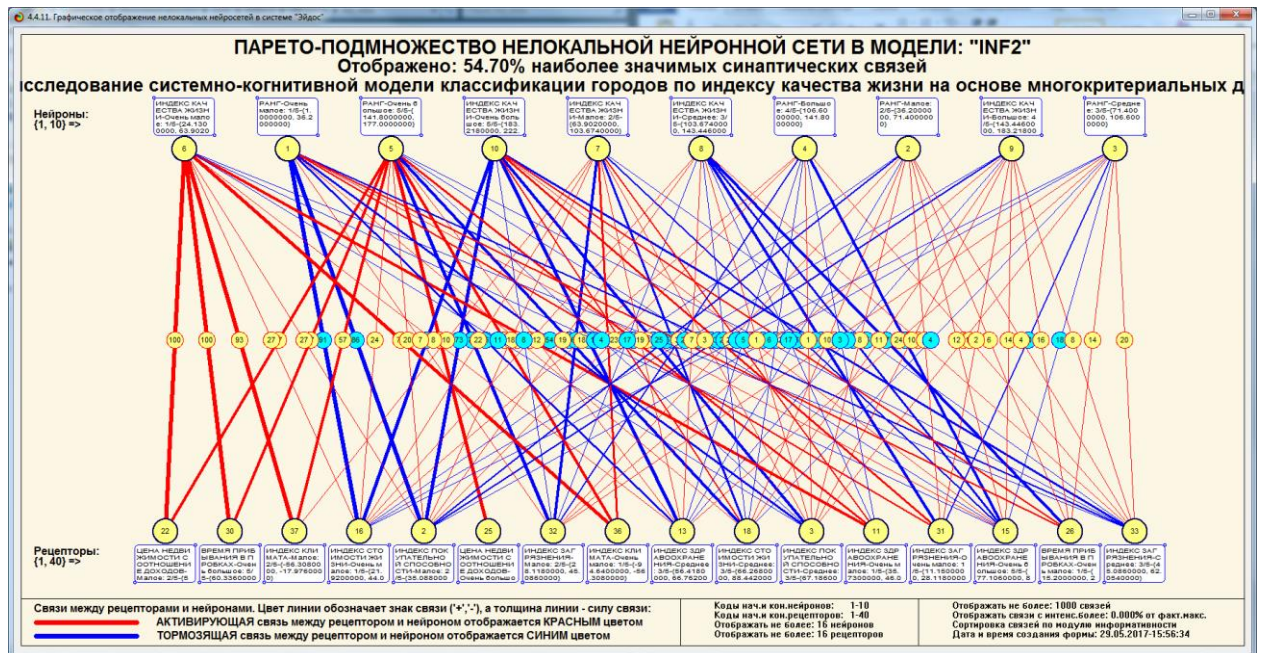


Рисунок 24. Пример графического отображения парето-подмножества нелокальной нейронной сети

На рисунке 24 в графическом отображения парето-подмножества нелокальной нейронной сети в модели INF2 у классов слева сильнее связи между значениями факторов и результатом [9].

Из рисунка 24 видно, что, например, 12 и 23 (индекс загрязнения и цена недвижимости) признаки имеют сходство.

2.5 Кластерный и конструктивный анализ классов

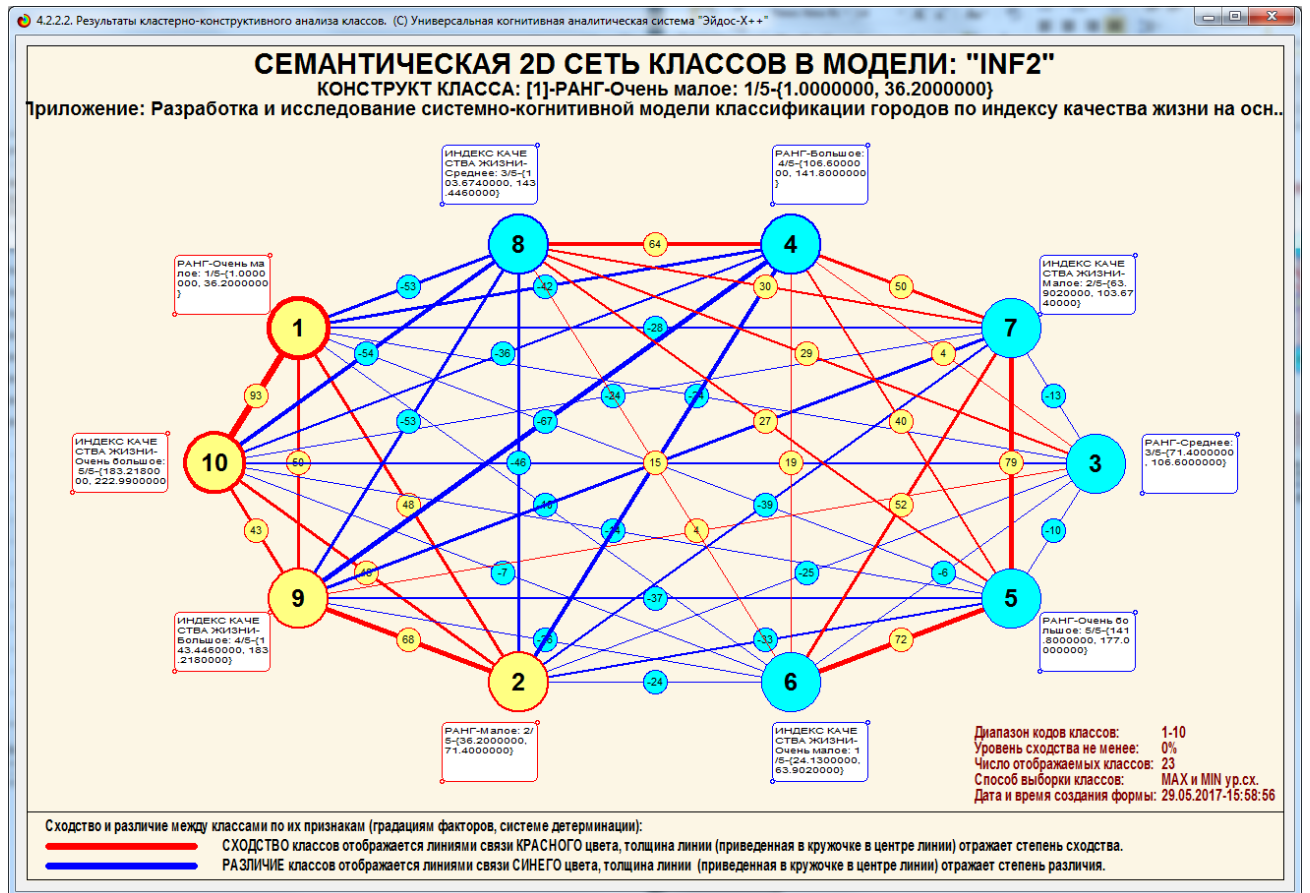


Рисунок 26 – Графические результаты кластерного и конструктивного анализа классов

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 общедоступные базы. В данной работе приводится развернутый пример использования базы данных Numbeo для оценки качества математических моделей, применяемых в АСК-анализе и его программном инструментарии системе искусственного интеллекта «Эйдос». При этом наиболее достоверной в данном приложении оказалась модель INF2 при интегральном критерии «Сумма знаний». Точность модели составляет 0,711, что заметно выше, чем достоверность экспертных оценок, которая считается равной около 70%. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется F-мера Ван Ризбергена и ее нечеткое мультиклассовое обобщение L-мера, предложенная проф.Е.В.Луценко. Если на основе базы данных Numbeo, рассмотренной в данной 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. База данных numbeo.com [Электронный ресурс],-Режим доступа: <https://www.numbeo.com/quality-of-life/rankings.jsp>, свободный, Загл. с экрана, -Яз. англ.
2. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» // Политематический сетевой электронный 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.
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. 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: КубГАУ, 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.