

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»**

Факультет прикладной информатики
Кафедра компьютерных технологий и систем

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: Интеллектуальные системы и технологии
на тему: АСК-анализ и прогнозирование инсульта по данным портала Каггле
Выполнил студент группы: ИТ1941 Акпеисов Руслан Ильясович

Допущен к защите: _____

Руководитель проекта: д.э.н., к. т. н., профессор Луценко Е.В. ()
(подпись, расшифровка подписи)

Защищен 10/03/2021
(дата)

Оценка отлично

DOI: [10.13140/RG.2.2.36536.47363](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36536.47363)

Краснодар 2021

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 курсовую работу

Студента Акпеисова Руслана Ильясовича
курса 2 очной формы обучения группы ИТ1941
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ и прогнозирование инсульта по данным
портала Каггле»

Рецензент: Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н., профессор
(Ф.И.О., ученое звание и степень, должность)

Оценка качества выполнения курсовой работы

№ п/п	Показатель	Оценка соответствия («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»)
1	Степень полноты обзора состояния проблемы и корректность постановки цели и задач исследования	5
2	Уровень и корректность использования в работе различных методов исследований	5
3	Степень комплексности работы, применения в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	5
4	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения	5
5	Применение современных технологий обработки информации	5
6	Качество оформления работы (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	5
7	Уровень освоения компетенций в результате выполнения курсовой работы (проекта)	5
8	Ответы на вопросы при защите	5

Достоинства работы _____

Недостатки работы _____

Итоговая оценка при защите отлично

Рецензент _____ (Е.В. Луценко)

«_10_» марта 2021 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 34 страницы, 24 рисунка, 17 литературных источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, AIDOS-X, КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИ, ШКАЛЫ, КЛАССЫ.

Целью работы является прогнозирование вероятности сердечно-сосудистых заболеваний на основе АСК-анализа данных портала Kaggle.

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) инсульт является второй ведущей причиной смерти в мире, на него приходится примерно 11% от общего числа смертей.

В данной курсовой работе необходимо проанализировать методы формирования обобщенных образов классов и решения задач идентификации конкретных объектов с классами, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	6
1.1. ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЯ.....	6
1.2. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ИЗ CSV-ФОРМАТА В ФАЙЛ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ MS EXCEL.....	8
1.3. ВВОД ВЫБОРКИ В СИСТЕМУ AIDOS-X.....	9
1.4. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ МОДЕЛЕЙ	11
1.5. ВИДЫ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ AIDOS-X	13
1.6. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЕРИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ	16
2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	19
2.1. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ	19
2.2. SWOT И PEST МАТРИЦЫ И ДИАГРАММЫ.....	22
2.3. КОГНИТИВНЫЕ ДИАГРАММЫ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ	24
2.4. АГЛОМЕРАТИВНАЯ КОГНИТИВНАЯ КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ.....	24
2.5. НЕЛОКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ И НЕЛОКАЛЬНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ	25
2.6. КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	31
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	33

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных и перспективных направлений развития современных информационных технологий является создание систем искусственного интеллекта. Существует множество альтернатив систем искусственного интеллекта, но возникает необходимость оценки качества математических моделей этих систем. В данной работе рассмотрено решение задачи прогнозирования сердечно-сосудистых заболеваний на основе АСК-анализа данных портала Kaggle.

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 сборник баз данных Kaggle.

В данной курсовой работе использована база данных «Stroke Prediction Dataset» из банка исходных данных по задачам искусственного интеллекта – Kaggle.

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

1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ

1.1. Описание решения

В качестве метода исследования, решения проблемы и достижения цели было решено использовать новый метод искусственного интеллекта: Автоматизированный системно-когнитивный анализ или АСК-анализ.

Основной причиной выбора АСК-анализа является то, что он включает теорию и метод количественного выявления в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал и единицах измерения.

Очень важным является также то, что АСК-анализ имеет свой развитый и доступный программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает Универсальная когнитивная аналитическая система Aidos-X.

Преимущества данной системы:

- универсальность;
- доступность, то есть данная система находится в полном открытом бесплатном доступе, причем с актуальными исходными текстам;
- одна из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (акт внедрения системы Aidos-X 1987 года);
- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения;

- содержит большое количество локальных и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 270, соответственно);
- мультязычная поддержка интерфейса (больше 50 языков);
- поддерживает online среду накопления знаний и широко используется во всем мире;
- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз;
- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе);
- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

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

1. Преобразование исходных данных из csv-формата в промежуточные файлы MS Excel.
2. Преобразование исходных данных из промежуточных файлов MS Excel в базы данных системы Aidos-X.
3. Синтез и верификация моделей предметной области.
4. Применение моделей для решения задач идентификации, прогнозирования и исследования предметной области.

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

С электронного ресурса kaggle.com возьмем набор данных «Stroke Prediction Dataset» <https://www.kaggle.com/fedesoriano/stroke-prediction-dataset>

Csv файл содержит следующие данные:

- 1) ID: уникальный идентификатор
 - 2) GENDER: «Мужской», «Женский» или «Другой»
 - 3) AGE: возраст пациента
 - 4) HYPERTENSION: 0, если у пациента нет гипертонии, 1, если у пациента гипертония
 - 5) HEART_DISEASE: 0, если у пациента нет сердечных заболеваний, 1, если у пациента сердечное заболевание
 - 6) EVER_MARRIED: «Нет» или «Да»
 - 7) WORK_TYPE: «Ребенок», «Государственный служащий», «Никогда не работал», «Предприниматель», «Самозанятый»
 - 8) RESIDENCE: «Сельский житель» или «Городской житель»
 - 9) AVG_GLUCOSE_LEVEL: средний уровень глюкозы
 - 10) BMI: индекс массы тела
 - 11) SMOKING_STATUS: «Ранее курил», «Никогда не курил», «Курит» или «Неизвестно»
 - 12) Инсульт: 1, если у пациента был инсульт, или 0, если нет
- *Примечание: «Неизвестно» в состоянии SMOKING_STATUS означает, что информация об это пациенте недоступна.

В качестве разделителей используются запятые.

Для конвертации csv-файла в xls был использован онлайн конвертер: <https://document.online-convert.com/ru/convert/csv-to-excel>

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	id	gender	age	hypertension	heart_disease	ever_married	work_type	Residence_type	avg_glucose_level	bmi	smoking_status	stroke
2	9046	Male	67	No	Yes	Yes	Private	Urban	228,69	36,6	formerly smoked	Yes
3	51676	Female	61	No	No	Yes	Self-employed	Rural	202,21	0	never smoked	Yes
4	31112	Male	80	No	Yes	Yes	Private	Rural	105,92	32,5	never smoked	Yes
5	60182	Female	49	No	No	Yes	Private	Urban	171,23	34,4	smokes	Yes
6	1665	Female	79	Yes	No	Yes	Self-employed	Rural	174,12	24	never smoked	Yes
7	56669	Male	81	No	No	Yes	Private	Urban	186,21	29	formerly smoked	Yes
8	53882	Male	74	Yes	Yes	Yes	Private	Rural	70,09	27,4	never smoked	Yes
9	10434	Female	69	No	No	No	Private	Urban	94,39	22,8	never smoked	Yes
10	27419	Female	59	No	No	Yes	Private	Rural	76,15	0	Unknown	Yes
11	60491	Female	78	No	No	Yes	Private	Urban	58,57	24,2	Unknown	Yes
12	12109	Female	81	Yes	No	Yes	Private	Rural	80,43	29,7	never smoked	Yes
13	12095	Female	61	No	Yes	Yes	Govt_job	Rural	120,46	36,8	smokes	Yes
14	12175	Female	54	No	No	Yes	Private	Urban	104,51	27,3	smokes	Yes
15	8213	Male	78	No	Yes	Yes	Private	Urban	219,84	0	Unknown	Yes
16	5317	Female	79	No	Yes	Yes	Private	Urban	214,09	28,2	never smoked	Yes
17	58202	Female	50	Yes	No	Yes	Self-employed	Rural	167,41	30,9	never smoked	Yes
18	56112	Male	64	No	Yes	Yes	Private	Urban	191,61	37,5	smokes	Yes
19	34120	Male	75	Yes	No	Yes	Private	Urban	221,29	25,8	smokes	Yes
20	27458	Female	60	No	No	No	Private	Urban	89,22	37,8	never smoked	Yes
21	25226	Male	57	No	Yes	No	Govt_job	Urban	217,08	0	Unknown	Yes
22	70630	Female	71	No	No	Yes	Govt_job	Rural	193,94	22,4	smokes	Yes
23	13861	Female	52	Yes	No	Yes	Self-employed	Urban	233,29	48,9	never smoked	Yes
24	68794	Female	79	No	No	Yes	Self-employed	Urban	228,7	26,6	never smoked	Yes
25	64778	Male	82	No	Yes	Yes	Private	Rural	208,3	32,5	Unknown	Yes
26	4219	Male	71	No	No	Yes	Private	Urban	102,87	27,2	formerly smoked	Yes
27	70822	Male	80	No	No	Yes	Self-employed	Rural	104,12	23,5	never smoked	Yes
28	38047	Female	65	No	No	Yes	Private	Rural	100,98	28,2	formerly smoked	Yes
29	61843	Male	58	No	No	Yes	Private	Rural	189,84	0	Unknown	Yes
30	54827	Male	69	No	Yes	Yes	Self-employed	Urban	195,23	28,3	smokes	Yes
31	69160	Male	59	No	No	Yes	Private	Rural	211,78	0	formerly smoked	Yes
32	43717	Male	57	Yes	No	Yes	Private	Urban	212,08	44,2	smokes	Yes
33	33879	Male	42	No	No	Yes	Private	Rural	83,41	25,4	Unknown	Yes
34	39373	Female	82	Yes	No	Yes	Self-employed	Urban	196,92	22,2	never smoked	Yes
35	54401	Male	80	No	Yes	Yes	Self-employed	Urban	252,72	30,5	formerly smoked	Yes
36	14248	Male	48	No	No	No	Govt_job	Urban	84,2	29,7	never smoked	Yes
37	712	Female	82	Yes	Yes	No	Private	Rural	84,03	26,5	formerly smoked	Yes
38	47269	Male	74	No	No	Yes	Private	Rural	219,72	33,7	formerly smoked	Yes
39	24977	Female	72	Yes	No	Yes	Private	Rural	74,63	23,1	formerly smoked	Yes

Рисунок 1 - Фрагмент обучающей выборки

1.3. Ввод выборки в систему Aidos-X

Теперь, когда имеется обучающая выборка в формате *.xls, можно импортировать ее в систему Aidos-X.

Скопируем данную выборку в папку Inp_data и переименуем ее в Inp_data. Далее был использован универсальный программный интерфейс импорта данных в систему Aidos-X (режим 2.3.2.2).

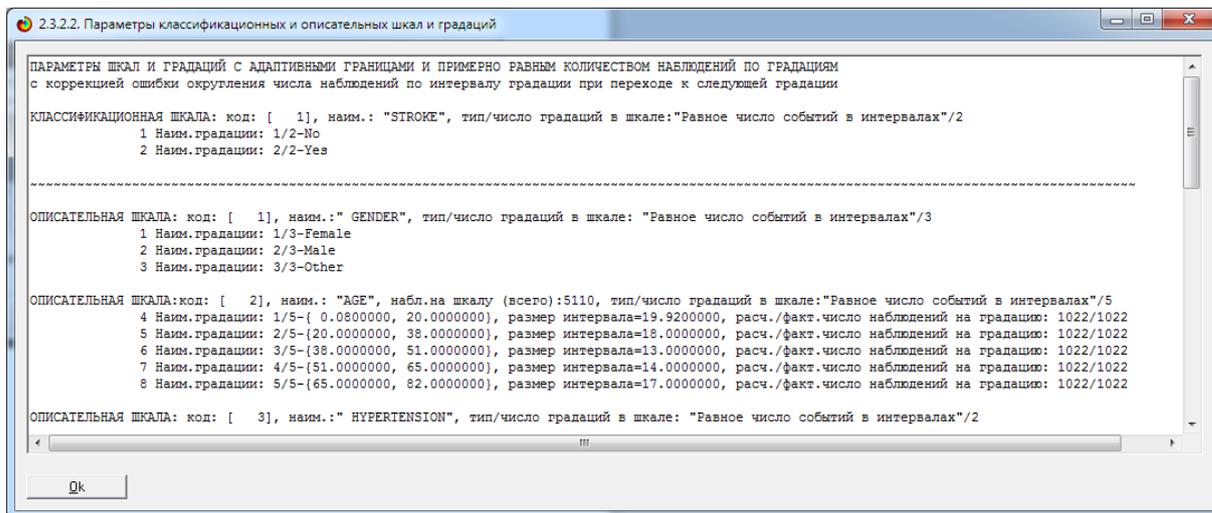


Рисунок 2 - Ввод обучающей выборки

Стоит отметить следующие настройки:

- Тип файла – xls;
- Применяется спец. интерпретация текстовых полей признаков;
- В качестве признаков рассматриваются слова, без проведения лемматизации.

В форме задания размерности модели системы оставляем всё без изменений (Рисунок 3).

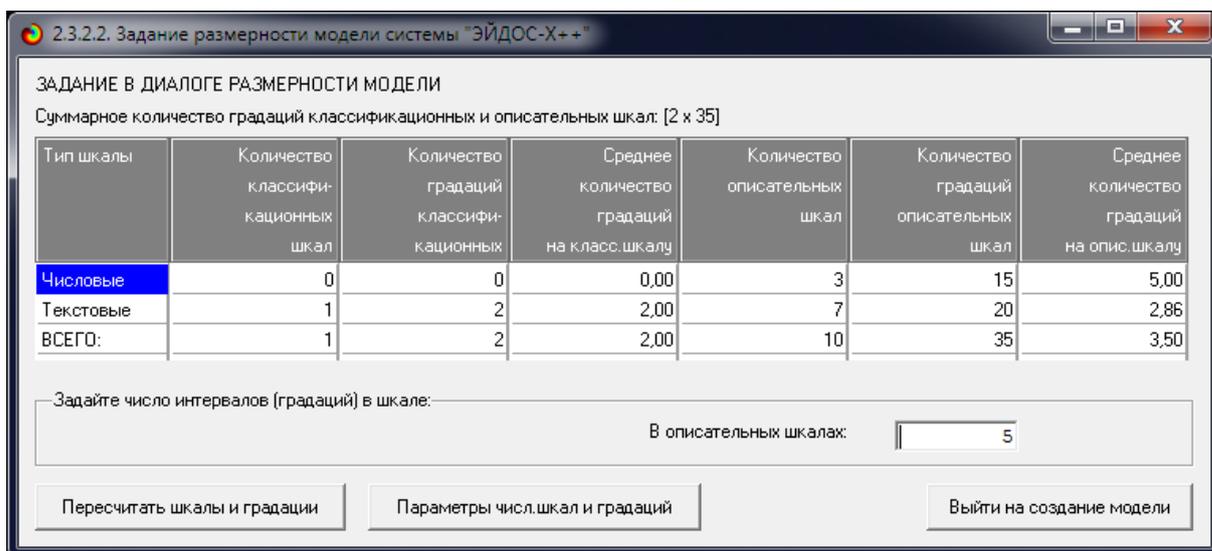


Рисунок 3 - Задание размерности модели системы Aidос-X

Процесс импорта данных из внешней БД "Inp_data.xls" в систему Aidos-X представлен на рисунке 4.

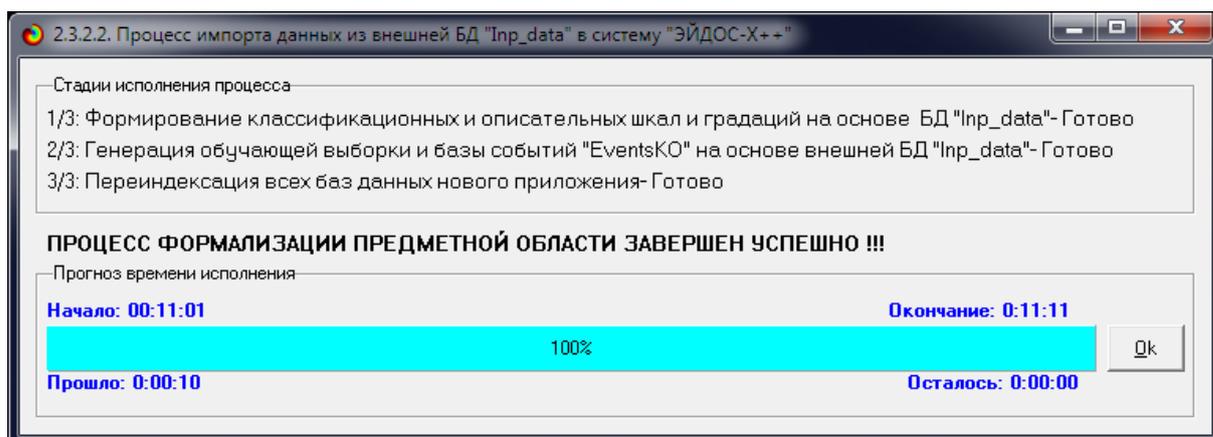


Рисунок 4 – Процесс импорта данных

Так как предварительно числовые шкалы были разбиты на интервалы, то перерасчет шкал после ввода выборки производить не надо. После импорта автоматически формируются классификационные и описательные шкалы, с применением которых исходные данные кодируются и представляются в форме эвентологических баз данных. Тем самым этап формализации предметной области выполняется полностью автоматизировано.

1.4. 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 5).

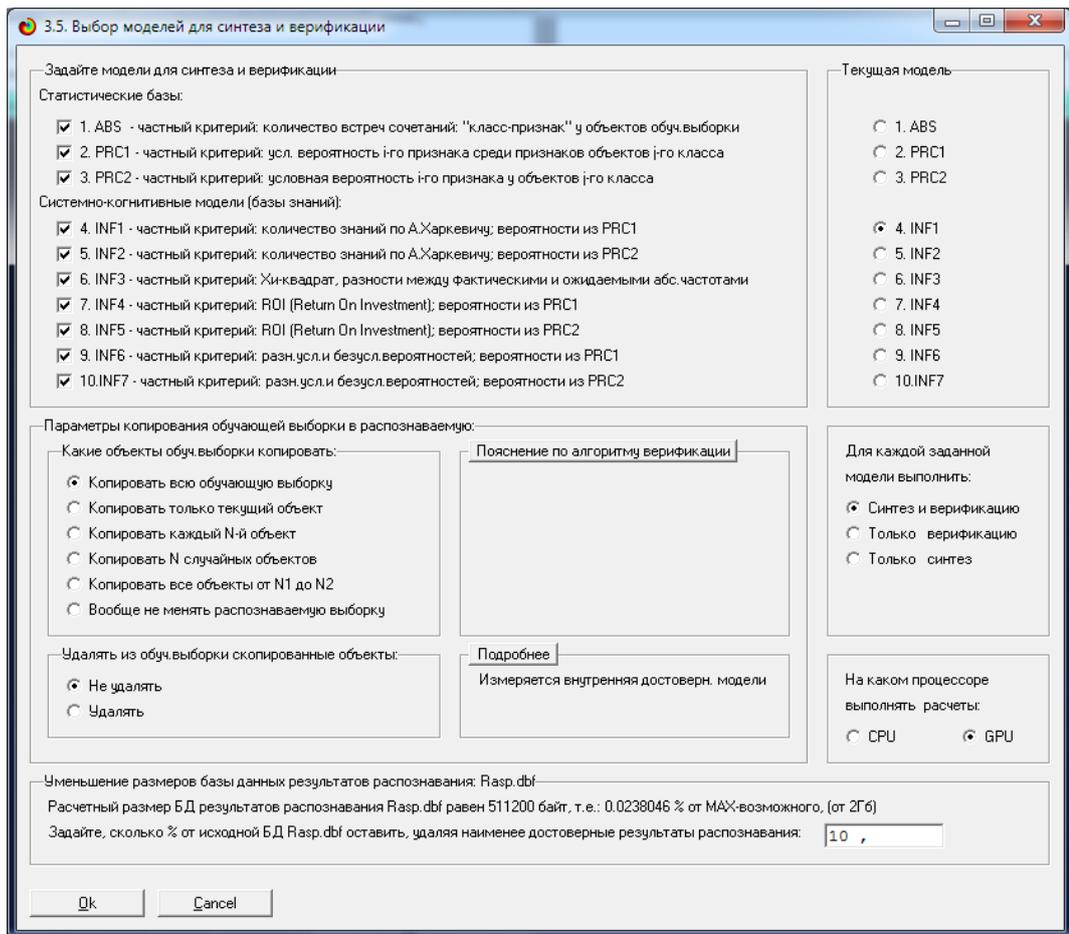


Рисунок 5 - Выбор моделей для синтеза и верификации

В данном режиме имеется много различных методов верификации моделей. Но мы используем параметры, приведенные на рисунке 6. Стадия процесса исполнения режима 3.5 и прогноз времени его окончания отображаются на экранной форме, приведенной на рисунке 6.

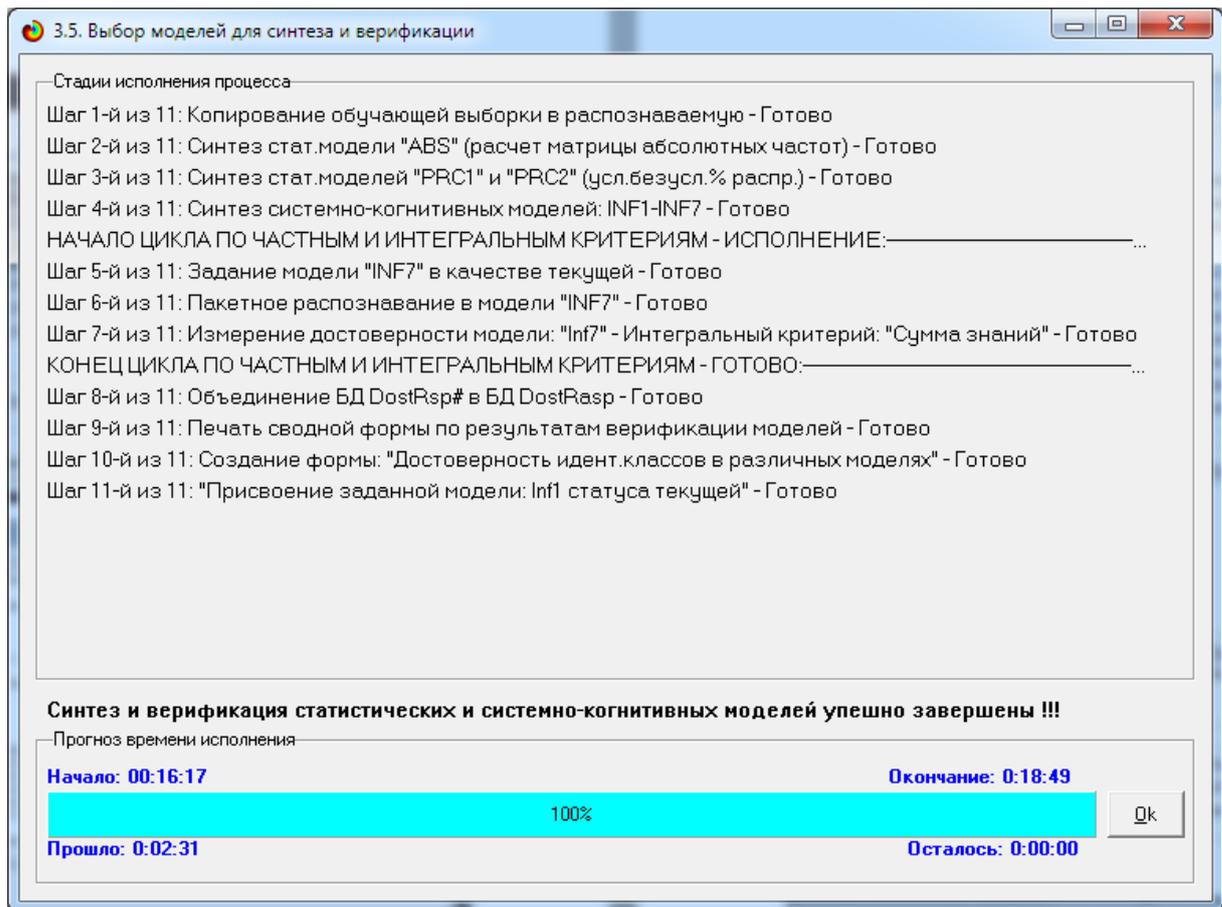


Рисунок 6 - Процесс исполнения режима 3.5

Интересно заметить (см. рисунок 6), что синтез и верификация всех 10 моделей на данной задаче заняли 2 минуты 31 секунде. При этом оценка достоверности моделей проводилась на 50 примерах наблюдения из обучающей выборки. После этого можно перейти непосредственно к выбору наиболее достоверной модели.

1.5. Виды моделей системы Aidos-X

Рассмотрим решение задачи идентификации на примере нескольких моделей, в которой рассчитано количество информации по А. Харкевичу, которое было получено по принадлежности идентифицируемого объекта к каждому из классов, если известно, что у этого объекта есть некоторый признак.

То есть частные критерии представляют собой просто формулы для преобразования матрицы абсолютных частот (рисунок 7) в матрицы условных и безусловных процентных распределений, и матрицы знаний (рисунок 8 и 9).

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. STROKE 1/2 NO	2. STROKE 2/2 YES	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	GENDER-1/3-Female	2853	141	2994	1497.00	1917.67
2	GENDER-2/3-Male	2007	108	2115	1057.50	1342.80
3	GENDER-3/3-Other	1		1	0.50	0.71
4	AGE-1/5-{0.0800000, 20.0000000}	1023	2	1025	512.50	721.96
5	AGE-2/5-{20.0000000, 38.0000000}	1071	3	1074	537.00	755.19
6	AGE-3/5-{38.0000000, 51.0000000}	948	22	970	485.00	654.78
7	AGE-4/5-{51.0000000, 65.0000000}	1010	66	1076	538.00	667.51
8	AGE-5/5-{65.0000000, 82.0000000}	809	156	965	482.50	461.74
9	HYPERTENSION-1/2-No	4429	183	4612	2306.00	3002.38
10	HYPERTENSION-2/2-Yes	432	66	498	249.00	258.80
11	HEART_DISEASE-1/2-No	4632	202	4834	2417.00	3132.48
12	HEART_DISEASE-2/2-Yes	229	47	276	138.00	128.69
13	EVER_MARRIED-1/2-No	1728	29	1757	878.50	1201.37
14	EVER_MARRIED-2/2-Yes	3133	220	3353	1676.50	2059.80
15	WORK_TYPE-1/5-children	685	2	687	343.50	482.95
16	WORK_TYPE-2/5-Govt_job	624	33	657	328.50	417.90
17	WORK_TYPE-3/5-Never_worked	22		22	11.00	15.56
18	WORK_TYPE-4/5-Private	2776	149	2925	1462.50	1857.57
19	WORK_TYPE-5/5-Self-employed	754	65	819	409.50	487.20
20	RESIDENCE_TYPE-1/2-Rural	2400	114	2514	1257.00	1616.45
21	RESIDENCE_TYPE-2/2-Urban	2461	135	2596	1298.00	1644.73
22	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-1/5-{55.1200000, 73.7600000}	982	41	1023	511.50	665.39
23	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-2/5-{73.7600000, 85.6000000}	986	36	1022	511.00	671.75
24	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-3/5-{85.6000000, 98.9100000}	987	34	1021	510.50	673.87
25	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-4/5-{98.9100000, 124.1600000}	985	38	1023	511.50	669.63
26	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-5/5-{124.1600000, 271.7400000}	921	100	1021	510.50	580.53

Рисунок 7 - Матрица абсолютных частот (модель ABS) и условных и безусловных процентных распределений

5.5. Модель: "3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. STROKE 1/2 NO	2. STROKE 2/2 YES	Безусл. вероятн.	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	GENDER-1/3-Female	58.692	56.627	58.591	57.659	1.460
2	GENDER-2/3-Male	41.288	43.373	41.389	42.331	1.475
3	GENDER-3/3-Other	0.021		0.020	0.010	0.015
4	AGE-1/5-(0.0800000, 20.0000000)	21.045	0.803	20.059	10.924	14.313
5	AGE-2/5-(20.0000000, 38.0000000)	22.033	1.205	21.018	11.619	14.727
6	AGE-3/5-(38.0000000, 51.0000000)	19.502	8.835	18.982	14.169	7.543
7	AGE-4/5-(51.0000000, 65.0000000)	20.778	26.506	21.057	23.642	4.051
8	AGE-5/5-(65.0000000, 82.0000000)	16.643	62.651	18.885	39.647	32.533
9	HYPERTENSION-1/2-No	91.113	73.494	90.254	82.303	12.458
10	HYPERTENSION-2/2-Yes	8.887	26.506	9.746	17.697	12.458
11	HEART_DISEASE-1/2-No	95.289	81.124	94.599	88.207	10.016
12	HEART_DISEASE-2/2-Yes	4.711	18.876	5.401	11.793	10.016
13	EVER_MARRIED-1/2-No	35.548	11.647	34.384	23.597	16.901
14	EVER_MARRIED-2/2-Yes	64.452	88.353	65.616	76.403	16.901
15	WORK_TYPE-1/5-children	14.092	0.803	13.444	7.447	9.396
16	WORK_TYPE-2/5-Govt_job	12.837	13.253	12.857	13.045	0.294
17	WORK_TYPE-3/5-Never_worked	0.453		0.431	0.226	0.320
18	WORK_TYPE-4/5-Private	57.108	59.839	57.241	58.473	1.932
19	WORK_TYPE-5/5-Self-employed	15.511	26.104	16.027	20.808	7.491
20	RESIDENCE_TYPE-1/2-Rural	49.373	45.783	49.198	47.578	2.538
21	RESIDENCE_TYPE-2/2-Urban	50.627	54.217	50.802	52.422	2.538
22	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-1/5-(55.1200000, 73.7600000)	20.202	16.466	20.020	18.334	2.642
23	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-2/5-(73.7600000, 85.6000000)	20.284	14.458	20.000	17.371	4.120
24	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-3/5-(85.6000000, 98.9100000)	20.304	13.655	19.980	16.980	4.702
25	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-4/5-(98.9100000, 124.1600000)	20.263	15.261	20.020	17.762	3.537
26	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-5/5-(124.1600000, 271.7400000)	18.947	40.161	19.980	29.554	15.001

Рисунок 8 - Модель INF4 (фрагмент)

5.5. Модель: "4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, вероятности из PRC1"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. STROKE 1/2 NO	2. STROKE 2/2 YES	Сумма	Среднее	Средн. квадр. откл.
1	GENDER-1/3-Female	0.000	-0.002	-0.002	-0.001	0.001
2	GENDER-2/3-Male	0.000	0.005	0.005	0.003	0.004
3	GENDER-3/3-Other	0.005		0.005	0.002	0.003
4	AGE-1/5-(0.0800000, 20.0000000)	0.004	-0.296	-0.291	-0.146	0.212
5	AGE-2/5-(20.0000000, 38.0000000)	0.004	-0.263	-0.258	-0.129	0.189
6	AGE-3/5-(38.0000000, 51.0000000)	0.002	-0.069	-0.067	-0.033	0.051
7	AGE-4/5-(51.0000000, 65.0000000)	-0.001	0.022	0.021	0.011	0.017
8	AGE-5/5-(65.0000000, 82.0000000)	-0.012	0.112	0.100	0.050	0.087
9	HYPERTENSION-1/2-No	0.001	-0.018	-0.017	-0.009	0.013
10	HYPERTENSION-2/2-Yes	-0.009	0.093	0.085	0.042	0.072
11	HEART_DISEASE-1/2-No	0.001	-0.013	-0.012	-0.006	0.010
12	HEART_DISEASE-2/2-Yes	-0.013	0.117	0.104	0.052	0.091
13	EVER_MARRIED-1/2-No	0.003	-0.099	-0.096	-0.048	0.072
14	EVER_MARRIED-2/2-Yes	-0.002	0.029	0.027	0.013	0.021
15	WORK_TYPE-1/5-children	0.004	-0.259	-0.255	-0.127	0.186
16	WORK_TYPE-2/5-Govt_job	0.000	0.004	0.004	0.002	0.003
17	WORK_TYPE-3/5-Never_worked	0.005		0.005	0.002	0.003
18	WORK_TYPE-4/5-Private	0.000	0.005	0.005	0.002	0.004
19	WORK_TYPE-5/5-Self-employed	-0.003	0.046	0.043	0.022	0.035
20	RESIDENCE_TYPE-1/2-Rural	0.000	-0.006	-0.005	-0.003	0.004
21	RESIDENCE_TYPE-2/2-Urban	0.000	0.007	0.007	0.003	0.005
22	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-1/5-(55.1200000, 73.7600000)	0.001	-0.017	-0.016	-0.008	0.013
23	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-2/5-(73.7600000, 85.6000000)	0.001	-0.029	-0.028	-0.014	0.021
24	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-3/5-(85.6000000, 98.9100000)	0.001	-0.034	-0.033	-0.016	0.025
25	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-4/5-(98.9100000, 124.1600000)	0.001	-0.024	-0.023	-0.011	0.018
26	AVG_GLUCCOSE_LEVEL-5/5-(124.1600000, 271.7400000)	-0.005	0.066	0.061	0.030	0.050

Рисунок 9 - Модель INF5 (фрагмент)

1.6. Результаты верификации моделей

Результаты верификации моделей, отличающихся частными критериями с двумя приведенными выше интегральными критериями представлены на рисунке 10.

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Число полностью отрабатанных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	Ф-мера Ван Ризбергера	Средняя между-уровневая оценка истинно-положительных решений (ST)	Средняя между-уровневая оценка истинно-отрицательных решений (ST)	Средняя между-уровневая оценка ложноположительных решений (SFP)	Средняя между-уровневая оценка ложноотрицательных решений (SF)	S-T точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество строк совпадений "Улос...	Корреляция обс. частот с обр...	506	0,910	0,996	0,951	3221,693	0,305	276,175	1,425	0,921	1,000	0,859
1. ABS - частный критерий: количество строк совпадений "Улос...	Сумма обс. частот по призна...	511	0,909	1,000	0,952	4307,158	0,305	218,741	1,425	0,952	1,000	0,976
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред...	Корреляция усл. обс. частот с о...	506	0,910	0,996	0,951	3221,693	0,305	276,175	1,425	0,921	1,000	0,859
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред...	Сумма усл. обс. частот по призна...	511	0,909	1,000	0,952	4046,558	0,305	365,558	1,425	0,913	1,000	0,855
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность того признака...	Корреляция усл. обс. частот с о...	506	0,910	0,996	0,951	3221,693	0,305	276,175	1,425	0,921	1,000	0,859
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность того признака...	Сумма усл. обс. частот по призна...	511	0,909	1,000	0,952	4096,339	0,305	387,962	1,425	0,913	1,000	0,855
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Хориевну, в...	Семантический резонанс зна...	196	0,948	0,694	0,801	847,262	106,412	44,162	395,282	0,950	0,682	0,794
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Хориевну, в...	Сумма знаний	119	0,962	0,590	0,781	71,429	72,892	15,446	31,851	0,822	0,692	0,751
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Хориевну, в...	Семантический резонанс зна...	196	0,948	0,694	0,801	847,093	106,473	44,056	395,285	0,951	0,682	0,794
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Хориевну, в...	Сумма знаний	124	0,997	0,609	0,746	69,781	73,957	14,048	30,692	0,832	0,695	0,757
6. INF3 - частный критерий: "минимум", разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	146	0,958	0,645	0,771	1166,166	134,256	33,979	462,763	0,972	0,716	0,824
6. INF3 - частный критерий: "минимум", разности между фактич...	Сумма знаний	146	0,958	0,645	0,771	1165,070	133,900	33,897	461,690	0,972	0,716	0,824
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Семантический резонанс зна...	118	0,966	0,663	0,786	804,283	125,471	24,717	417,843	0,970	0,659	0,764
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Сумма знаний	142	0,956	0,598	0,735	109,779	32,407	29,681	26,422	0,757	0,806	0,796
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Семантический резонанс зна...	118	0,966	0,663	0,786	804,133	125,621	24,654	417,856	0,970	0,659	0,764
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Сумма знаний	144	0,965	0,615	0,749	110,667	34,645	28,603	26,134	0,795	0,809	0,802
9. INF6 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей, вер...	Семантический резонанс зна...	146	0,958	0,645	0,771	1165,991	134,387	33,890	462,797	0,972	0,716	0,824
9. INF6 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей, вер...	Сумма знаний	146	0,958	0,645	0,771	136,335	59,881	28,885	29,369	0,825	0,823	0,824
10. INF7 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей, ве...	Семантический резонанс зна...	140	0,960	0,662	0,783	1206,923	134,033	33,127	489,969	0,973	0,733	0,836
10. INF7 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей, ве...	Сумма знаний	135	0,963	0,689	0,803	139,267	67,438	25,950	28,825	0,843	0,829	0,836

Рисунок 10 - Оценки достоверности моделей

Наиболее достоверной в данном приложении оказалась модель INF1 при интегральном критерии «Сумма знаний». При этом точность модели (Ф-мера Ван Ризбергера) составляет 0,771 а точность модели (L1-мера профессора Луценко) - 0,825. L1-мера профессора Луценко является более достоверной, по сравнению с Ф-мерой Ван Ризбергера. Таким образом, уровень достоверности прогнозирования с применением модели выше, чем экспертных оценок, достоверность которых считается равной примерно 100%. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе Aidos-X используется Ф-мера Ван Ризбергера и L-мера, представляющая собой ее нечеткое мультимодальное обобщение, предложенное профессором Е.В.Луценко (рисунок 11).

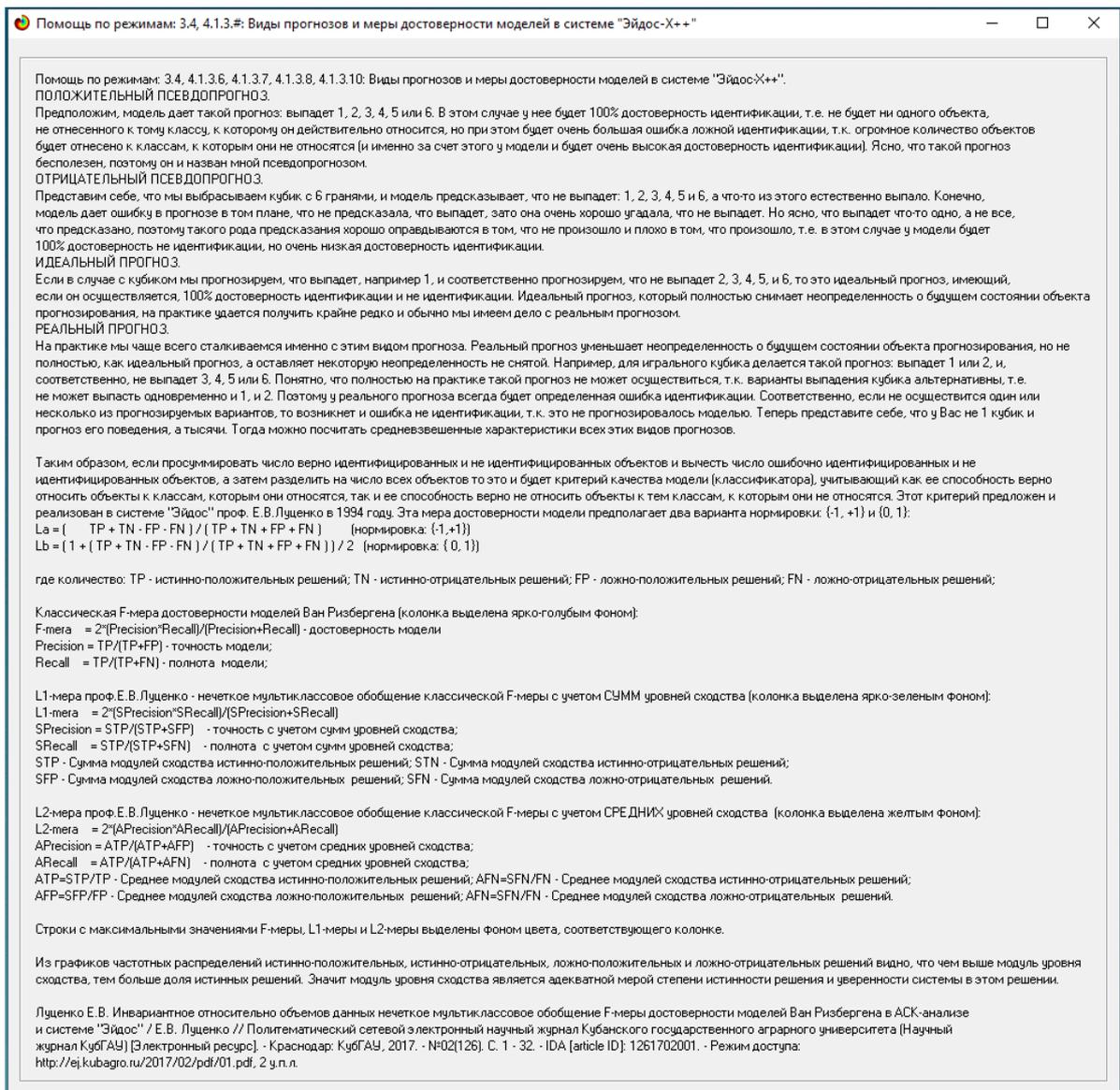


Рисунок 11- Виды прогнозов и принцип определения достоверности моделей по авторскому варианту метрики, сходной с F-критерием

Также необходимо обратить внимание на то, 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 12 приведены частные распределения уровней сходства и различия для верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных ситуаций в наиболее достоверной модели ABS.

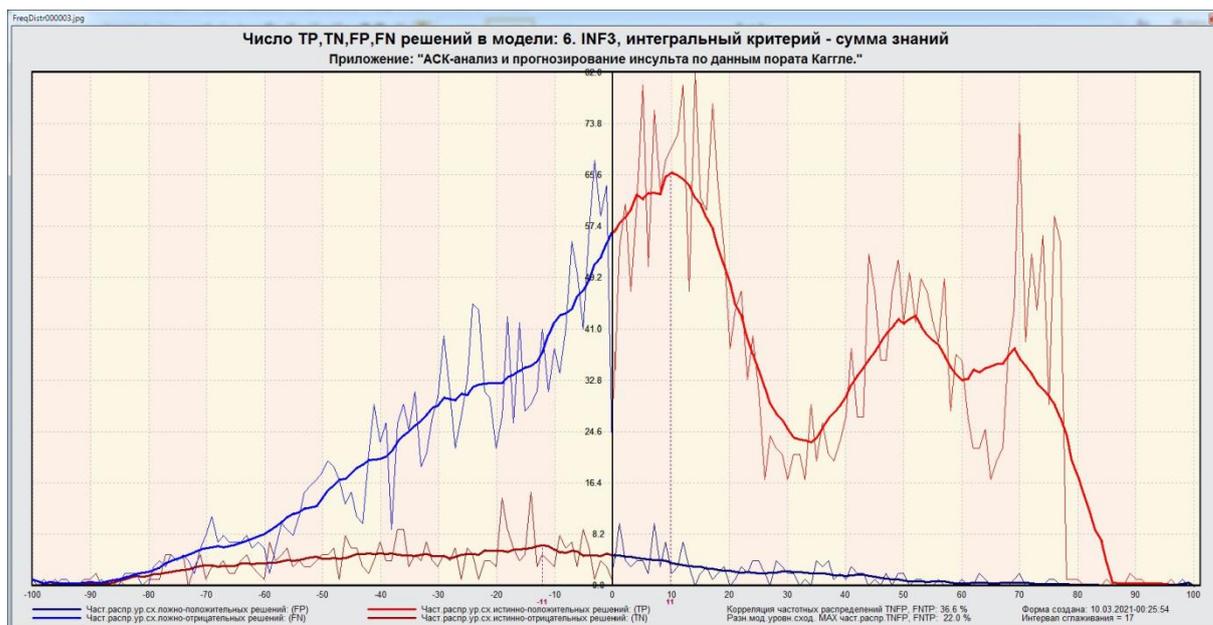


Рисунок 12 - Частотные распределения числа верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных состояний объекта моделирования в зависимости от уровня сходства в модели INF3

Из рисунка 12 видно, что:

- наиболее модель INF3 лучше определяет непринадлежность объекта к классу, чем принадлежность;
- модуль уровня сходства-различия в 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 20% уровня сходства. Для уровней сходства-различия более 25% ошибочно идентифицированные и не идентифицированными ситуации практически отсутствуют.

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ

2.1. Решение задачи идентификации

В соответствии с технологией АСК-анализа зададим текущей модель ABS (режим 5.6) (рисунок 13) и проведем пакетное распознавание в режиме 4.2.1.

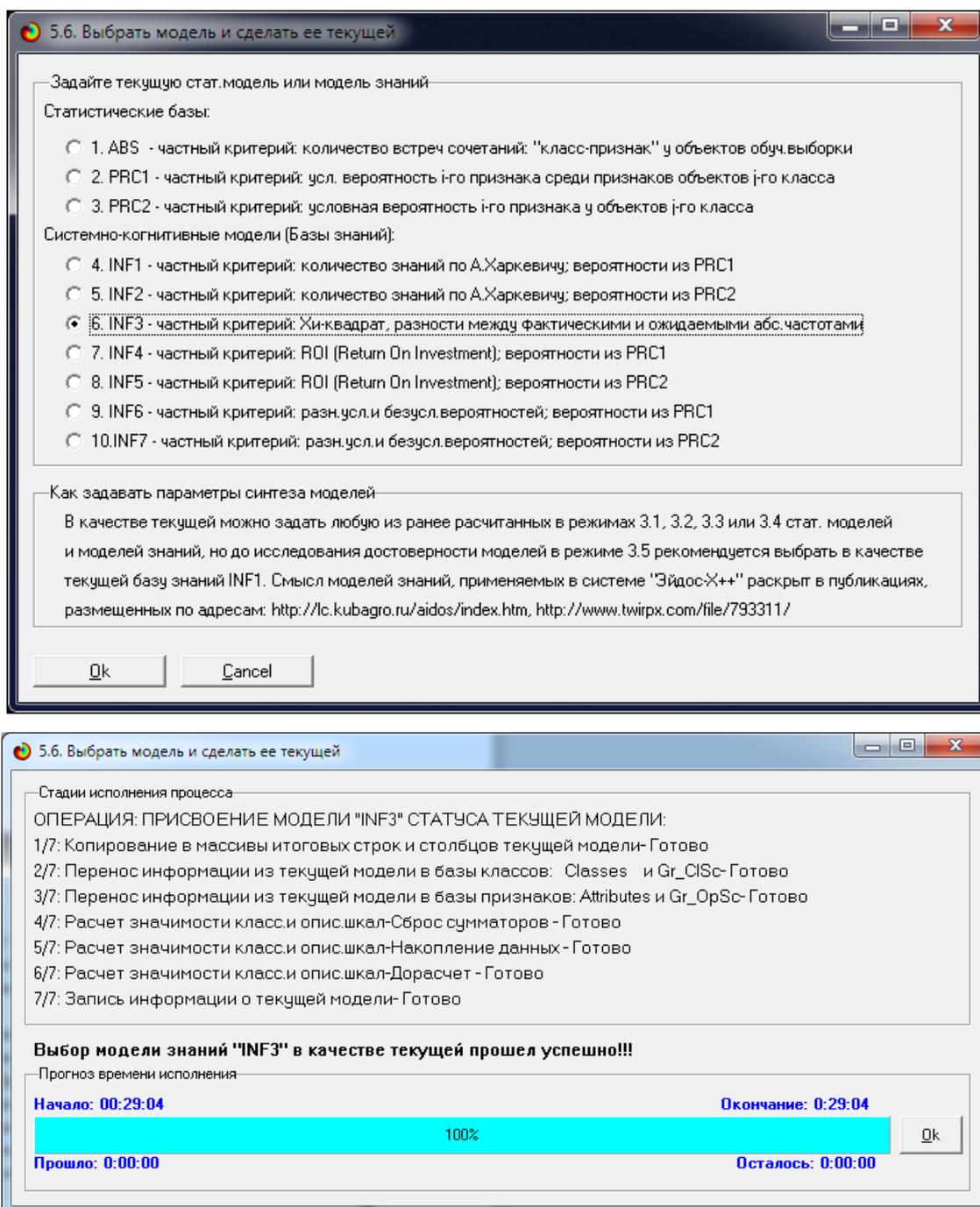


Рисунок 13 - Экранные формы режима задания модели в качестве текущей

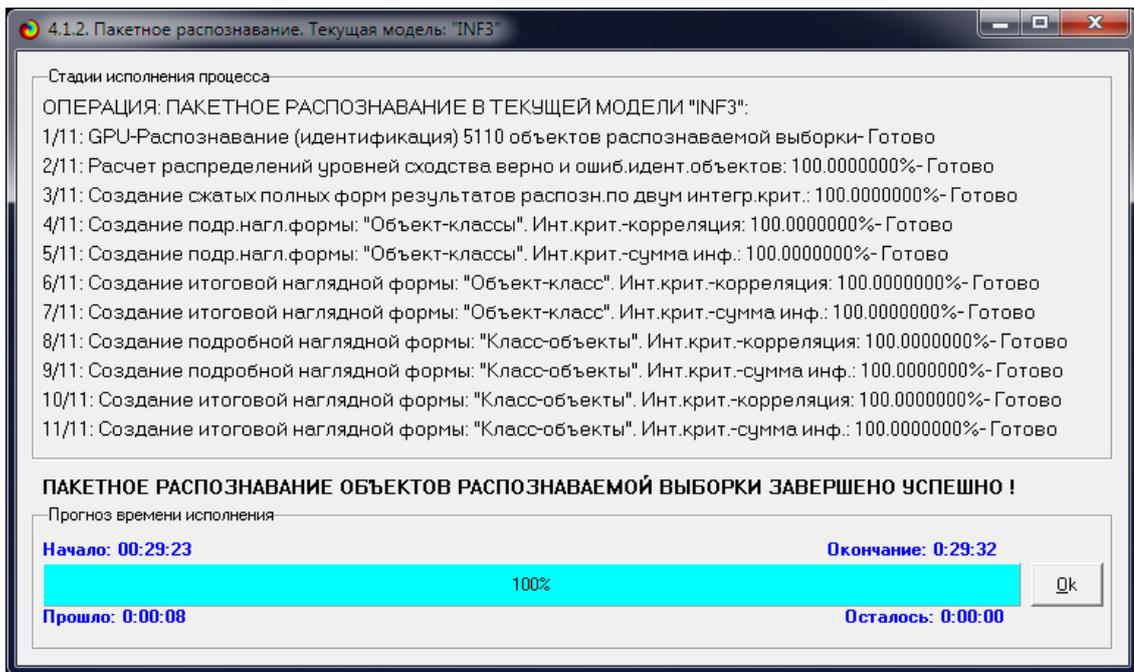


Рисунок 14 - Экранная форма режима пакетного распознавания в текущей модели

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 Aidos-X 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 объектов и классов в модели INF3 на основе наблюдения предыстории их развития:

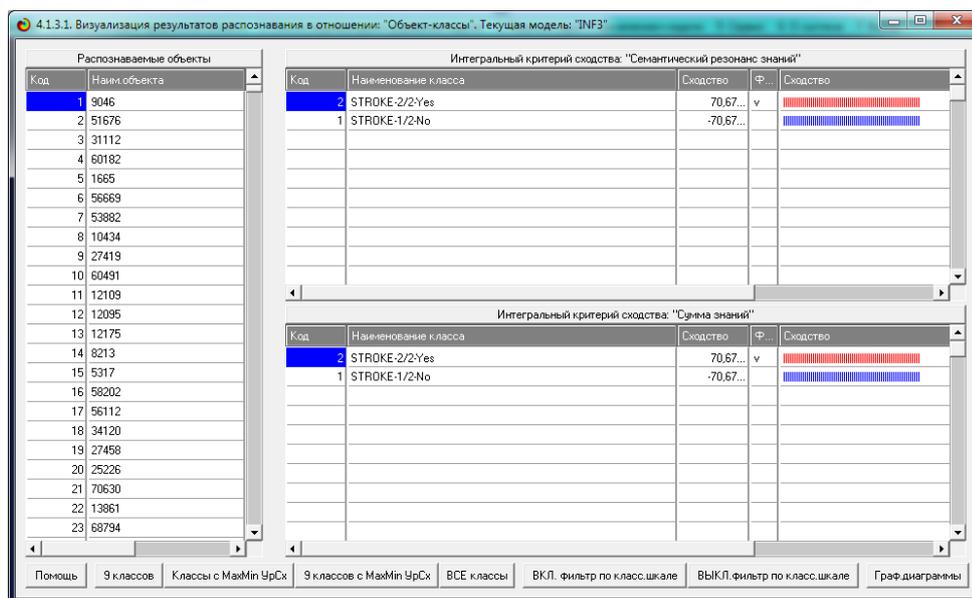


Рисунок 15. Пример идентификации объектов в модели INF3

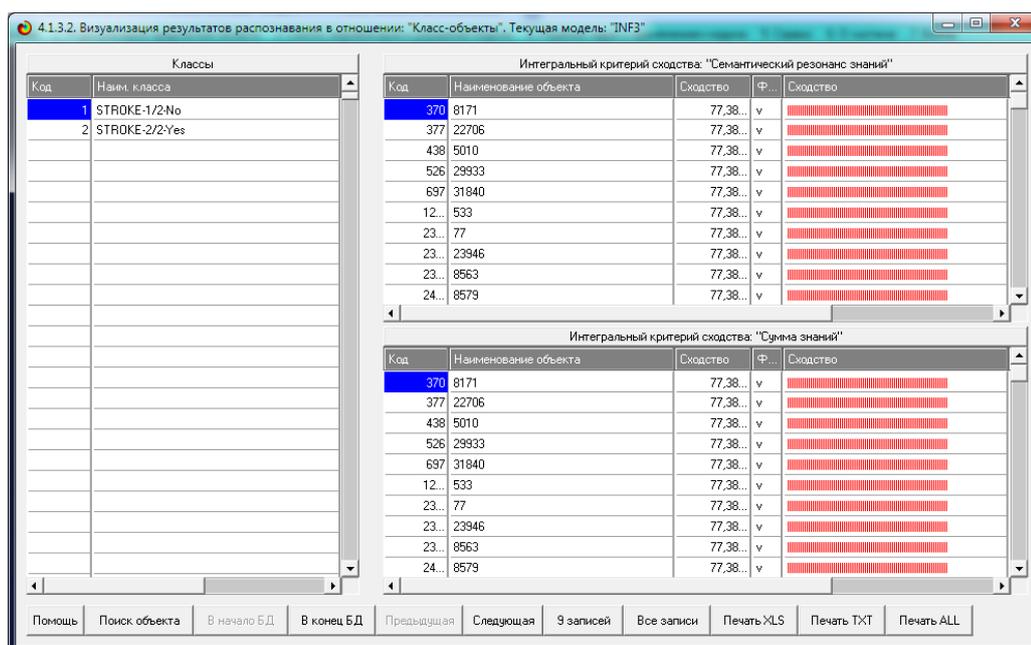


Рисунок 16. Пример идентификации классов в модели INF3

2.2. 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 не формализуемым 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 Aidos-X. 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: Aidos-X++ предложено автоматизированное количественное решение прямой и обратной задач SWOT-анализа с построением традиционных SWOT-матриц и диаграмм (рисунок 17).

На рисунке 18,19 приведен пример табличной выходной формы количественного автоматизированного SWOT- и PEST- анализа средствами системы Aidos.

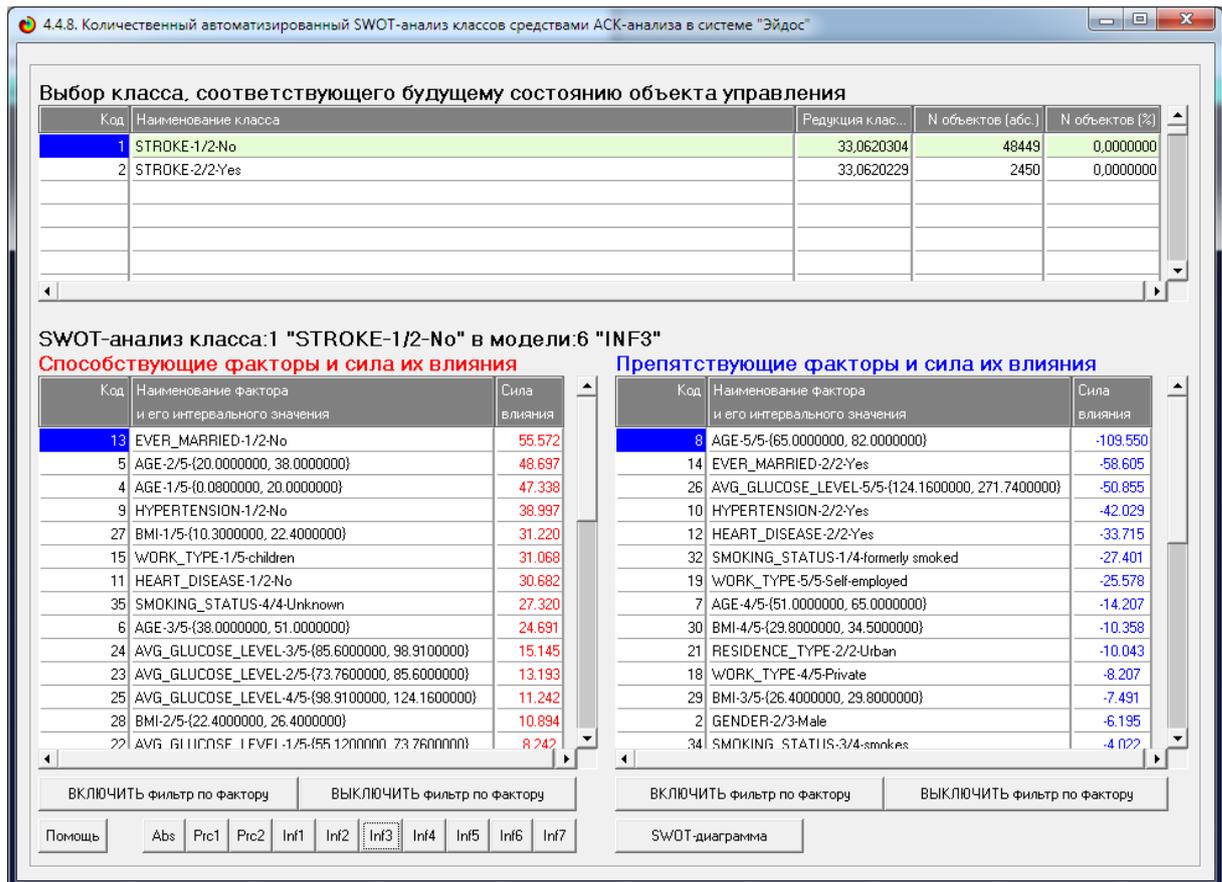


Рисунок 17 – Автоматизированное построение SWOT-матрицы

На рисунке 18 приведен пример графической выходной формы количественного автоматизированного SWOT- и PEST- анализа средствами системы Aidos.

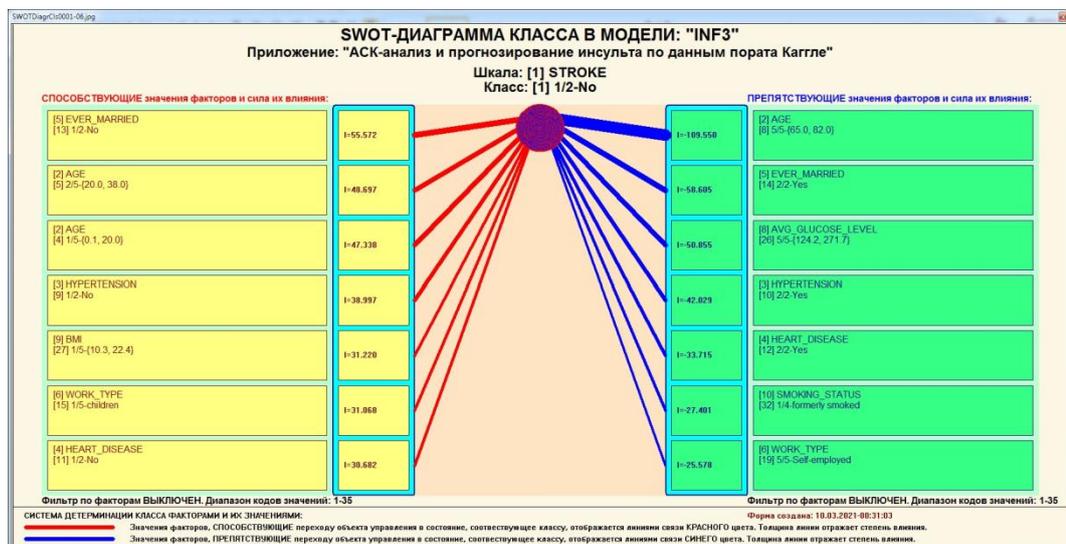


Рисунок 18 - Пример SWOT-матрицы в модели INF3

2.3. Когнитивные диаграммы значений факторов

Эти диаграммы отражают сходство/различие значений параметров характеристик по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о результате риска сердечного приступа. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2.

2.4. Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунке 19 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе матрицы сходства признаков по их смыслу.

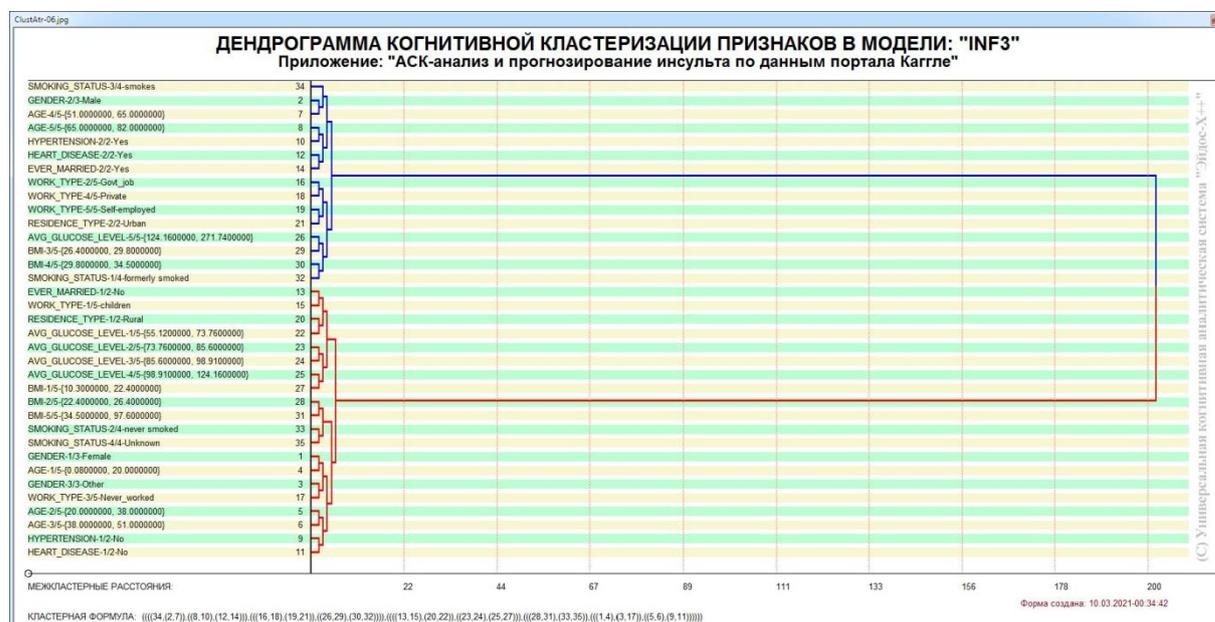


Рисунок 19 - Дендрограмма агломеративной когнитивной кластеризации признаков

Из дендрограммы на рисунке 19 мы видим, что все значения факторов образуют 2 четко выраженных кластера, объединенных в полюса конструкта (показаны синими и красным цветами).

Хорошо видна группировка признаков по их смыслу, т.е. по содержащейся в них информации о вероятности возникновения сердечного приступа. На рисунке 20 приведен график межкластерных расстояний значений признаков.

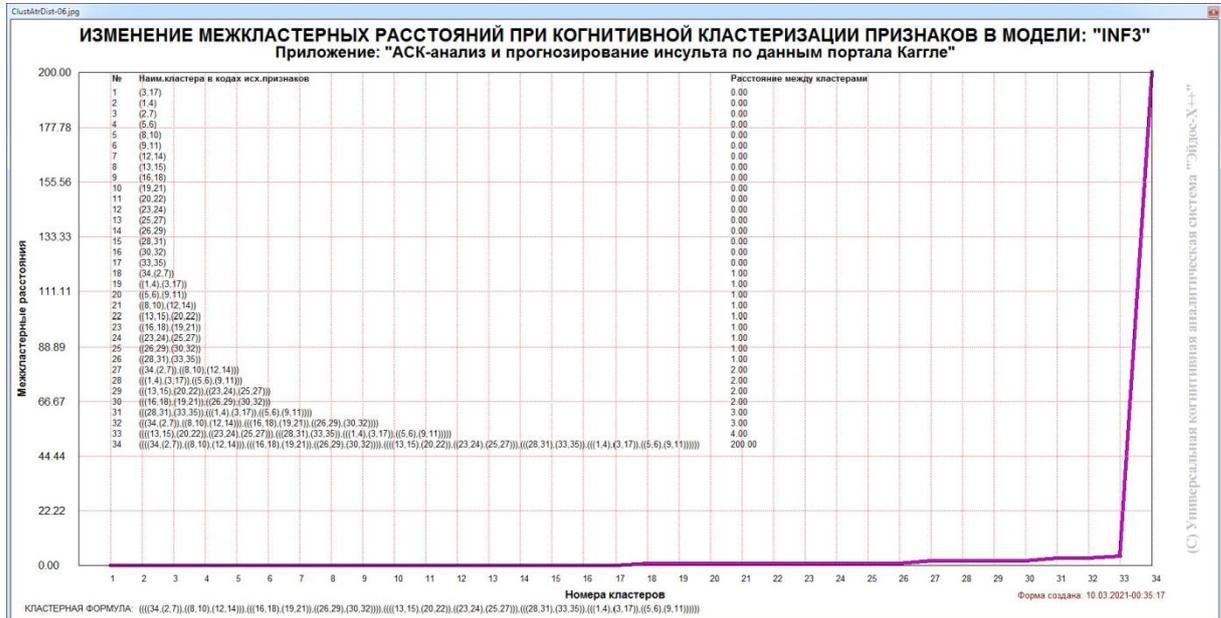


Рисунок 20 - График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации значений факторов

2.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 21 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 22 - фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети:

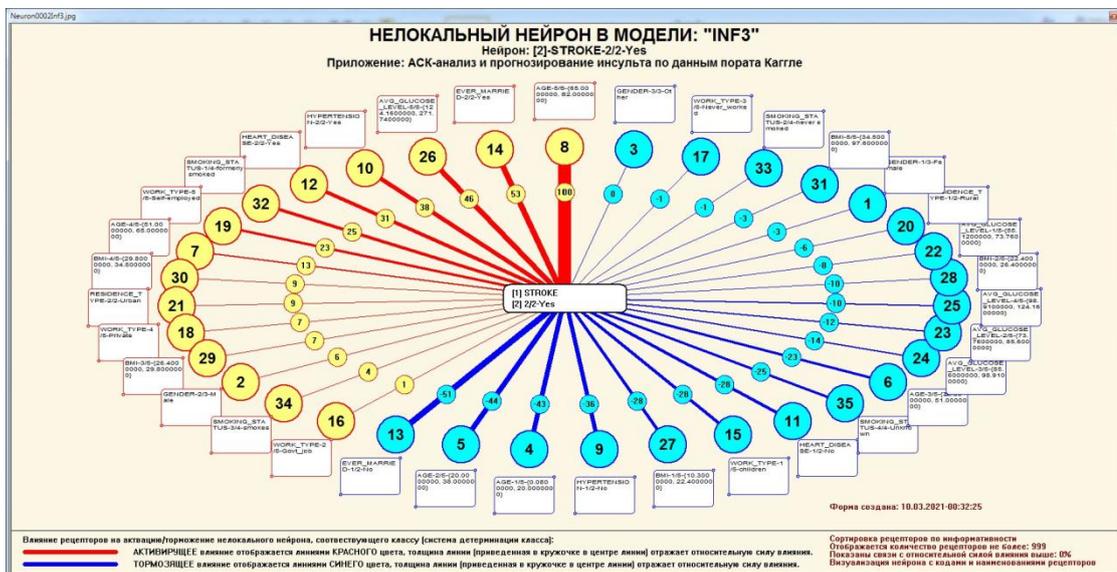


Рисунок 21 - Пример нелокального нейрона, отражающего риск возникновения сердечного приступ

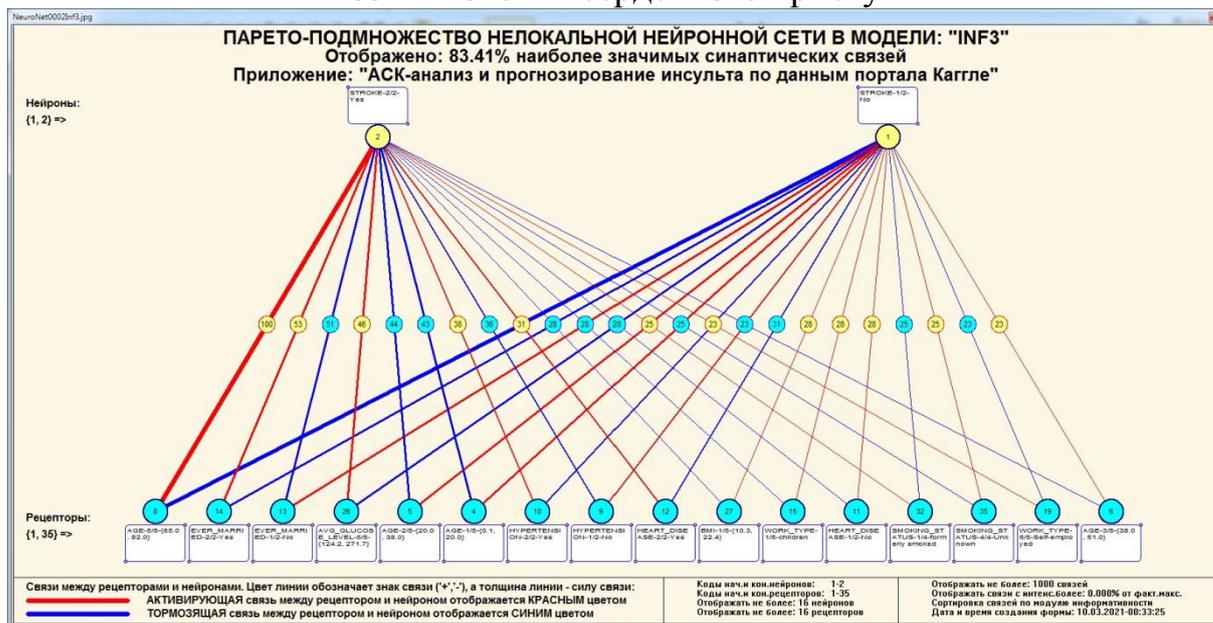


Рисунок 22 - Один слой нелокальной нейронной сети, отражающий силу и направление влияния значений данных на риск возникновения сердечного приступа (фрагмент 83,41% сети)

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют данным о результатах риска возникновения сердечного приступа, а рецепторы – их характеристикам. Нейроны расположены слева направо в порядке убывания силы детерминации, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные обуславливающими их значениями факторами, а справа – менее жестко обусловленные.

Модель знаний системы «Эйдос» относится к *нечетким декларативным* гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой и фреймовой моделей представления знаний. Классы в этой модели соответствуют нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам).

От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность.

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что:

- 1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а считаются прямым счетом на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на теории информации (это напоминает байесовские сети);

- 2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную содержательную интерпретацию, основанную на теории информации;
- 3) нейросеть является нелокальной, как сейчас говорят «полносвязной».

2.6. Когнитивные функции

Вместо описания того, что представляют собой когнитивные функции, приведем Help соответствующего режима системы «Эйдос» (рисунок 23).

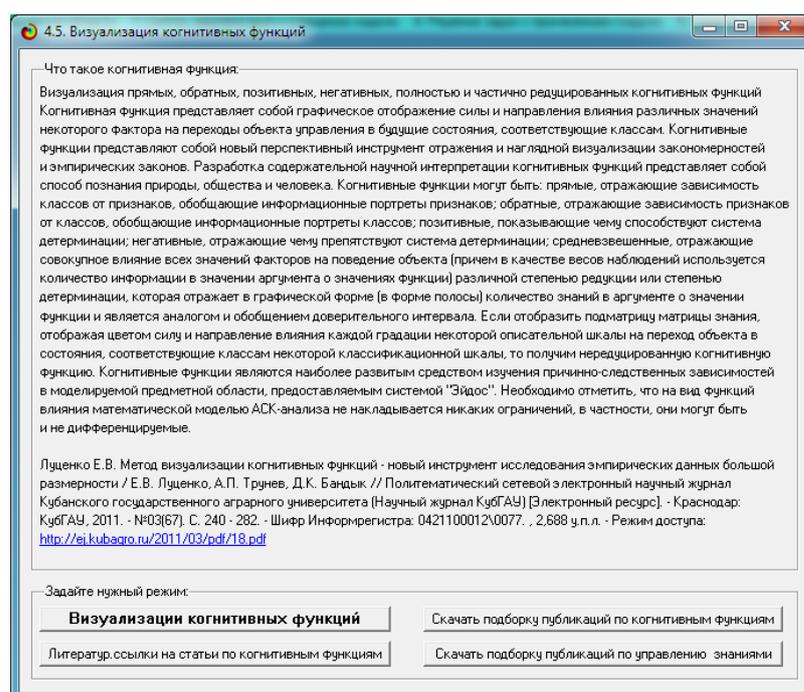


Рисунок 23 - Help режима визуализации когнитивных функций

Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора (признаков) на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Классы являются градациями классификационных шкал.

Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации эмпирических закономерностей и эмпирических законов. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека.

Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации (обозначены белой линией);

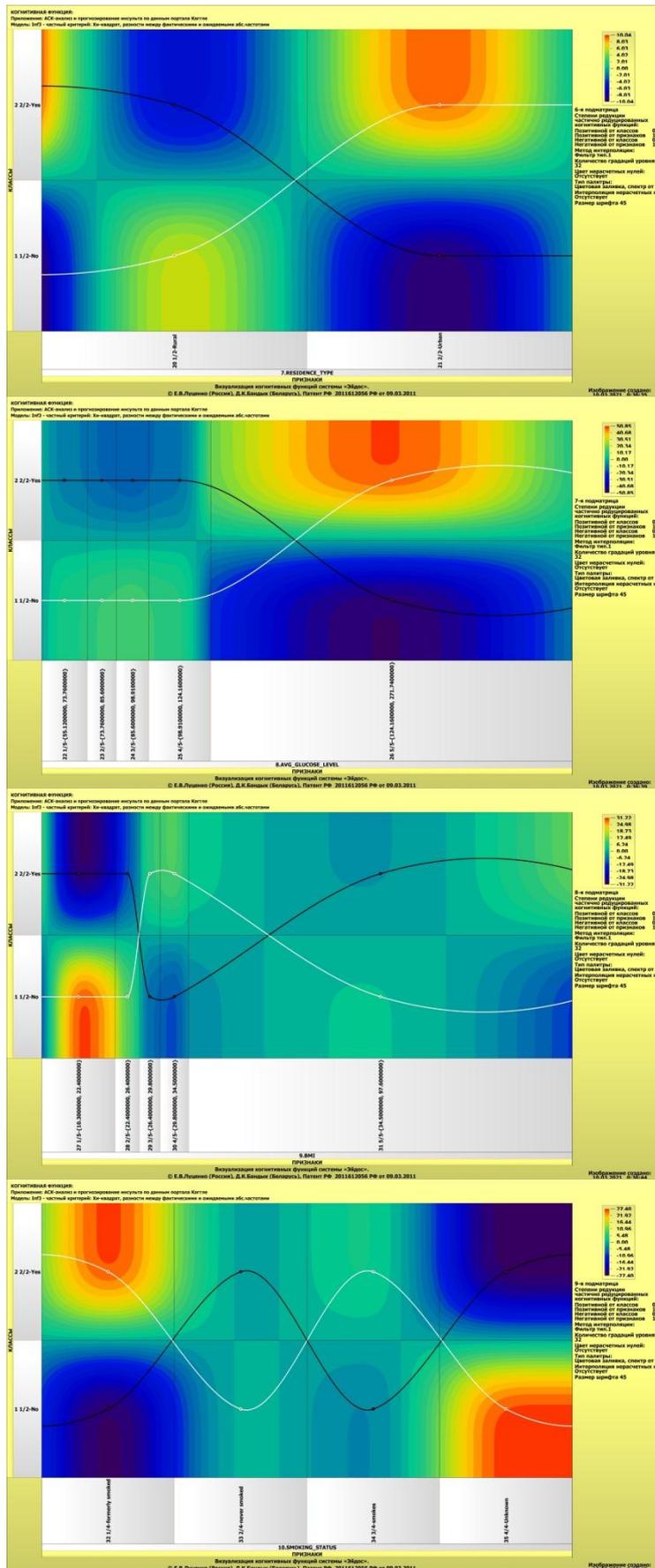


Рисунок 24 - Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3, отражающих вероятность возникновения сердечного приступа

Из когнитивных функций, приведенных на рисунке 24, хорошо видно, что *зависимости между значениями факторов возникновения сердечного приступа и его классом (риском возникновения) в основном имеют довольно предсказуемый характер.*

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 электронную базу Kaggle.

Сверхзадачей искусственного интеллекта является построение компьютерной интеллектуальной системы, которая обладала бы уровнем эффективности решений неформализованных задач, сравнимым с человеческим или превосходящим его.

Самую существенную часть систем искусственного интеллекта составляют экспертные системы. Экспертная система обычно определяется как программа ЭВМ, моделирующая действия эксперта человека при решении задач в узкой предметной области: составление базы знаний и накопления их.

В результате проделанной работы, с помощью системы «Эйдос» были созданы статистические и системно-когнитивные модели, в которых непосредственно на основе эмпирических данных сформированы обобщенные образы классов по различным классам итогов возникновения сердечного приступа, изучено влияние характеристик данных о рисках возникновения на эти классы, и, на основе этого, решены задачи идентификации, классификации и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

АСК-анализ текстов позволяет:

- формировать обобщенные лингвистические образы классов (семантические ядра) на основе фрагментов или примеров относящихся к ним текстов на любом языке;
- количественно сравнивать лингвистический образ конкретного человека, или описание объекта, процесса с обобщенными лингвистическими образами групп (классов);
- сравнивать обобщенные лингвистические образы классов друг с другом и создавать их кластеры и конструкты;
- исследовать моделируемую предметную область путем исследования ее лингвистической системно-когнитивной модели;
- проводить интеллектуальную атрибуцию текстов, т.е. определять вероятное авторство анонимных и псевдонимных текстов, датировку, жанр и смысловую направленность содержания текстов;
- все это можно делать для любого естественного или искусственного языка или системы кодирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Луценко Е.В. Системное обобщение принципа Эшби и повышение уровня системности модели объекта познания как необходимое условие адекватности процесса его познания / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №09(163). С. 100 – 134. – IDA [article ID]: 1632009009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/09.pdf>, 2,188 у.п.л.
2. Луценко Е.В. Эффективность объекта управления как его эмерджентное свойство и повышение уровня системности как цель управления / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – №01(165). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2021/01/pdf/09.pdf>, 1,313 у.п.л. – IDA [article ID]: 1652101009. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-165-009>
3. Луценко Е.В. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко, Е.К. Печурина, А.Э. Сергеев // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №06(160). С. 95 – 114. – IDA [article ID]: 1602006009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/06/pdf/09.pdf>, 1,25 у.п.л.
4. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х+++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.
5. Луценко Е.В., Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Опубл. От 10.01.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.
6. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.
7. Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №02(126). С. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.
8. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.

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.

10. Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций – новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(067). С. 240 – 282. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0077, IDA [article ID]: 0671103018. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>, 2,688 у.п.л.

11. Работы проф.Е.В.Луценко & С^о по когнитивным функциям. http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm

12. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка – Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л.

13. Луценко Е.В. Сценарный АСК-анализ как метод разработки на основе эмпирических данных базисных функций и весовых коэффициентов для разложения в ряд функции состояния объекта или ситуации по теореме А.Н.Колмогорова (1957) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №07(161). С. 76 – 120. – IDA [article ID]: 1612007009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/07/pdf/09.pdf>, 2,812 у.п.л.

14. Луценко Е.В. Детальный численный пример сценарного Автоматизированного системно-когнитивного анализа в интеллектуальной системе "Эйдос" / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2020. – №08(162). С. 273 – 355. – IDA [article ID]: 1622008020. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2020/08/pdf/20.pdf>, 5,188 у.п.л.

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

16. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

17. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 у.п.л.

18. Работы проф.Е.В.Луценко & К^о по информационным мерам сложности систем (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm