

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 путешествий по миру»

Выполнил студент группы: ИТ2141 Мазалова Александра Николаевна

Допущен к защите _____

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

Защищен _____

Оценка _____

Краснодар

2023

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 31 страниц, 31 рисунков, 10 литературных источников.

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

Цель данной курсовой работы заключается в создании интеллектуальных моделей, которые в полной мере отражают существующие причинно-следственные взаимосвязи между страной назначения для путешествия и некоторых характеристик .

Для достижения поставленной цели применяется Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос».

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	4
1 СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ	5
1.1 Описание решения	5
1.2 Поиск и объединение исходных данных	7
1.3 Ввод выборки в систему Aidos-X	8
1.4 Синтез и верификация моделей	10
1.5 Виды моделей Aidos-X	11
1.6 Результаты верификации моделей	12
2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	17
2.1 Решение задач идентификации	17
2.2 SWOT и PEST матрицы и диаграммы	20
2.3 Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели	21
2.3.1 Когнитивные диаграммы классов	22
2.3.2 Агломеративная когнитивная кластеризация классов	22
2.3.3 Когнитивные диаграммы значений факторов	24
2.3.4 Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов ..	24
2.3.5 Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети	26
2.3.6 3D-интегральные когнитивные карты	27
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	28
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	29

ВВЕДЕНИЕ

Технологии искусственного интеллекта быстро развиваются и применяются в самых разных областях, таких как финансы, тяжелая промышленность, здравоохранение, управление персоналом, музыка, журналистика, обслуживание клиентов и многое другое. Искусственный интеллект используется в алгоритмической торговле, маркетинговых исследованиях, управлении финансовым портфелем, опасной работе с роботами, медицинской диагностике, уходе за пожилыми людьми и пациентами, подборе персонала и управлении им, автоматизированной журналистике, поддержке клиентов и во многих других отраслях.

Данная курсовая работа посвящена решению задачи анализа, а именно анализу выбора страны для путешествия в зависимости от времени года и стоимости путешествия. Выявление зависимостей между наблюдаемыми данными и страной назначений позволит упростить выбор страны для отдыха.

Из всего вышесказанного можно выделить цель работы. Целью данной работы является разработка интеллектуальных моделей, отражающих реально существующие причинно-следственные взаимосвязи между некоторыми характеристиками реального мира и зарплатой.

Для достижения поставленной цели в данной работе будет применена технология автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ), который будет осуществлён с помощью интеллектуальной системы «AidosX++».

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.

Главным фактором выбора АСК-анализа является то, что он включает в себя не только теорию, но и метод количественного выявления в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных данных крайне большой размерности числовой и не числовой природы, которые являются измеряемыми в различных типах шкал и единицах измерения.

Универсальная когнитивная аналитическая система Aidos-X в настоящее время выступает очень важным, развитым и доступным программным инструментарием для реализации АСК-анализа.

Преимущества данной системы:

- универсальность;
- содержит большое количество локальных и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и 377, соответственно);
- мультиязычная 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;
- 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 от 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;
- 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 (развитая 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 данной работе будет реализовано решение поставленной задачи в четыре этапа в соответствии с методологией АСК-анализа:

1. Поиск и объединение исходных данных в единую таблицу и сохранение в файле 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 Поиск и объединение исходных данных

Входные данные, необходимые для обучения модели, были взяты из открытых источников. Итоговый файл содержит следующие данные:

- Trip ID – уникальный идентификатор строки;
- Destination – страна назначения;
- Start date – дата начала путешествия;
- End date – дата окончания путешествия;
- End date – продолжительность в днях;
- Traveler name – имя путешественника;
- Traveler age – возраст путешественника;
- Traveler gender – пол;
- Traveler nationality – национальность путешественника;
- Accommodation type – место проживания;
- Accommodation cost – стоимость проживания;
- Transportation type – вид транспорта для путешествия;
- Transportation type – стоимость билета.

Фрагмент исходных данных в виде таблицы MS Excel представлен на рисунке 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Trip ID	Destination	Start date	End date	Duration (days)	Traveler name	Traveler age	Traveler gender	Traveler nationality	Accommodation type	Accommodation cost	Transportation type	Transportation cost
2	1	London, UK	5/1/2023	5/8/2023	7	John Smith	35	Male	American	Hotel	1200	Flight	600
3	2	Phuket, Thailand	6/15/2023	6/20/2023	5	Jane Doe	28	Female	Canadian	Resort	800	Flight	500
4	3	Bali, Indonesia	7/1/2023	7/8/2023	7	David Lee	45	Male	Korean	Villa	1000	Flight	700
5	4	New York, USA	8/15/2023	8/29/2023	14	Sarah Johnson	29	Female	British	Hotel	2000	Flight	1000
6	5	Tokyo, Japan	9/10/2023	9/17/2023	7	Kim Nguyen	26	Female	Vietnamese	Airbnb	700	Train	200
7	6	Paris, France	10/5/2023	10/10/2023	5	Michael Brown	42	Male	American	Hotel	1500	Flight	800
8	7	Sydney, Australia	11/20/2023	11/30/2023	10	Emily Davis	33	Female	Australian	Hostel	500	Flight	1200
9	8	Rio de Janeiro, Brazil	1/5/2024	1/12/2024	7	Lucas Santos	25	Male	Brazilian	Airbnb	900	Flight	600
10	9	Amsterdam, Netherlands	2/14/2024	2/21/2024	7	Laura Janssen	31	Female	Dutch	Hotel	1200	Train	200
11	10	Dubai, United Arab Emirates	3/10/2024	3/17/2024	7	Mohammed Ali	39	Male	Emirati	Resort	2500	Flight	800
12	11	Cancun, Mexico	4/1/2024	4/8/2024	7	Ana Hernandez	27	Female	Mexican	Hotel	1000	Flight	500
13	12	Barcelona, Spain	5/15/2024	5/22/2024	7	Carlos Garcia	36	Male	Spanish	Airbnb	800	Train	100
14	13	Honolulu, Hawaii	6/10/2024	6/18/2024	8	Lily Wong	29	Female	Chinese	Resort	3000	Flight	1200
15	14	Berlin, Germany	7/1/2024	7/10/2024	9	Hans Mueller	48	Male	German	Hotel	1400	Flight	700
16	15	Marrakech, Morocco	8/20/2024	8/27/2024	7	Fatima Khouri	26	Female	Moroccan	Riad	600	Flight	400
17	16	Edinburgh, Scotland	9/5/2024	9/12/2024	7	James MacKenzie	32	Male	Scottish	Hotel	900	Train	150
18	17	Paris	9/1/2023	9/10/2023	9	Sarah Johnson	30	Female	American	Hotel	\$900	Plane	\$400
19	18	Bali	8/15/2023	8/25/2023	10	Michael Chang	28	Male	Chinese	Resort	\$1,500	Plane	\$700
20	19	London	7/22/2023	7/28/2023	6	Olivia Rodriguez	35	Female	British	Hotel	\$1,200	Train	\$150
21	20	Tokyo	10/5/2023	10/15/2023	10	Kenji Nakamura	45	Male	Japanese	Hotel	\$1,200	Plane	\$800
22	21	New York	11/20/2023	11/25/2023	5	Emily Lee	27	Female	American	Airbnb	\$600	Bus	\$100
23	22	Sydney	12/5/2023	12/12/2023	7	James Wilson	32	Male	Australian	Hotel	\$1,000	Plane	\$600
24	23	Rome	11/1/2023	11/8/2023	7	Sofia Russo	29	Female	Italian	Airbnb	\$700	Train	\$80
25	24	Bangkok	9/15/2023	9/23/2023	8	Raj Patel	40	Male	Indian	Hostel	\$400	Plane	\$500
26	25	Paris	12/22/2023	12/28/2023	6	Lily Nguyen	24	Female	Vietnamese	Hotel	\$1,400	Train	\$100
27	26	Hawaii	8/1/2023	8/10/2023	9	David Kim	34	Male	Korean	Resort	\$2,000	Plane	\$800
28	27	Barcelona	10/20/2023	10/28/2023	8	Maria Garcia	31	Female	Spanish	Hotel	\$1,100	Train	\$150
29	28	Japan	5/10/2022	5/18/2022	8	Alice Smith	30	Female	American	Hotel	\$800	Plane	\$500
30	29	Thailand	6/15/2022	6/22/2022	7	Bob Johnson	45	Male	Canadian	Hostel	\$200	Train	\$150
31	30	France	7/2/2022	7/11/2022	9	Charlie Lee	25	Male	Korean	Airbnb	\$600	Car rental	\$300
32	31	Australia	8/20/2022	9/2/2022	13	Emma Davis	28	Female	British	Hotel	\$1,000	Car rental	\$500
33	32	Brazil	9/5/2022	9/14/2022	9	Olivia Martin	33	Female	Australian	Hostel	\$150	Bus	\$50
34	33	Greece	10/12/2022	10/20/2022	8	Harry Wilson	20	Male	American	Airbnb	\$400	Plane	\$600
35	34	Egypt	11/8/2022	11/15/2022	7	Sophia Lee	37	Female	Canadian	Hotel	\$700	Train	\$100
36	35	Mexico	1/5/2023	1/15/2023	10	James Brown	42	Male	British	Airbnb	\$500	Plane	\$800

Рисунок 1 – Фрагмент обучающей выборки

1.3 Ввод выборки в систему Aidos-X

Затем обучающая выборка в формате xls, импортирована в систему Aidos-X: скопирована в папку Inp_data и переименована в Inp_data.

Далее был использован универсальный программный интерфейс импорта данных в систему Aidos-X, а именно режим 2.3.2.2 (Рисунок 2).

В форме задания размерности модели системы указываем диапазоны столбцов и желаемое количество градаций описательных и классификационных шкал (Рисунок 3).

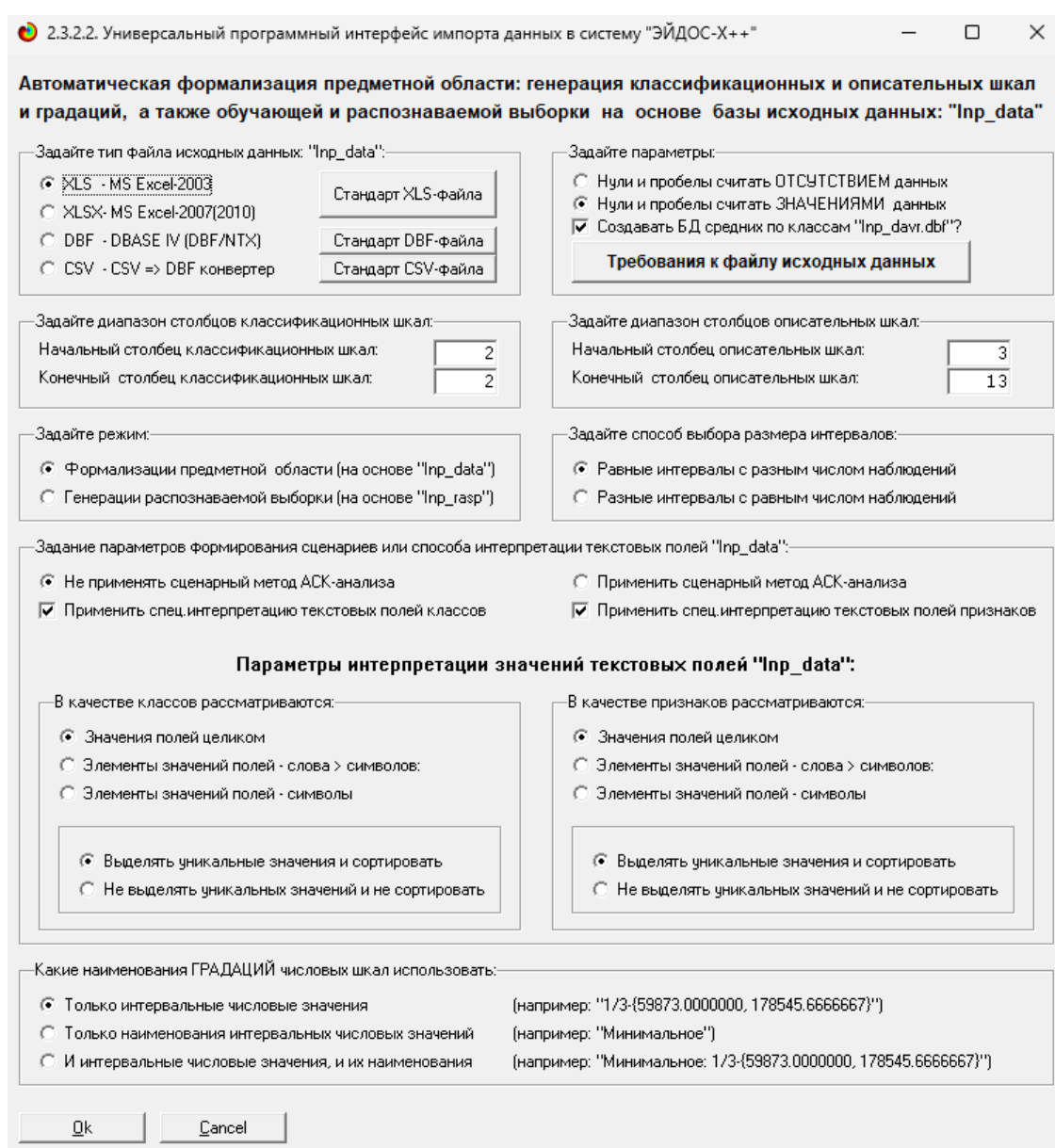


Рисунок 2 – Интерфейс импорта данных

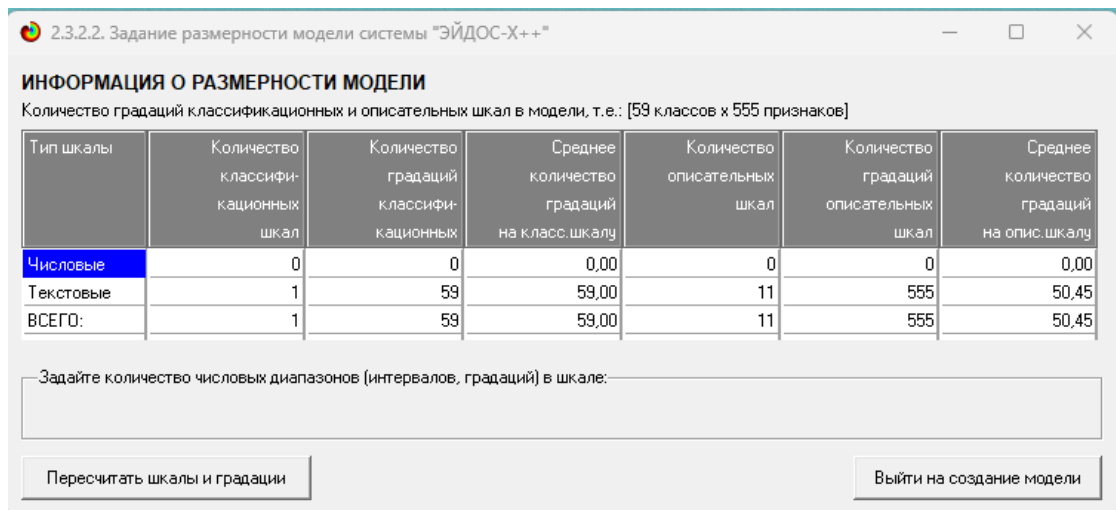


Рисунок 3 – Задание размерности модели

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

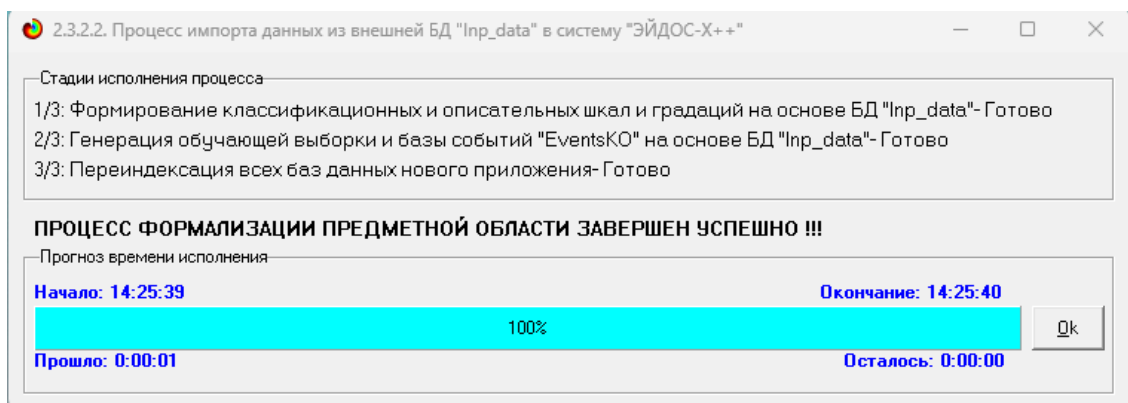


Рисунок 4 – Процесс импорта данных

Формирование классификационных и описательных шкал, с применением которых исходные данные кодируются и представляются в форме эвентологических баз данных, осуществляется автоматически после импорта. Тем самым этап формализации предметной области выполняется полностью автоматизировано.

1.4 Синтез и верификация моделей

Следующим шагом требуется запустить режим 3.5, в котором задаются модели для синтеза и верификации, а также задается модель, которой по окончании режима присваивается статус текущей (рисунок 5).

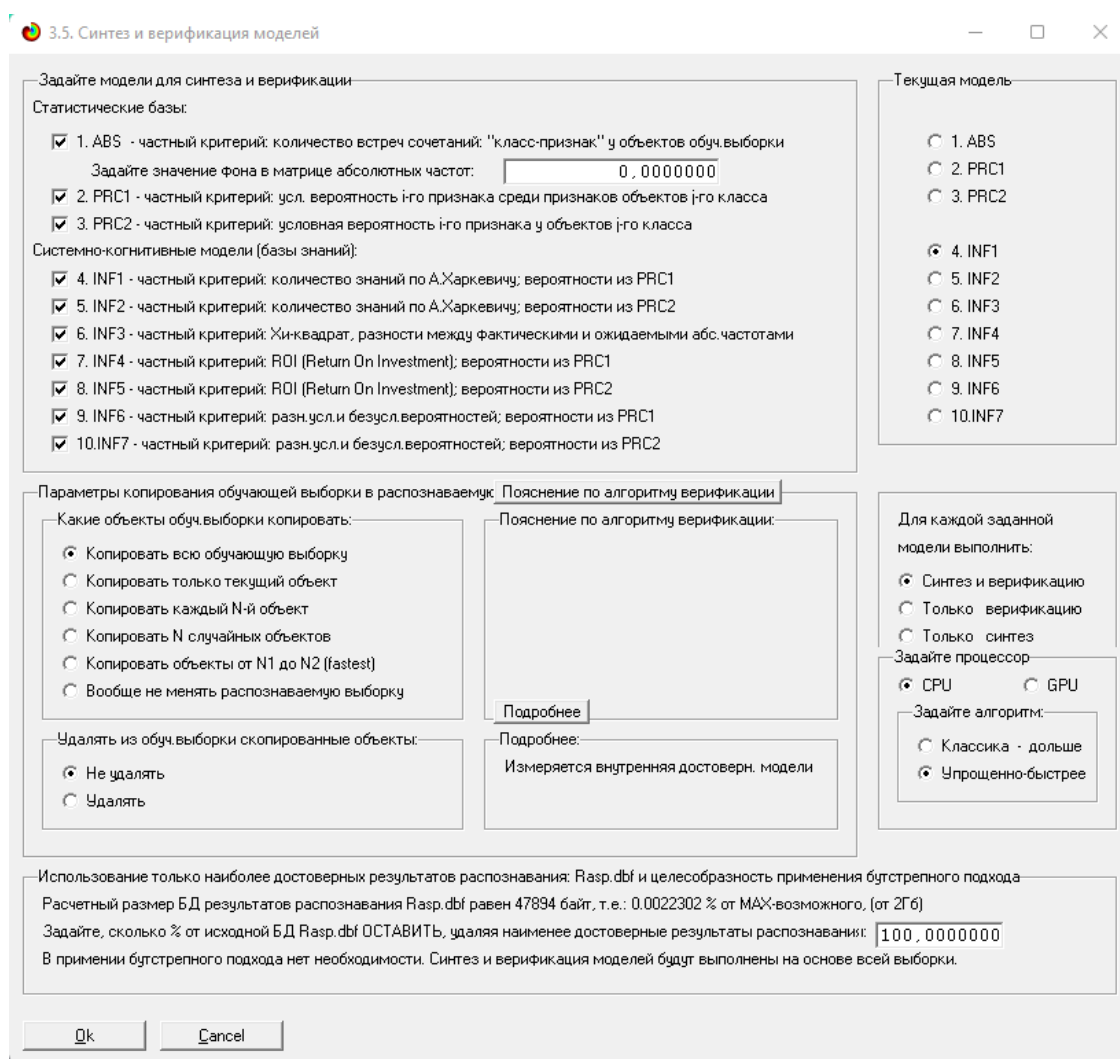


Рисунок 5 – Выбор моделей для синтеза и верификации

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

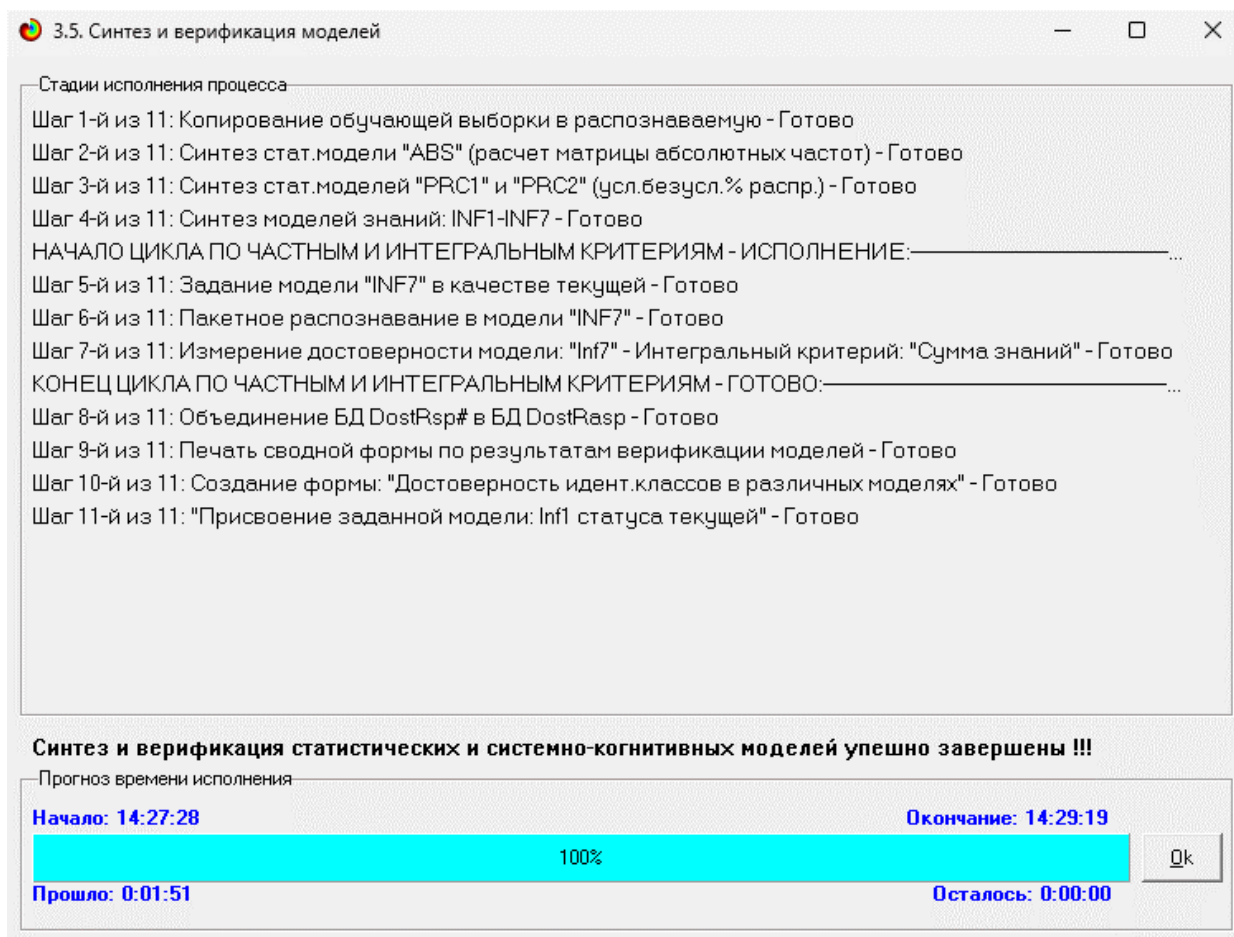


Рисунок 6 – Процесс исполнения режима 3.5

Стоит отметить, что синтез и верификация всех 10 моделей на данной задаче заняли 1 минуту 51 секунду. Далее перейдем непосредственно к выбору наиболее достоверной модели.

1.5 Виды моделей Aidos-X

На рисунках 7 и 8 приведены фрагменты созданных статистических и системно-когнитивных моделей (СК-модели).

Рассмотрим решение задачи идентификации на примере нескольких моделей, в которых 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.

5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "Класс-признак" у объектов обуч.выборки"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. DESTINATION	2. DESTINATION AMSTERDAM	3. DESTINATION AMSTERDAM, NETHERLANDS	4. DESTINATION ATHENS, GREECE	5. DESTINATION AUCKLAND, NEW ZEALAND	6. DESTINATION AUSTRALIA	7. DESTINATION BALI	8. DESTINATION BALI, INDONESIA	9. DESTINATION BANGKOK	10. DESTINATION BANGKOK, THAI	11. DESTINATION BANGKOK, THAILAND
1.0	START DATE-	2.0										
2.0	START DATE-1/1/2022											
3.0	START DATE-1/1/2023											
4.0	START DATE-1/1/2025											
5.0	START DATE-1/15/2024											
6.0	START DATE-1/2/2023											
7.0	START DATE-1/5/2023											
8.0	START DATE-1/5/2024											
9.0	START DATE-1/6/2024											
10.0	START DATE-1/7/2023											
11.0	START DATE-10/1/2023					1.0						
12.0	START DATE-10/10/2023											
13.0	START DATE-10/10/2024		1.0									
14.0	START DATE-10/12/2022											
15.0	START DATE-10/15/2021											
16.0	START DATE-10/20/2023											
17.0	START DATE-10/5/2022											
18.0	START DATE-10/5/2023											
19.0	START DATE-11/1/2023											
20.0	START DATE-11/11/2022											
21.0	START DATE-11/12/2023							1.0		1.0		
22.0	START DATE-11/20/2021											
23.0	START DATE-11/20/2022											

Рисунок 7 – Фрагмент матрицы абсолютных частот

5.5. Модель: "6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абсолютными частотами"

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. DESTINATION	2. DESTINATION AMSTERDAM	3. DESTINATION AMSTERDAM, NETHERLANDS	4. DESTINATION ATHENS, GREECE	5. DESTINATION AUCKLAND, NEW ZEALAND	6. DESTINATION AUSTRALIA	7. DESTINATION BALI	8. DESTINATION BALI, INDONESIA	9. DESTINATION BANGKOK	10. DESTINATION BANGKOK, THAI	11. DESTINATION BANGKOK, THAILAND
1.0	START DATE	1.971	-0.014	-0.029	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.101	-0.072	-0.058	-0.014
2.0	START DATE-1/1/2022	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
3.0	START DATE-1/1/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
4.0	START DATE-1/1/2025	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
5.0	START DATE-1/15/2024	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
6.0	START DATE-1/2/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
7.0	START DATE-1/5/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
8.0	START DATE-1/5/2024	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
9.0	START DATE-1/6/2024	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
10.0	START DATE-1/7/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
11.0	START DATE-10/1/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	0.993	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
12.0	START DATE-10/10/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
13.0	START DATE-10/10/2024	-0.014	0.993	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
14.0	START DATE-10/12/2022	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
15.0	START DATE-10/15/2021	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
16.0	START DATE-10/20/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
17.0	START DATE-10/5/2022	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
18.0	START DATE-10/5/2023	-0.029	-0.014	-0.029	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.101	-0.072	-0.058	-0.014
19.0	START DATE-11/1/2023	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
20.0	START DATE-11/11/2022	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
21.0	START DATE-11/12/2023	-0.029	-0.014	-0.029	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.101	0.928	0.942	-0.014
22.0	START DATE-11/20/2021	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007
23.0	START DATE-11/20/2022	-0.014	-0.007	-0.014	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.050	-0.036	-0.029	-0.007

Рисунок 8 – Фрагмент модели INF3

1.6 Результаты верификации моделей

Результаты верификации моделей, отличающихся частными критериями с двумя приведенными выше интегральными критериями, были отражены на рисунке 9.

3.4. Обобщенная форма по достов. моделям при разн. крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Всего логических объектов выборки	Число истинно-положительных решений (ПР)	Число истинно-отрицательных решений (ТН)	Число ложно-положительных решений (ЛР)	Число ложно-отрицательных решений (ЛН)	Точность модели	Полнота модели	Фигура Ван Ризбергера	Средняя модель: уровень сход. истинно-полож. решений (СТР)	Средняя модель: уровень сход. истинно-отриц. решений (СТН)	Средняя модель: уровень ложно-полож. решений
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "и,лас..."	Корреляция абс. частот с обр...	139	139	1210	6952	0.020	1.000	0.039	98.211	25.250	1082	
1.ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "и,лас..."	Средн. абс. частот по признакам...	139	139	1200	6962	0.020	1.000	0.039	71.909	6.443	266	
2. FRC1 - частный критерий: усл. вероятность и-го признака сред.	Корреляция усл.отч. частот с о...	139	139	1210	6952	0.020	1.000	0.039	98.211	25.250	1082	
2.FRC1 - частный критерий: усл. вероятность и-го признака сред.	Средн. усл.отч. частот по признакам...	139	139	1200	6962	0.020	1.000	0.039	75.158	9.975	275	
3. FRC2 - частный критерий: условная вероятность и-го признака.	Корреляция усл.отч. частот с о...	139	139	1210	6952	0.020	1.000	0.039	98.211	25.250	1082	
3.FRC2 - частный критерий: условная вероятность и-го признака.	Средн. усл.отч. частот по признакам...	139	139	1200	6962	0.020	1.000	0.039	75.158	9.975	275	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Семантический резонанс зна...	139	139	3426	4636	0.029	1.000	0.057	74.048	69.282	173	
4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Средн. знаний	139	139	1718	6344	0.021	1.000	0.042	73.638	6.443	266	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Семантический резонанс зна...	139	139	3426	4636	0.029	1.000	0.057	74.048	69.282	173	
5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Средн. знаний	139	139	1718	6344	0.021	1.000	0.042	73.638	6.443	266	
6. INF3 - частный критерий: Уинкватер, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	139	139	4758	3304	0.040	1.000	0.078	90.106	390.393	287	
6.INF3 - частный критерий: Уинкватер, разности между фактич...	Средн. знаний	139	139	4758	3304	0.040	1.000	0.078	73.294	270.952	197	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Семантический резонанс зна...	139	139	7084	978	0.124	1.000	0.221	59.056	108.885	17	
7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Средн. знаний	139	139	1565	6497	0.021	1.000	0.041	44.165	0.212	47	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Семантический резонанс зна...	139	139	7084	978	0.124	1.000	0.221	59.056	108.885	17	
8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Средн. знаний	139	139	1565	6497	0.021	1.000	0.041	44.165	0.212	47	
9. INF6 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	139	139	2205	5957	0.023	1.000	0.045	89.536	70.405	549	
9.INF6 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; вер...	Средн. знаний	139	139	1763	6299	0.022	1.000	0.042	57.733	9.643	490	
10. INF7 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	139	139	2205	5957	0.023	1.000	0.045	89.536	70.405	549	
10.INF7 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; ве...	Средн. знаний	139	139	1763	6299	0.022	1.000	0.042	57.733	9.643	490	

Рисунок 9 – Оценка достоверности моделей (F-критерий)

3.4. Обобщенная форма по достов. моделям при разн. крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1 мера проф. Е.В. Луценко	Средний модель: уровень сход. истинно-полож. решений	Средний модель: уровень сход. истинно-отриц. решений	Средний модель: уровень сход. ложно-полож. решений	Средний модель: уровень сход. ложно-отриц. решений	A-Точность модели AРесон = АТР/АТР+	A-Полнота модели AРезон = АТР/АТР+	L2 мера проф. Е.В. Луценко	Показ. проф. крит.
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "и,лас..."	Корреляция абс. частот с обр...	0.083	1.000	0.154	0.707	0.021	0.158	0.817	1.000	0.899	11	
1.ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "и,лас..."	Средн. абс. частот по признакам...	0.085	1.000	0.156	0.517	0.020	0.113	0.820	1.000	0.901	11	
2. FRC1 - частный критерий: усл. вероятность и-го признака сред.	Корреляция усл.отч. частот с о...	0.083	1.000	0.154	0.707	0.021	0.158	0.817	1.000	0.899	11	
2.FRC1 - частный критерий: усл. вероятность и-го признака сред.	Средн. усл.отч. частот по признакам...	0.072	1.000	0.134	0.541	0.020	0.142	0.792	1.000	0.884	11	
3. FRC2 - частный критерий: условная вероятность и-го признака.	Корреляция усл.отч. частот с о...	0.083	1.000	0.154	0.707	0.021	0.158	0.817	1.000	0.899	11	
3.FRC2 - частный критерий: условная вероятность и-го признака.	Средн. усл.отч. частот по признакам...	0.072	1.000	0.134	0.541	0.020	0.142	0.792	1.000	0.884	11	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Семантический резонанс зна...	0.300	1.000	0.461	0.533	0.020	0.037	0.935	1.000	0.966	11	
4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Средн. знаний	0.216	1.000	0.356	0.530	0.004	0.042	0.926	1.000	0.962	11	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Семантический резонанс зна...	0.300	1.000	0.461	0.533	0.020	0.037	0.935	1.000	0.966	11	
5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Средн. знаний	0.216	1.000	0.356	0.530	0.004	0.042	0.926	1.000	0.962	11	
6. INF3 - частный критерий: Уинкватер, разности между фактич...	Семантический резонанс зна...	0.239	1.000	0.385	0.648	0.082	0.087	0.882	1.000	0.937	11	
6.INF3 - частный критерий: Уинкватер, разности между фактич...	Средн. знаний	0.271	1.000	0.426	0.527	0.057	0.060	0.898	1.000	0.946	11	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Семантический резонанс зна...	0.770	1.000	0.870	0.425	0.015	0.018	0.959	1.000	0.979	11	
7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Средн. знаний	0.481	1.000	0.645	0.318	0.000	0.007	0.977	1.000	0.989	11	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Семантический резонанс зна...	0.770	1.000	0.870	0.425	0.015	0.018	0.959	1.000	0.979	11	
8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); верно...	Средн. знаний	0.481	1.000	0.645	0.318	0.000	0.007	0.977	1.000	0.989	11	
9. INF6 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	0.140	1.000	0.246	0.644	0.032	0.094	0.873	1.000	0.932	11	
9.INF6 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; вер...	Средн. знаний	0.105	1.000	0.191	0.415	0.005	0.078	0.842	1.000	0.914	11	
10. INF7 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	0.140	1.000	0.246	0.644	0.032	0.094	0.873	1.000	0.932	11	
10.INF7 - частный критерий: разн.усли безул.вероятностей; ве...	Средн. знаний	0.105	1.000	0.191	0.415	0.005	0.078	0.842	1.000	0.914	11	

Рисунок 10 – Оценка достоверности моделей (L1 и L2 критерии)

Из рисунка 9-10 можно сделать вывод о том, что в данном интеллектуальном приложении по F-критерию Ван Ризбергера наиболее достоверными моделями являются INF4 и INF5 с интегральным критерием «Семантический резонанс знаний» (F=0,816 максимуме 1,000), по критерию L1 профессора Е.В. Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF4 и INF5 с интегральным критерием «Семантический резонанс знаний» (L1=0,890 при максимуме 1,000), а по критерию L2 профессора Е.В. Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF4 и INF5 с интегральным критерием «Сумма знаний» (L2=0,836 при максимуме 1,000). Для оценки достоверности моделей в АСК- анализе и системе Aidos-X используется F-

мера Ван Ризбергера и L-мера, представляющая собой ее нечеткое мультиклассовое обобщение, предложенное профессором Е.В. Луценко (рисунок 11).

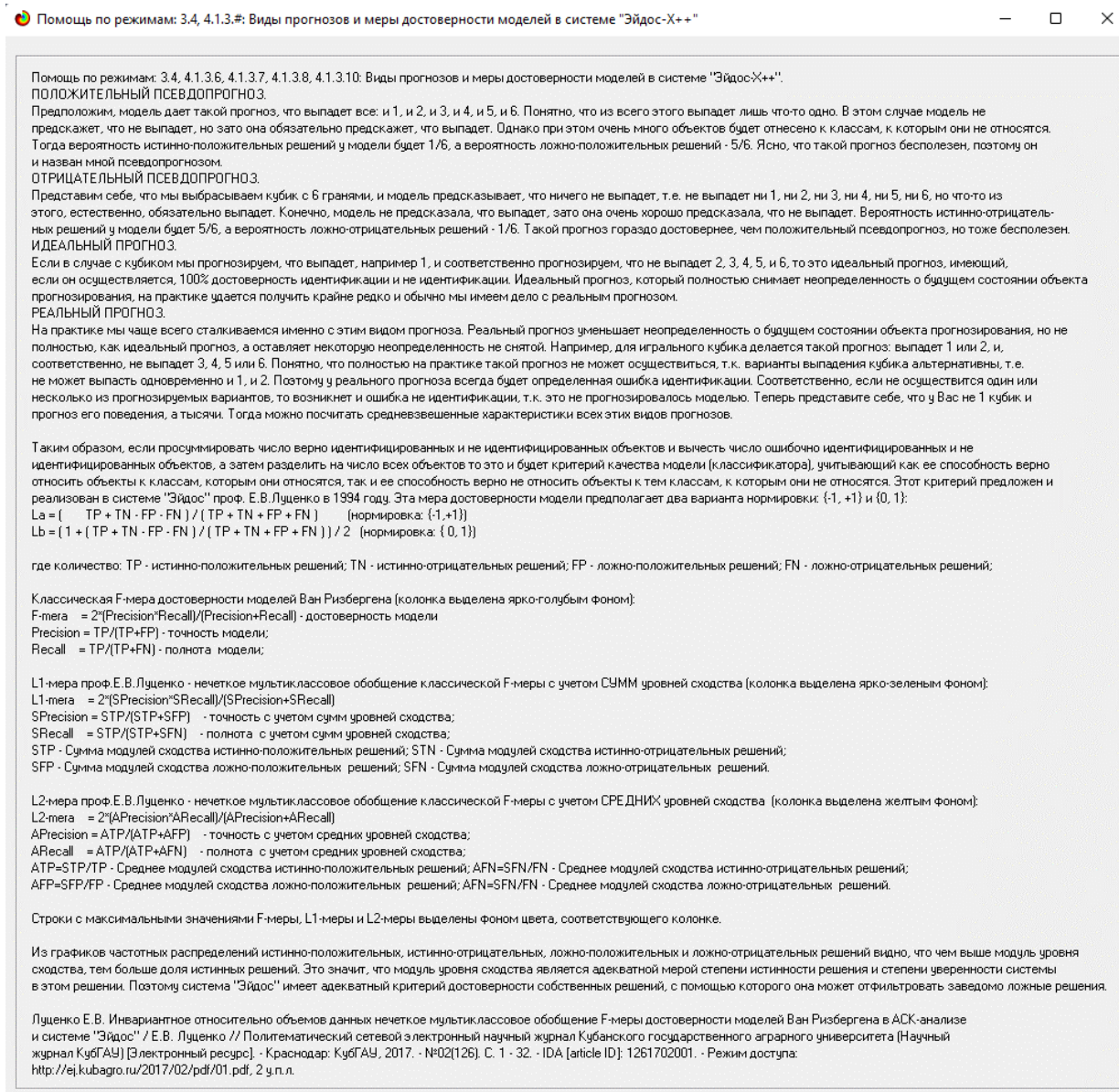


Рисунок 11 – Виды прогнозов и принципы определения

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.

На рисунках 12-15 приведено частотное распределения числа истинных и ложных положительных и отрицательных решений в СК-моделях по данным обучающей выборки.

Левое распределение включает истинно-отрицательные и ложноположительные решения, а правое включает ложные отрицательные и истинно-положительные решения.

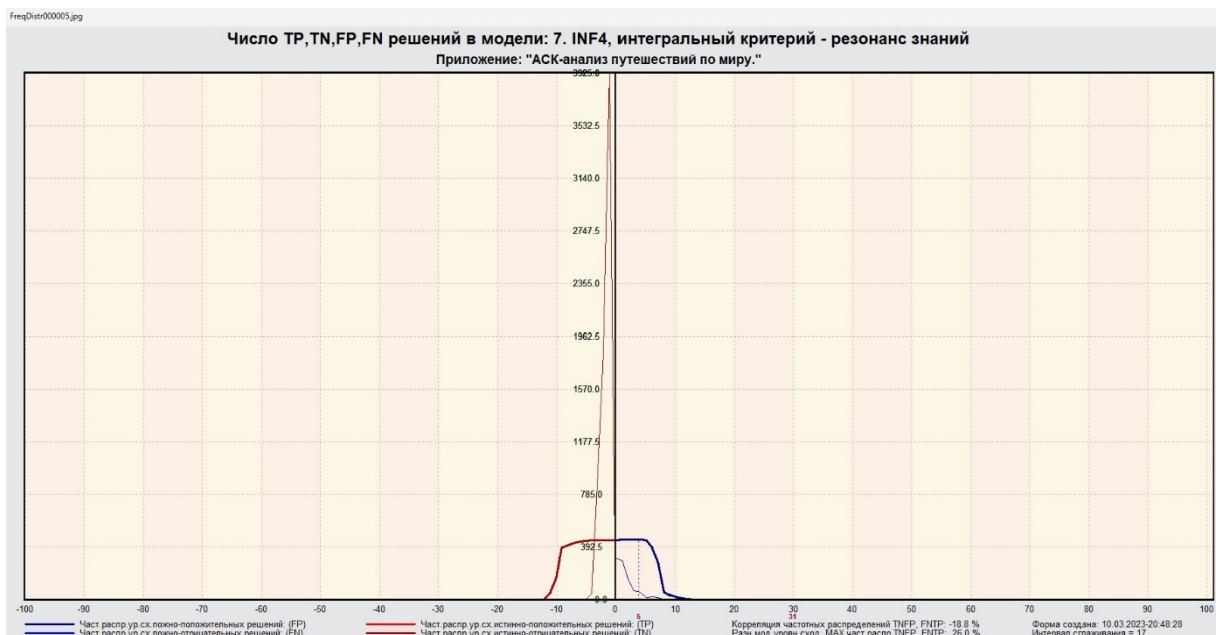


Рисунок 12 – Частотные распределения модели INF4 (резонанс знаний)

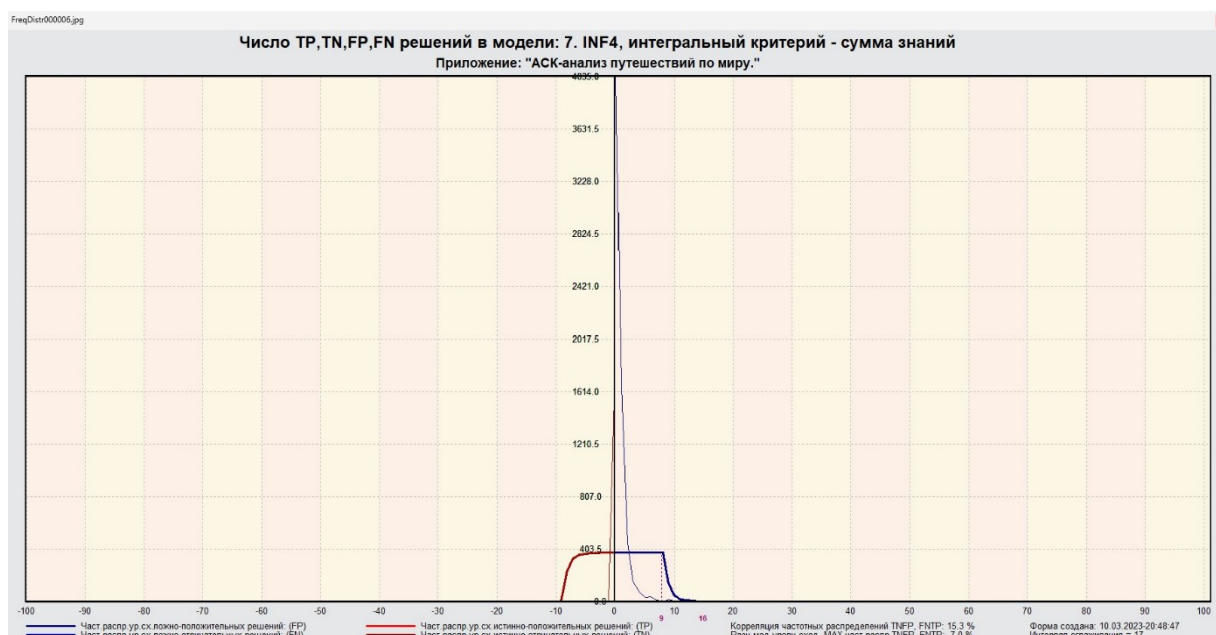


Рисунок 13 – Частотные распределения модели INF4 (сумма знаний)

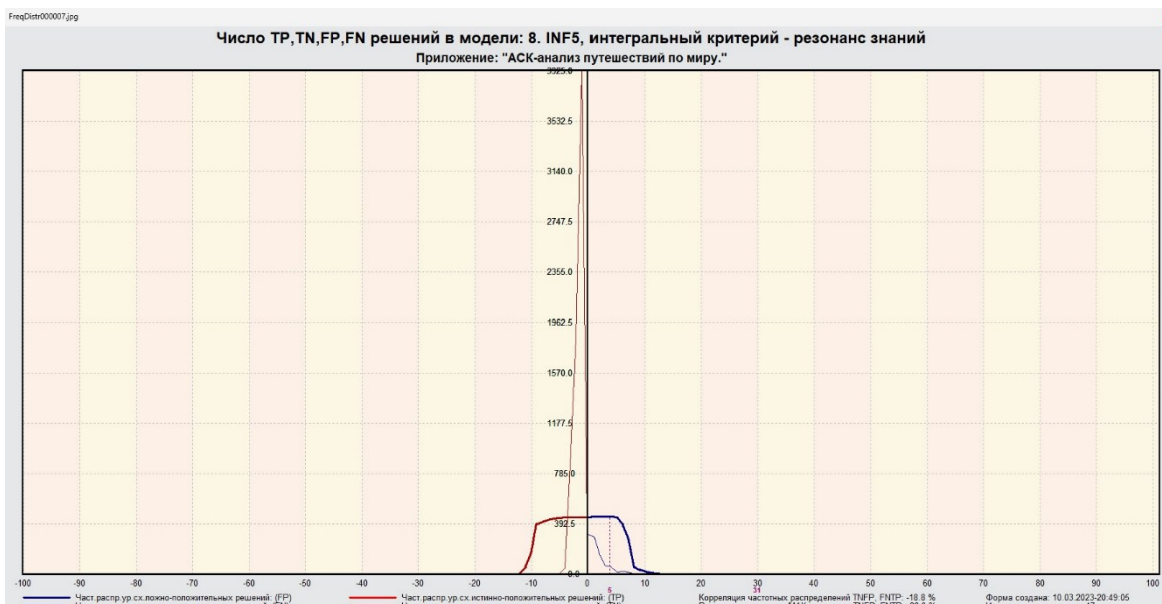


Рисунок 14 – Частотные распределения модели INF5 (резонанс знаний)

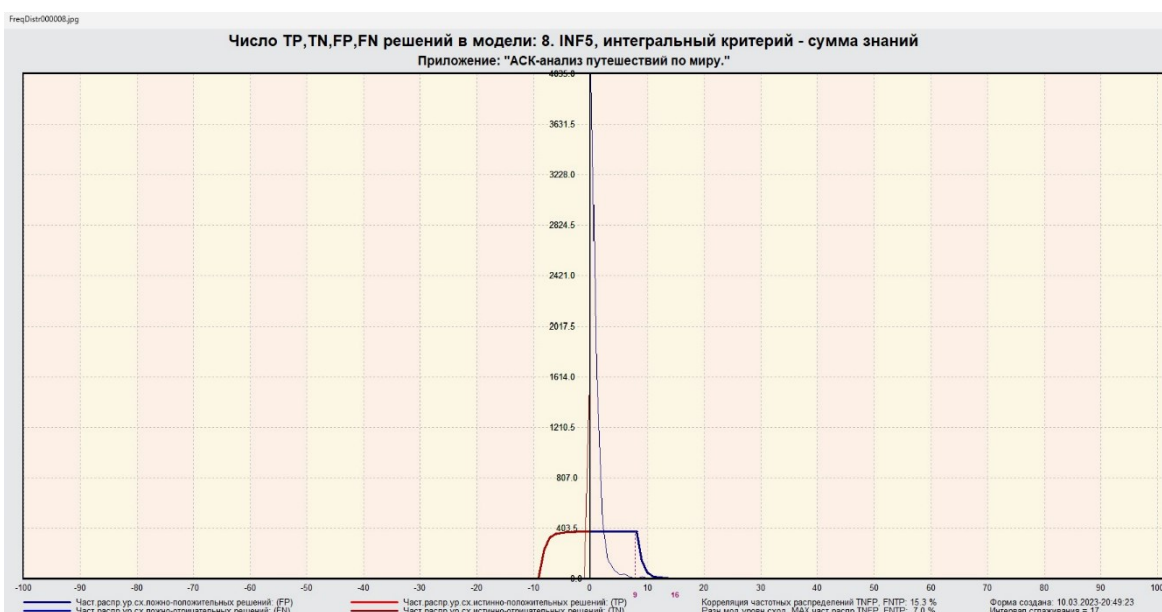


Рисунок 15 – Частотные распределения модели INF5 (сумма знаний)

Видно, что модели INF4 и INF5 на основе интегрального критерия «резонанс знаний» при проценте схожести более 70% практически не дают ложноотрицательных решений. При этом модели INF4 и INF5 на основе интегрального критерия «сумма знаний» при проценте схожести меньше примерно 15% дают меньше ложноположительных, чем истинно-положительных решений. Из этого можно сделать вывод о том, что система лучше определяет принадлежность объекта к классу, чем непринадлежность.

2 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ

2.1 Решение задач идентификации

Решим задачу системной идентификации, т.е. определим к каким респонденты к каким категориям относятся на основе обучающей выборки в наиболее достоверной СК-модели INF4 (режим 5.6) (рисунок 16, 17).

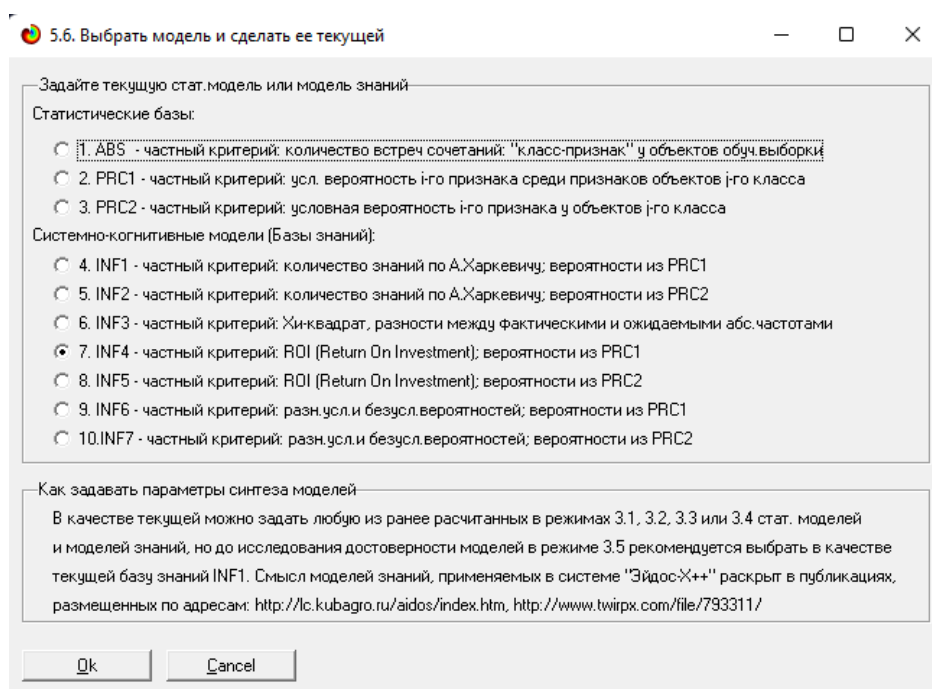


Рисунок 16 – Интерфейс задания модели

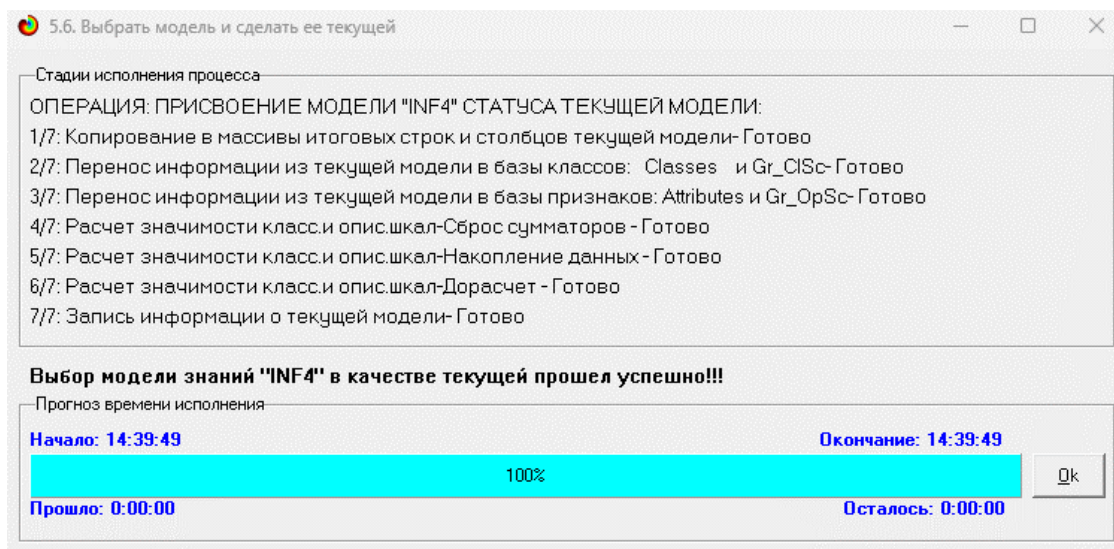


Рисунок 17 – Процесс загрузки модели

Затем следует провести пакетное распознавание в режиме 4.1.2. (рисунок 18).

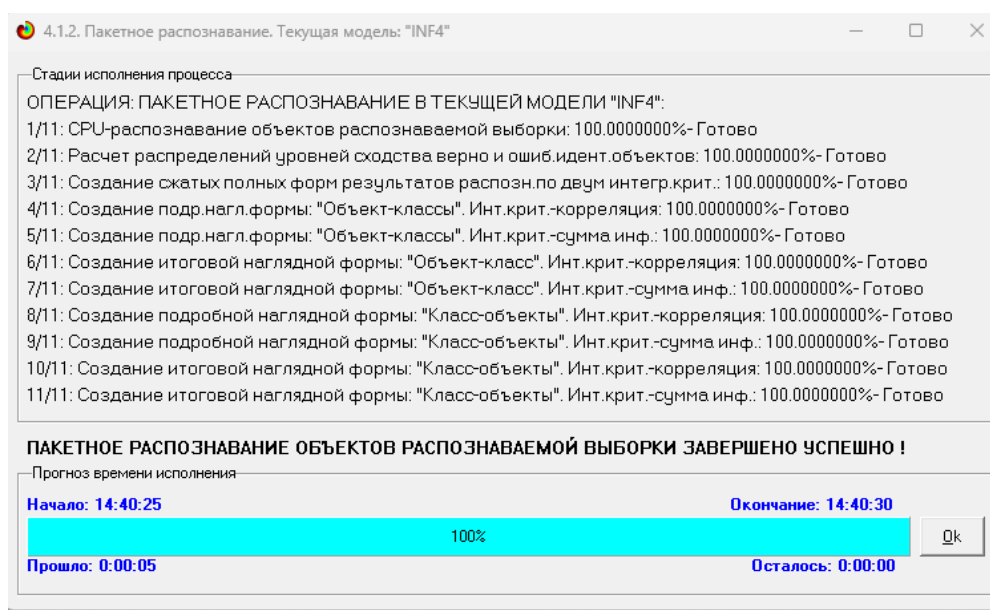


Рисунок 18 – Процесс пакетного распознавания модели

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:

- Подробно наглядно: «Объект – классы».
- Подробно наглядно: «Класс – объекты».
- Итоги наглядно: «Объект – классы».
- Итоги наглядно: «Класс – объекты».
- Подробно сжато: «Объект – классы».
- Обобщенная форма по достоверности моделей при разных интегральных критериях.
- Обобщенный статистический анализ результатов идентификации по моделям и интегральным критериям.

– Статистический анализ результатов идентификации по классам, моделям и интегральным критериям.

На рисунке 19 и 20 приведен пример прогноза высокой и низкой достоверности частоты объектов и классов в модели INF4 на основе наблюдения предыстории их развития. Визуализация результатов распознавания представлена в соотношении: «Объект-классы» и «Класс-объекты».

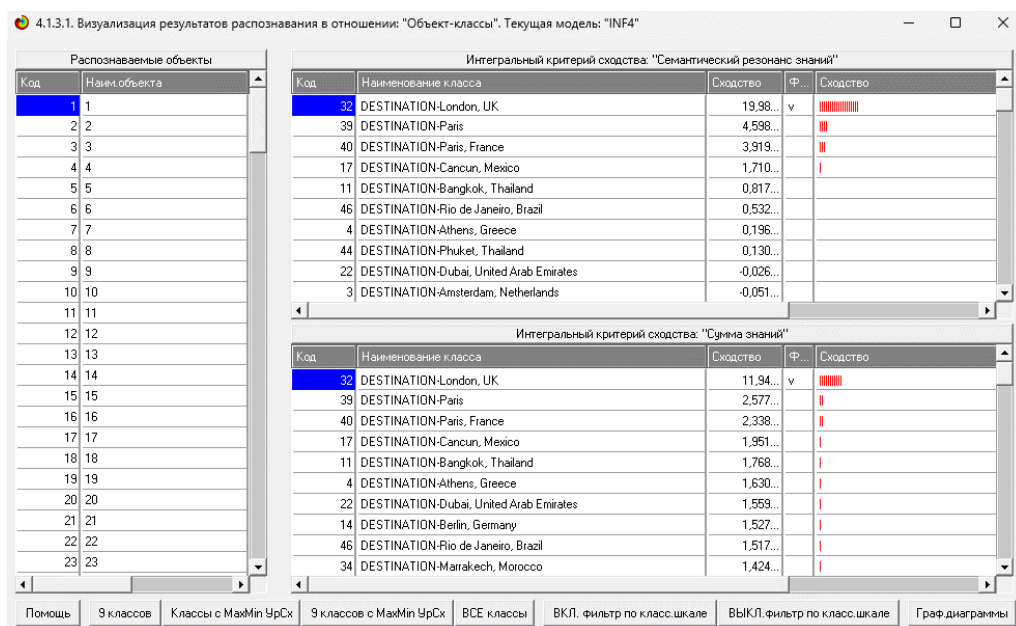


Рисунок 19 – Визуализация «Объект-классы»

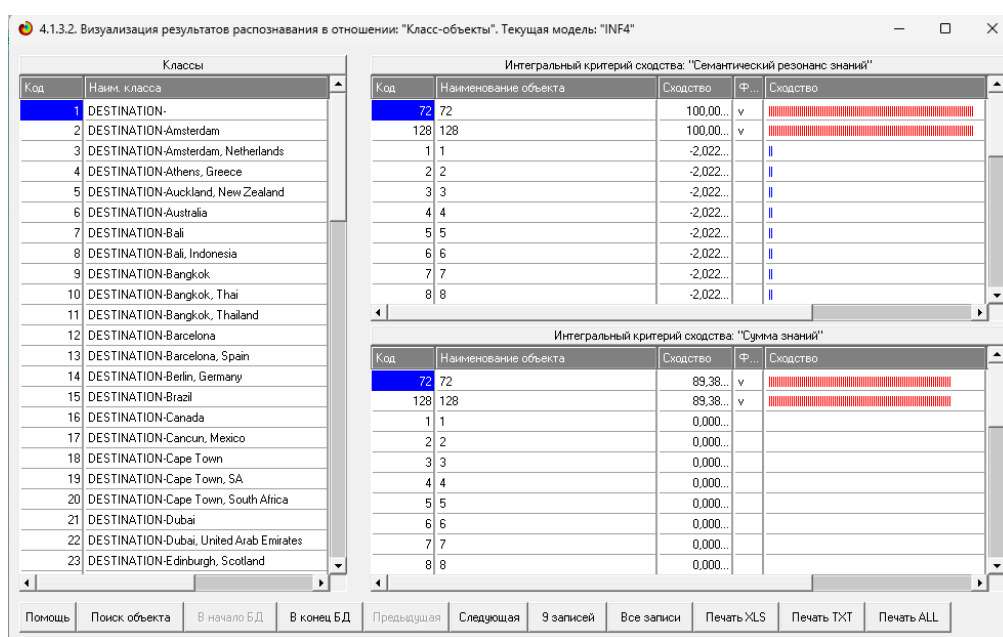


Рисунок 20 – Визуализация «Класс-объекты»

2.2 SWOT и PEST матрицы и диаграммы

При принятии решений определяется сила и направление влияния значений факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам, соответствующим различным будущим состояниям. По сути, это решение задачи SWOT-анализа.

Применительно к решаемой задаче, SWOT-анализ показывает, как различные критерии влияют на уровень заработной платы (рисунок 21).

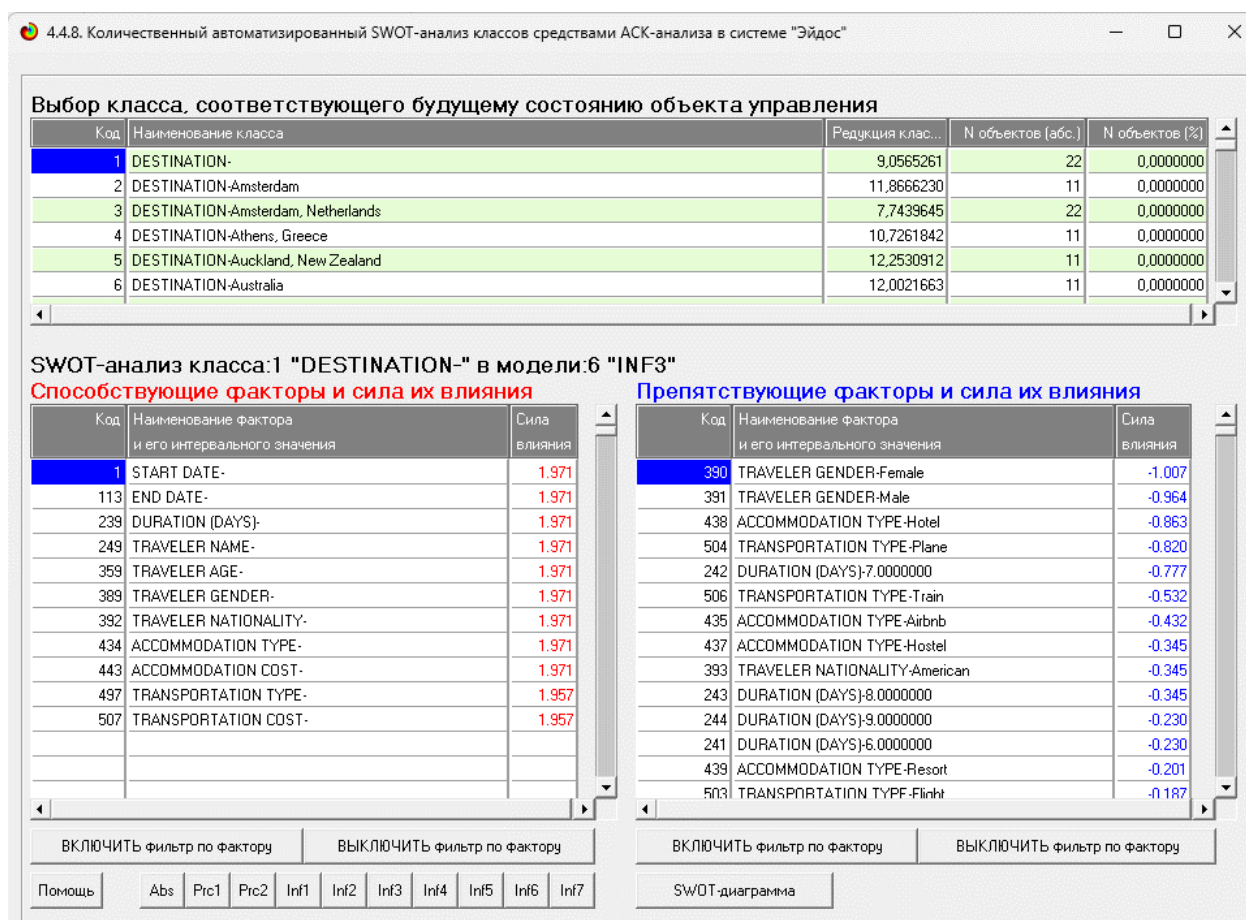


Рисунок 21 – SWOT-матрица

На рисунке 22 приведен пример табличной выходной формы количественного автоматизированного SWOT-анализа и PEST-анализа средствами системы Aidos-X.

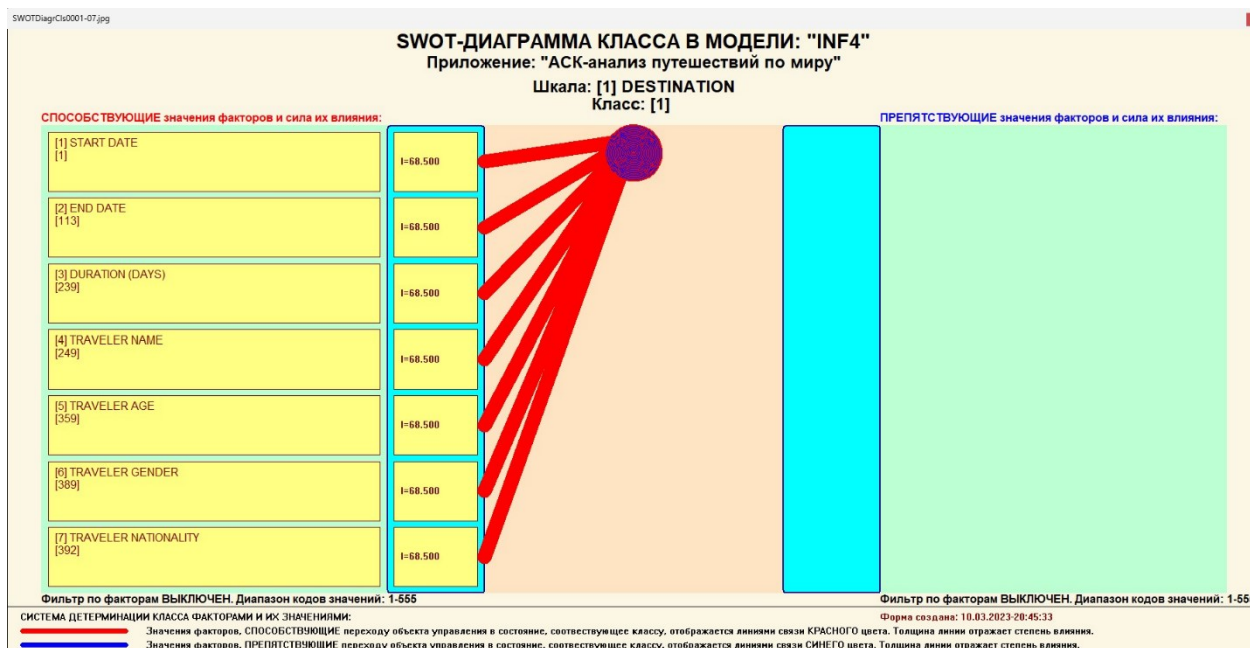


Рисунок 22 – SWOT-диаграмма

В левой стороне представлены факторы характерные для класса, а справа – нехарактерные.

2.3 Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

Если модель предметной области достоверна, то исследование модели можно считать исследованием самого моделируемого объекта, т.е. результаты исследования модели корректно относить к самому объекту моделирования, «переносить на него».

В системе «Aidos-X» есть довольно много возможностей для такого исследования, но в данной работе из-за ограничений на ее объем мы рассмотрим лишь результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети, 3d-интегральные когнитивные карты и когнитивные функции.

2.3.1 Когнитивные диаграммы классов

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем их в режимах 4.2.2.1 и 4.2.2.2.

Отметим также, что на когнитивной диаграмме, приведенной на рисунке 23, показаны количественные оценки сходства/различия показателей. Важно, что эти результаты сравнения получены с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

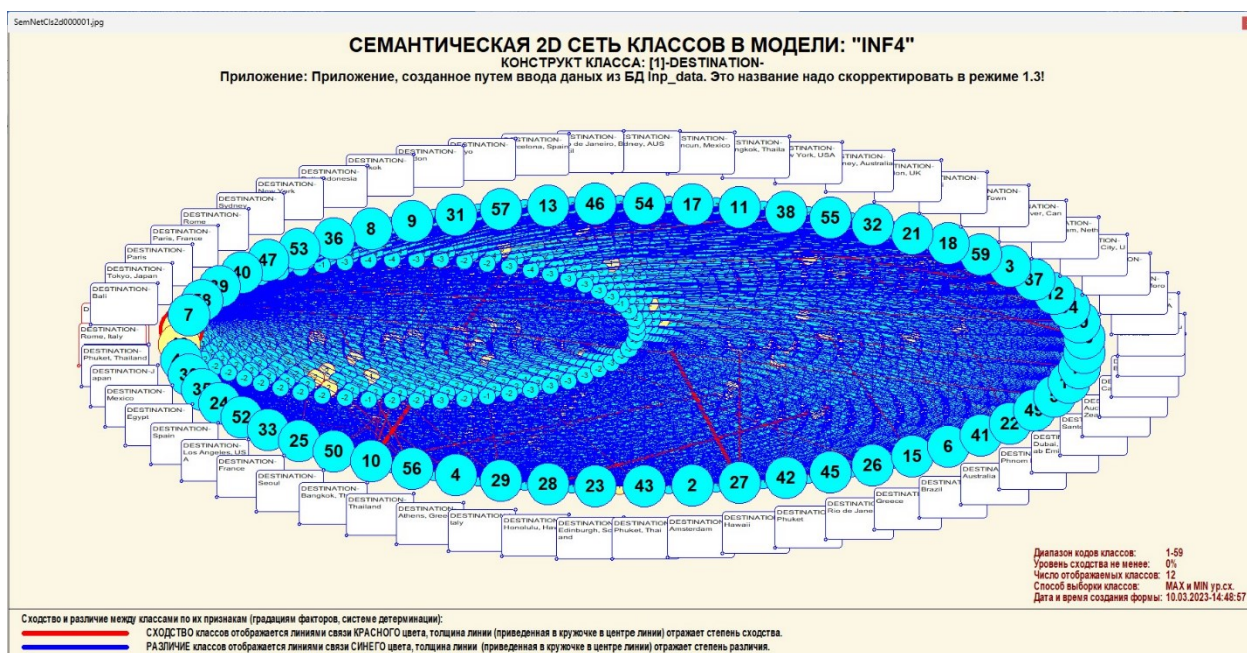
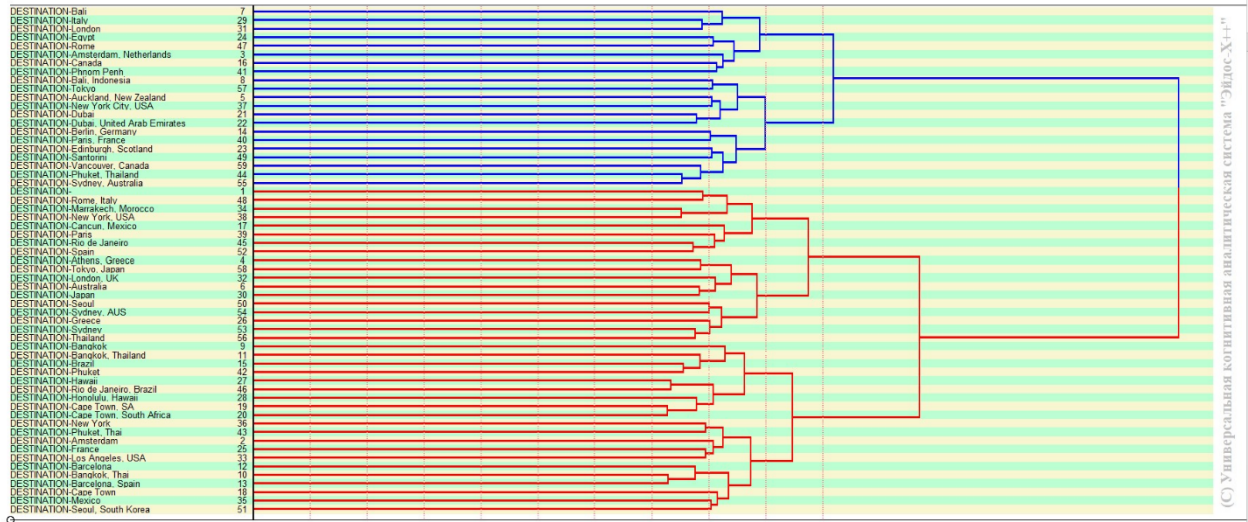


Рисунок 23 – Когнитивная диаграмма классов

2.3.2 Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, но и в форме агломеративных дендрограмм с графиком изменения межкластерного расстояния, полученных в результате когнитивной кластеризации (рисунок 24 и 25).

ДЕНДРОГРАММА КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF4"
 "Приложение, созданное путем ввода данных из БД Inp_data. Это название надо скорректировать в режиме 1.3!"



МЕЖКЛАСТЕРНЫЕ РАССТОЯНИЯ: 12 24 37 49 61 73 85 97 110 122
 Формы созданы: 10.03.2023-15:30:57
 КЛАСТЕРНАЯ ФОРМУЛА: (((7,(29,31)),(24,47),(3,(16,41))))((8,57))((5,37),(21,22))((14,40),(23,49),(59,(44,55))))(((1,48),(34,38))),(17,(39,(45,52))))((4,58),(32,(6,30))),(50,54),(26,(53,56))))((9,(11,(15,42))),(27,46),(28,(19,20))),(36,43),(2,(25,33))),(12,(10,13)),(18,(35,51))))

Рисунок 24 – Дендрограмма когнитивной кластеризации классов

ИЗМЕНЕНИЕ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ПРИ КОГНИТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF4"
 "Приложение, созданное путем ввода данных из БД Inp_data. Это название надо скорректировать в режиме 1.3!"

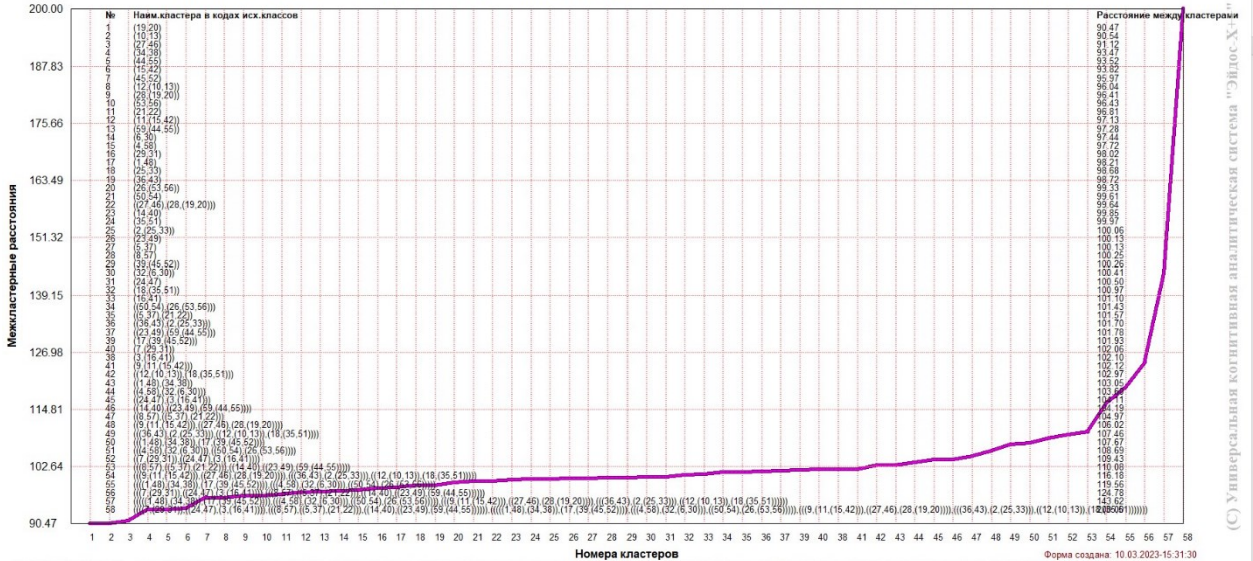


Рисунок 25 – График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации классов

Из рисунка 24 мы видим, что некоторые характеристики сходны по системе детерминирующих их факторов, и, следовательно, могут наблюдаться одновременно, а другие по этой системе обуславливающих

факторов сильно отличаются, и, следовательно, являются взаимоисключающими, т.е. являются альтернативными.

2.3.3 Когнитивные диаграммы значений факторов

Подобные диаграммы отражают зависимость параметров. Эти диаграммы мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 26).

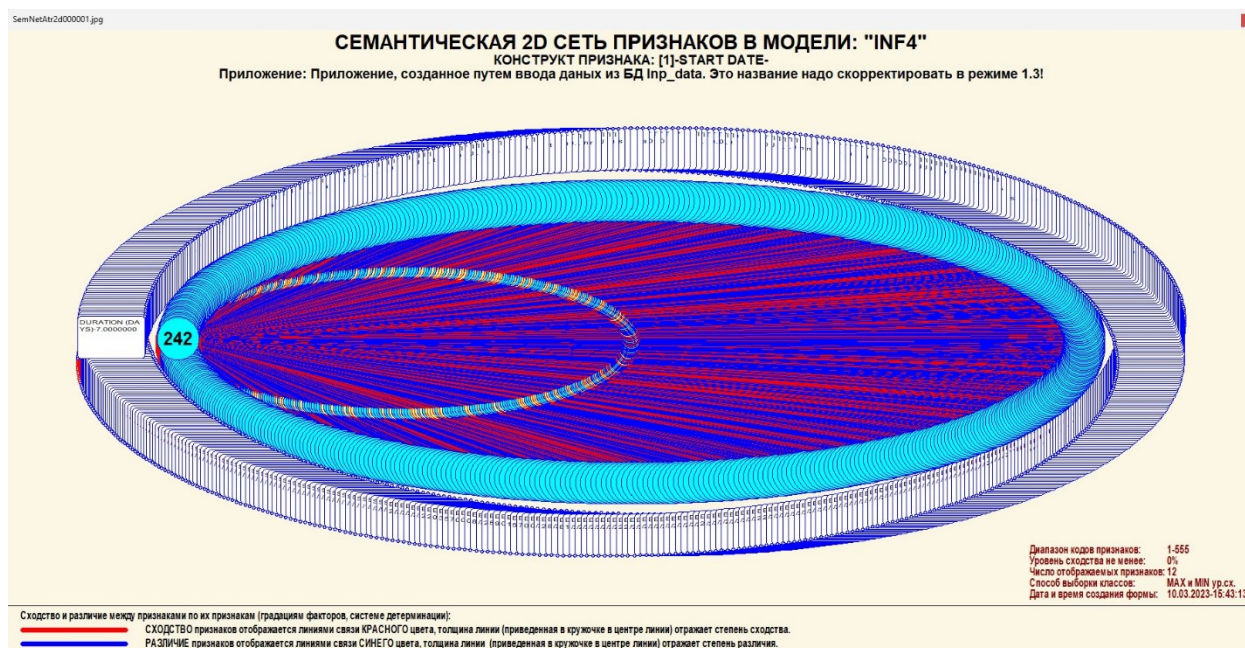


Рисунок 26 – График изменения межкластерных расстояний

2.3.4 Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунках 27-28 приведена агломеративная дендрограмма когнитивной кластеризации значений факторов и график изменения межкластерных расстояний, полученные на основе той же матрицы сходства признаков по их смыслу, что и в когнитивных диаграммах.

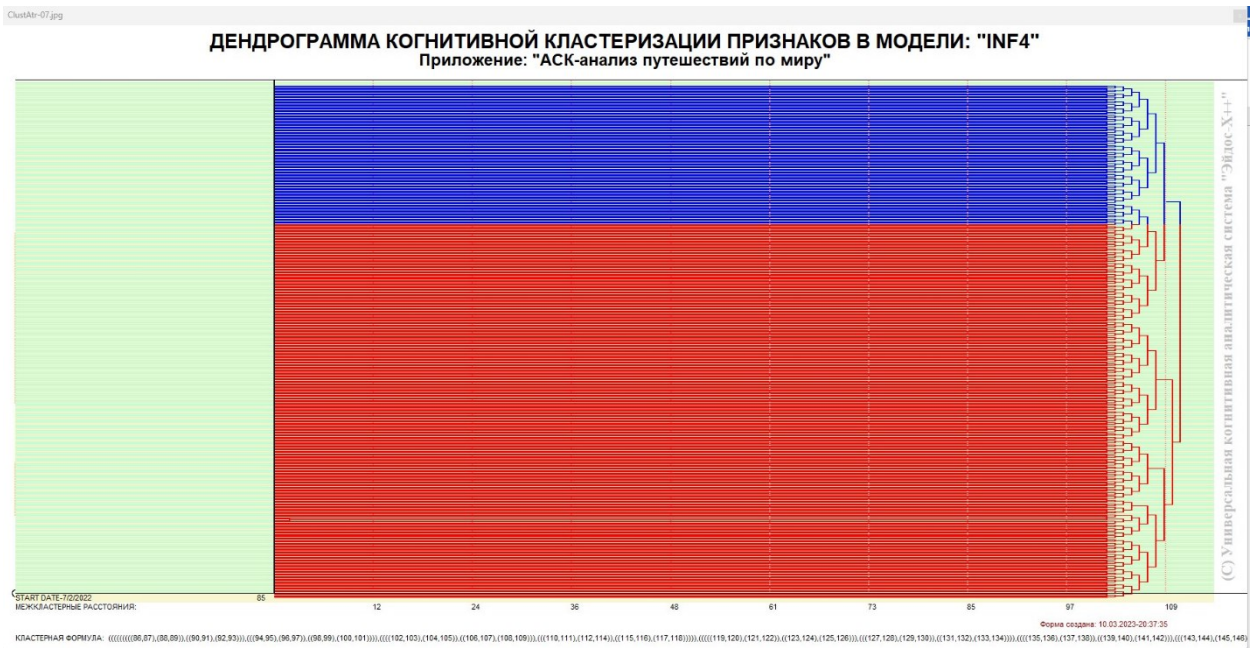


Рисунок 27 – Дендрограмма когнитивной кластеризации признаков

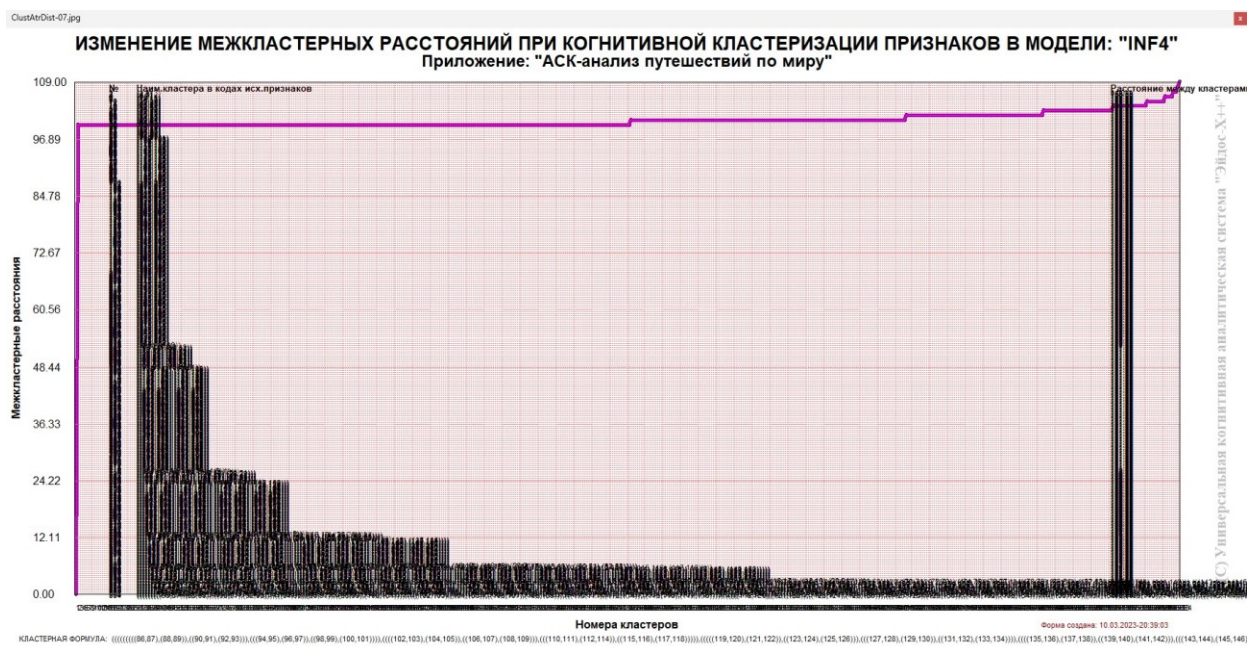


Рисунок 28 – График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации признаков

Из дендрограммы 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.

2.3.5 Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

На рисунке 29 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 30 – фрагмент одного слоя нелокальной нейронной сети, отражающий 87% наиболее значимых синаптических связей.

В приведенном фрагменте слоя нейронной сети нейроны соответствуют уровню заработной платы, а рецепторы – параметрам, влияющим на ее размер. 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.

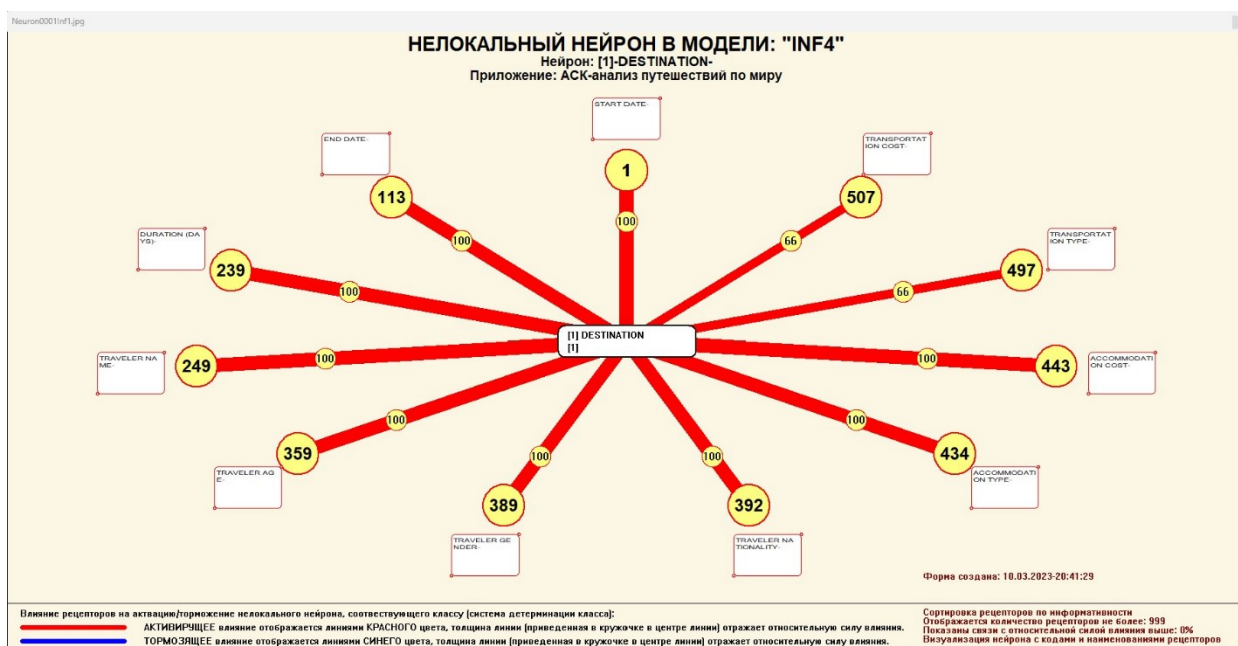


Рисунок 29 – Пример нелокального нейрона

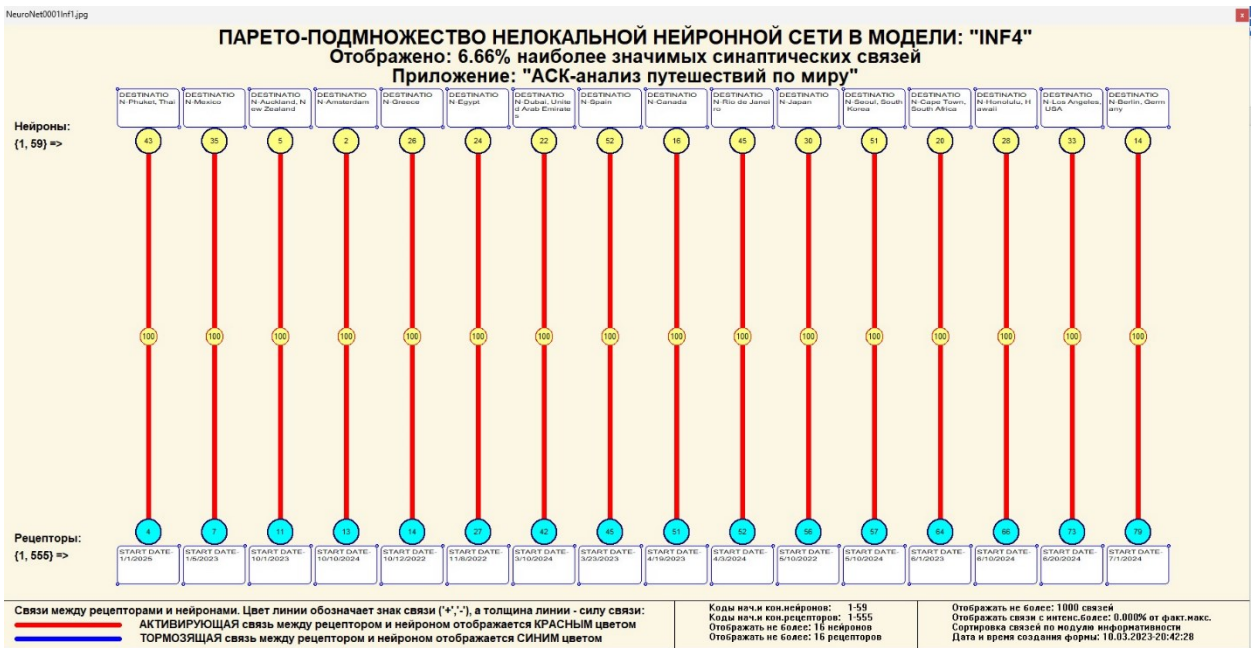


Рисунок 30 – Один слой нелокальной нейронной сети

2.3.6 3D-интегральные когнитивные карты

На рисунке 31 приведен фрагмент 3D-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент СК-модели INF4.

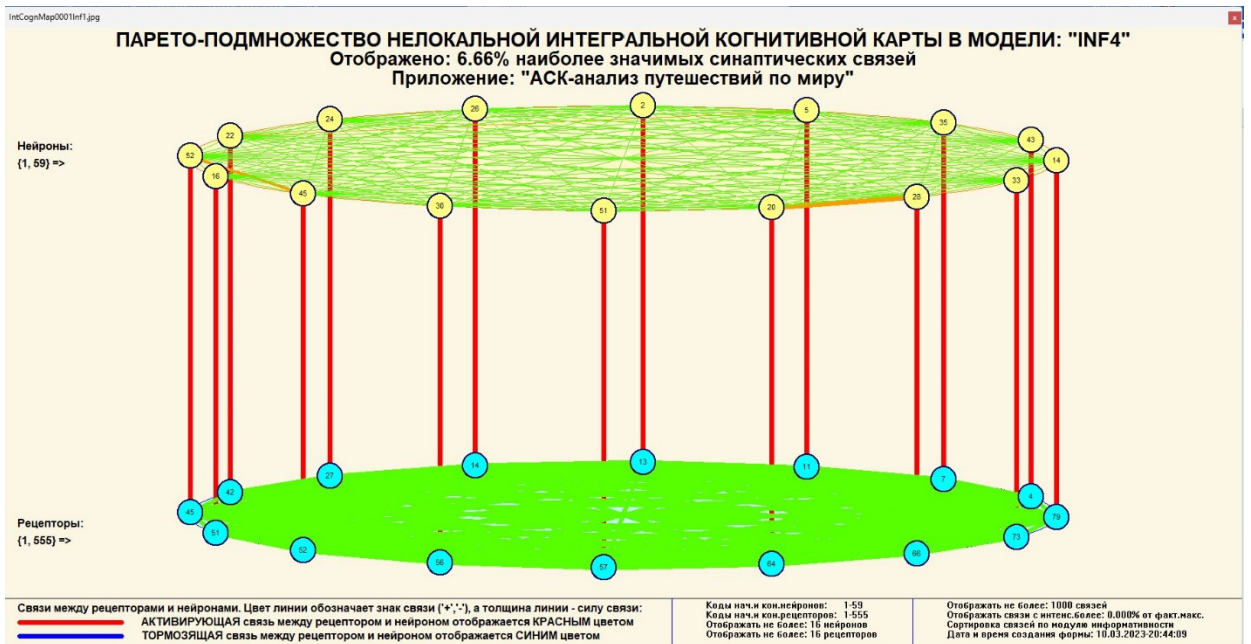


Рисунок 31 – 3D-интегральная когнитивная карта

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель работы достигнута, поставленная проблема решена, что показывает анализ результатов численного эксперимента предложенных и реализованных в системе «Aidos-X», решение поставленных задач является вполне эффективным.

При помощи системы «Aidos-X» результатом реализованной работы являются созданные статистические и системно-когнитивные модели, в которых на основе эмпирических данных были сформированы обобщенные образы классов, показывающие предполагаемый уровень заработной платы, и на основе этого, были достигнуты такие задачи, как идентификация, классификация и исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 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.

2. 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.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. 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.

10. 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.