

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 стоимости подсолнечника в Краснодарском крае»

Выполнил студент группы: ИТз2141 Савченко Алексей Юрьевич

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: 33 страницы, 33 рисунка, 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 определенными фактами внешнего мира и стоимостью подсолнечника в Краснодарском крае.

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 Aidoss-X .....  | 8  |
| 1.4 Синтез и верификация моделей .....   | 10 |
| 1.5 Виды моделей Aidoss-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<br>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 |
| 2.3.7 Когнитивные функции .....  | 28 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....   | 30 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ .....   | 31 |

## 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 анализ стоимости подсолнечника в Краснодарском крае по некоторым статистическим характеристикам внешнего мира. Выявление зависимостей между наблюдаемыми данными и стоимостью позволит облегчить процесс формирования портфеля наиболее прибыльных с/х культур для выращивания.

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 стоимостью подсолнечника.

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 389, 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 и объединены в единый массив статистических измерений за период с 01.01.1999 г. по 01.07.2021 г. с интервалом в 1 месяц.

Итоговый файл содержит следующие данные:

- N – порядковый номер наблюдения;
- Year – год наблюдения;
- Month – месяц наблюдения;
- Min t – минимальная температура за месяц;
- Max t – максимальная температура за месяц;
- Sum t – сумма температур за месяц;
- Humidity – средняя влажность воздуха;
- Rainfall – количество осадков;
- oil\_Cost – цена на нефть Brent;
- usd\_Cost – курс доллара;
- Yield – урожайность;
- veg – входит ли текущий месяц в вегетативный период с/х культуры;
- Price – цена с/х культуры.

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

|    |      |    |     |    |      |    |       |       |        |     |   |         |
|----|------|----|-----|----|------|----|-------|-------|--------|-----|---|---------|
| 0  | 1999 | 1  | -4  | 16 | 212  | 79 | 26,4  | 11,35 | 23,1   | 9,1 | 0 | 1491,69 |
| 1  | 1999 | 2  | -9  | 18 | 206  | 77 | 131,6 | 10,88 | 23,1   | 9,1 | 0 | 1977,67 |
| 2  | 1999 | 3  | 2   | 22 | 584  | 72 | 28    | 15,24 | 25,005 | 9,1 | 0 | 1599,79 |
| 3  | 1999 | 4  | 0   | 25 | 865  | 64 | 19,7  | 16,57 | 24,75  | 9,1 | 0 | 2041,99 |
| 4  | 1999 | 5  | 5   | 25 | 973  | 67 | 72,1  | 15,2  | 24,72  | 9,1 | 0 | 3021,79 |
| 5  | 1999 | 6  | 17  | 32 | 1426 | 63 | 118,2 | 17,51 | 24,255 | 9,1 | 1 | 4005,77 |
| 6  | 1999 | 7  | 19  | 35 | 1694 | 58 | 48,1  | 19,37 | 24,245 | 9,1 | 1 | 3359,49 |
| 7  | 1999 | 8  | 14  | 35 | 1568 | 68 | 133,2 | 21,33 | 25,085 | 9,1 | 1 | 3298,46 |
| 8  | 1999 | 9  | 11  | 32 | 1179 | 65 | 18,6  | 23,58 | 25,235 | 9,1 | 0 | 3883,83 |
| 9  | 1999 | 10 | 1   | 30 | 798  | 80 | 120,3 | 21,69 | 26,105 | 9,1 | 0 | 5928,12 |
| 10 | 1999 | 11 | -11 | 17 | 253  | 81 | 76,5  | 23,64 | 26,695 | 9,1 | 0 | 5677,12 |
| 11 | 1999 | 12 | -2  | 17 | 377  | 75 | 38,4  | 25,08 | 27,55  | 9,1 | 0 | 5453,08 |
| 12 | 2000 | 1  | -11 | 7  | -23  | 86 | 108   | 25,97 | 28,64  | 6,9 | 0 | 5255,79 |
| 13 | 2000 | 2  | -5  | 18 | 210  | 77 | 64,9  | 28,09 | 28,705 | 6,9 | 0 | 5631,84 |
| 14 | 2000 | 3  | -1  | 16 | 327  | 71 | 67,6  | 24,77 | 28,66  | 6,9 | 0 | 5800,19 |
| 15 | 2000 | 4  | 6   | 27 | 1013 | 67 | 37,1  | 23,89 | 28,445 | 6,9 | 0 | 6289,19 |
| 16 | 2000 | 5  | 7   | 28 | 1066 | 63 | 61,2  | 28,31 | 28,252 | 6,9 | 0 | 5954,39 |
| 17 | 2000 | 6  | 13  | 31 | 1303 | 68 | 137,7 | 30,57 | 28,075 | 6,9 | 1 | 5881,52 |
| 18 | 2000 | 7  | 19  | 39 | 1511 | 63 | 15,5  | 26,93 | 27,86  | 6,9 | 1 | 5673,59 |

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

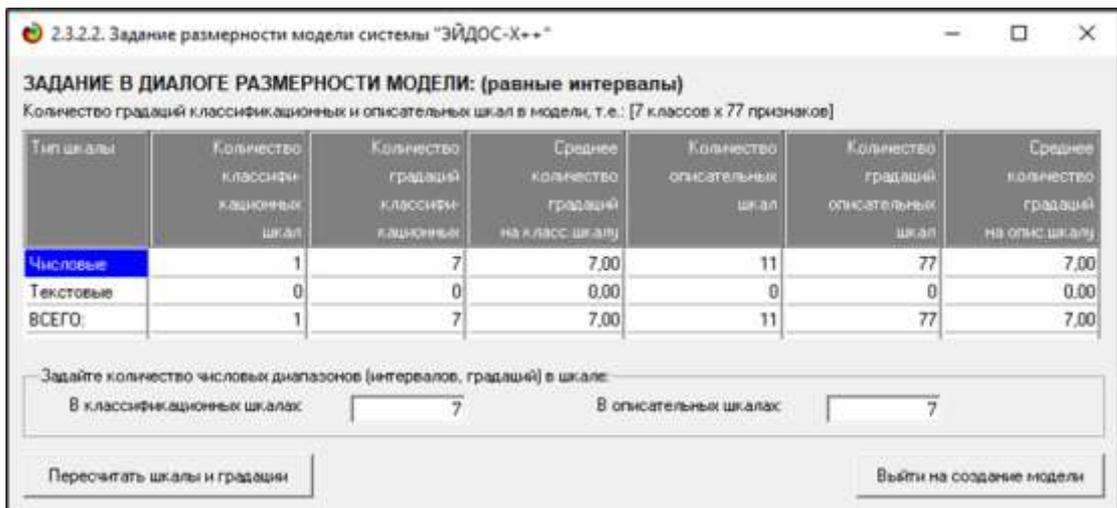


Рисунок 3 – Задание размерности модели

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

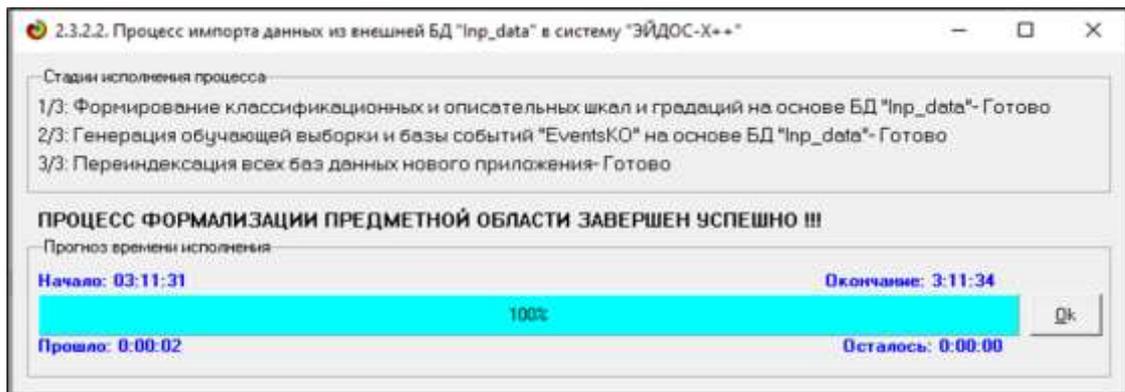


Рисунок 4 – Процесс импорта данных

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).

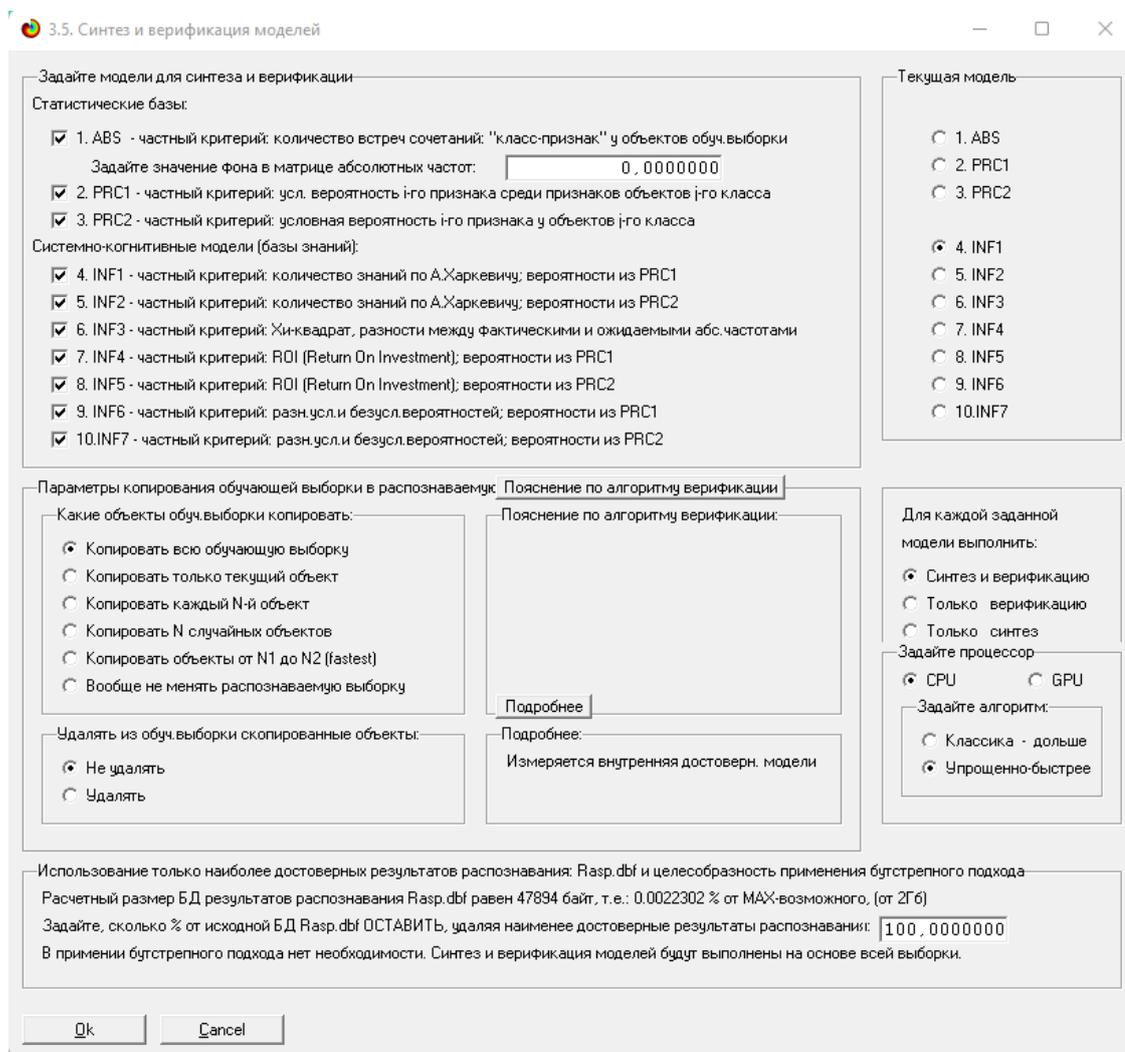


Рисунок 5 – Выбор моделей для синтеза и верификации

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.

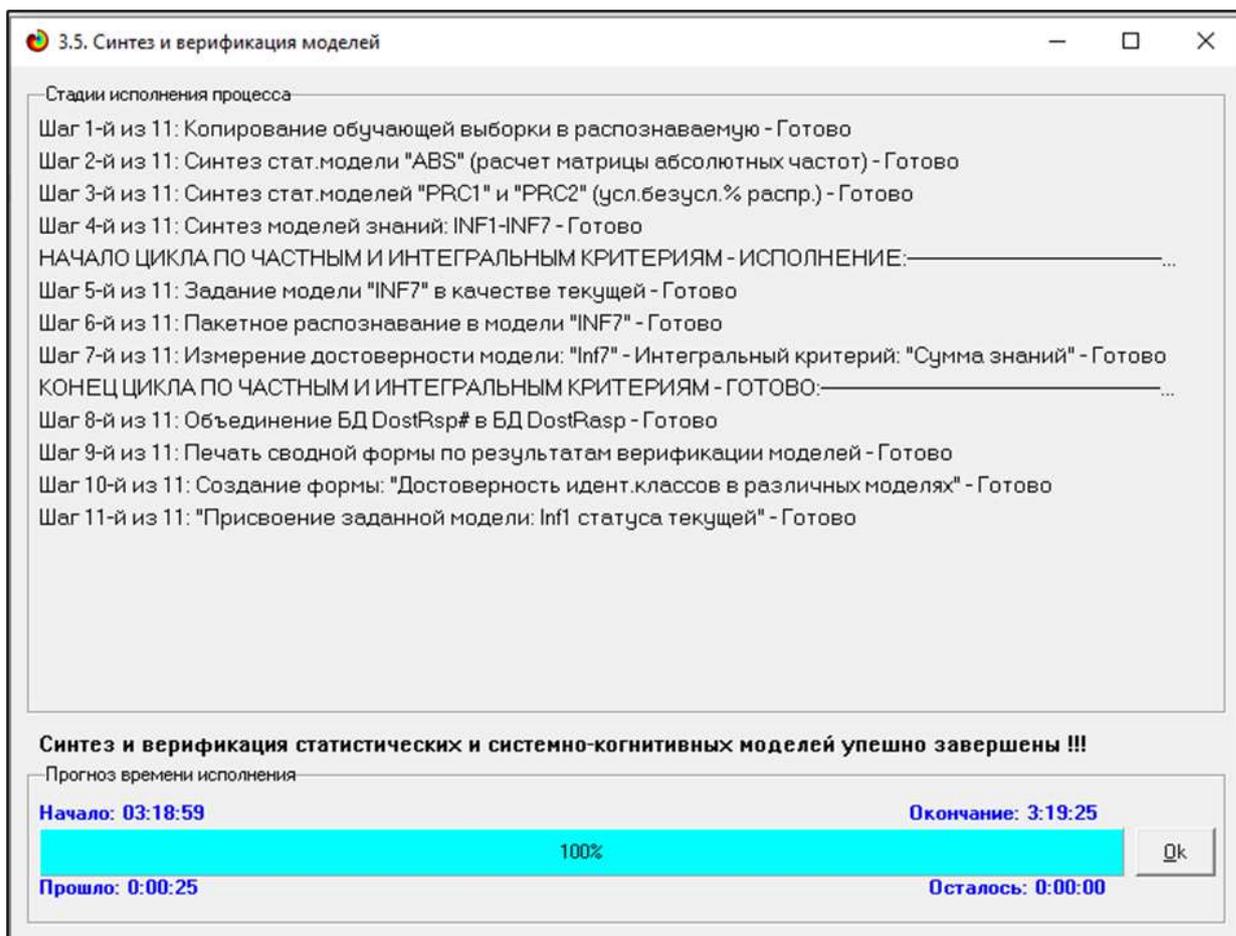


Рисунок 6 – Процесс исполнения режима 3.5

Стоит отметить, что синтез и верификация всех 10 моделей на данной задаче заняли 25 секунд. 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 "L.ABS" - частный критерий: количество встреч сочетаний "Класс-признак" у объектов обучающей

| Код признака | Наименование объектов/признаки        | 1. PRICE<br>1/7<br>(1481.4300000,<br>3262.8629571) | 2. PRICE<br>2/7<br>(6392.8629571,<br>15262.4285714) | 3. PRICE<br>3/7<br>(19292.4285714,<br>27192.8629571) | 4. PRICE<br>4/7<br>(22192.8629571,<br>29032.4285714) | 5. PRICE<br>5/7<br>(26932.4285714,<br>39332.8629571) | 6. PRICE<br>6/7<br>(35832.8629571,<br>45832.4285714) | 7. PRICE<br>7/7<br>(45832.8629571,<br>49794.3000000) | Сумма | Среднее | Средн.<br>напр.<br>откл. |
|--------------|---------------------------------------|--|---|--|--|--|--|--|-------|---------|--------------------------|
| 1.0          | YEAR-1/7-(1999.0000000, 2002.2857143) | 48.0   |   |  |  |  |  |  | 48.0  | 6.86    | 18.14                    |
| 2.0          | YEAR-2/7-(2002.2857143, 2005.5714286) | 36.0   |   |  |  |  |  |  | 36.0  | 5.14    | 13.61                    |
| 3.0          | YEAR-3/7-(2005.5714286, 2008.8571429) | 36.0   |   |  |  |  |  |  | 36.0  | 5.14    | 13.61                    |
| 4.0          | YEAR-4/7-(2008.8571429, 2012.1428571) | 20.0   | 21.0  | 2.0  | 1.0  | 3.0  | 1.0  |  | 48.0  | 6.86    | 9.37                     |
| 5.0          | YEAR-5/7-(2012.1428571, 2015.4285714) | 19.0   | 5.0   | 12.0   |  |  |  |  | 36.0  | 5.14    | 7.58                     |
| 6.0          | YEAR-6/7-(2015.4285714, 2018.7142857) | 12.0   | 7.0   | 5.0  | 7.0  | 2.0  | 3.0  |  | 36.0  | 5.14    | 3.98                     |
| 7.0          | YEAR-7/7-(2018.7142857, 2022.0000000) | 3.0  | 10.0  | 5.0  | 3.0  | 11.0   | 7.0  | 7.0  | 46.0  | 6.57    | 3.15                     |
| 8.0          | MONTH-1/7-(0.0000000, 2.5714286)      | 29.0   | 5.0   | 6.0  | 4.0  | 2.0  |  | 2.0  | 48.0  | 6.86    | 9.97                     |
| 9.0          | MONTH-2/7-(2.5714286, 4.1428571)      | 29.0   | 6.0   | 6.0  | 2.0  | 3.0  | 1.0  | 2.0  | 48.0  | 6.86    | 9.53                     |
| 10.0         | MONTH-3/7-(4.1428571, 5.7142857)      | 15.0   | 2.0   | 2.0  |  | 2.0  | 2.0  | 1.0  | 24.0  | 3.43    | 5.16                     |
| 11.0         | MONTH-4/7-(5.7142857, 7.2857143)      | 30.0   | 6.0   | 2.0  | 1.0  | 3.0  | 5.0  | 1.0  | 48.0  | 6.86    | 10.38                    |
| 12.0         | MONTH-5/7-(7.2857143, 8.8571429)      | 16.0   | 5.0   |  | 1.0  | 1.0  | 1.0  |  | 24.0  | 3.43    | 5.80                     |
| 13.0         | MONTH-6/7-(8.8571429, 10.4285714)     | 30.0   | 10.0  | 3.0  | 1.0  | 3.0  | 1.0  |  | 48.0  | 6.86    | 10.73                    |
| 14.0         | MONTH-7/7-(10.4285714, 12.0000000)    | 26.0   | 9.0   | 5.0  | 2.0  | 2.0  | 1.0  | 1.0  | 46.0  | 6.57    | 9.03                     |
| 15.0         | MIN-T-1/7-(27.0000000, -20.0000000)   | 2.0  |   | 1.0  |  |  |  |  | 3.0   | 0.43    | 8.79                     |
| 16.0         | MIN-T-2/7-(20.0000000, -13.0000000)   | 9.0  | 2.0   | 1.0  | 2.0  | 1.0  |  |  | 15.0  | 2.14    | 3.13                     |
| 17.0         | MIN-T-3/7-(13.0000000, -6.0000000)    | 17.0   | 2.0   | 5.0  | 2.0  | 2.0  |  | 2.0  | 30.0  | 4.29    | 5.79                     |
| 18.0         | MIN-T-4/7-(6.0000000, 1.0000000)      | 46.0   | 12.0  | 5.0  | 2.0  | 2.0  | 1.0  | 2.0  | 70.0  | 10.00   | 16.32                    |
| 19.0         | MIN-T-5/7-(1.0000000, 8.0000000)      | 28.0   | 9.0   | 7.0  | 2.0  | 3.0  | 2.0  | 1.0  | 52.0  | 7.43    | 9.54                     |
| 20.0         | MIN-T-6/7-(8.0000000, 15.0000000)     | 34.0   | 6.0   | 2.0  | 1.0  | 4.0  | 3.0  | 1.0  | 51.0  | 7.29    | 11.91                    |
| 21.0         | MIN-T-7/7-(15.0000000, 22.0000000)    | 38.0   | 12.0  | 3.0  | 2.0  | 4.0  | 5.0  | 1.0  | 65.0  | 9.29    | 13.16                    |
| 22.0         | MAX-T-1/7-(7.0000000, 11.5714286)     | 9.0  | 4.0   | 1.0  | 1.0  |  |  |  | 15.0  | 2.14    | 3.34                     |
| 23.0         | MAX-T-2/7-(11.5714286, 15.1428571)    | 26.0   | 4.0   | 6.0  | 2.0  | 2.0  |  | 1.0  | 41.0  | 5.86    | 9.10                     |
| 24.0         | MAX-T-3/7-(15.1428571, 20.7142857)    | 26.0   | 5.0   | 2.0  | 1.0  | 3.0  |  | 3.0  | 40.0  | 5.71    | 9.89                     |
| 25.0         | MAX-T-4/7-(20.7142857, 25.2857143)    | 23.0   | 5.0   | 6.0  | 3.0  | 1.0  | 3.0  |  | 41.0  | 5.86    | 7.84                     |

Рисунок 7 – Фрагмент матрицы абсолютных частот

5.5. Модель "L.ABS" - частный критерий: количество встреч сочетаний "Класс-признак" у объектов обучающей

| Код признака | Наименование объектов/признаки        | 1. PRICE<br>1/7<br>(1481.4300000,<br>3262.8629571) | 2. PRICE<br>2/7<br>(6392.8629571,<br>15262.4285714) | 3. PRICE<br>3/7<br>(19292.4285714,<br>27192.8629571) | 4. PRICE<br>4/7<br>(22192.8629571,<br>29032.4285714) | 5. PRICE<br>5/7<br>(26932.4285714,<br>39332.8629571) | 6. PRICE<br>6/7<br>(35832.8629571,<br>45832.4285714) | 7. PRICE<br>7/7<br>(45832.8629571,<br>49794.3000000) | Сумма | Среднее | Средн.<br>напр.<br>откл. |
|--------------|---------------------------------------|--|---|--|--|--|--|--|-------|---------|--------------------------|
| 1.0          | YEAR-1/7-(1999.0000000, 2002.2857143) | 28.730   | -7.224  | -8.830   | -2.848   | -2.671   | -2.848   | -2.159   |       |         | 8.536                    |
| 2.0          | YEAR-2/7-(2002.2857143, 2005.5714286) | 14.286   | -6.429  | -2.824   | -2.386   | -2.004   | -1.266   | -0.869   |       |         | 6.298                    |
| 3.0          | YEAR-3/7-(2005.5714286, 2008.8571429) | 24.889   | -6.429  | -8.824   | -2.386   | -2.004   | -1.266   | -0.869   |       |         | 6.298                    |
| 4.0          | YEAR-4/7-(2008.8571429, 2012.1428571) | -9.217   | 13.776  | -2.820   | -8.848   | 0.329  | -8.848   | -2.159   |       |         | 6.862                    |
| 5.0          | YEAR-5/7-(2012.1428571, 2015.4285714) | -2.912   | -6.429  | 8.876  | -1.266   | -2.004   | -1.266   | -0.869   |       |         | 6.828                    |
| 6.0          | YEAR-6/7-(2015.4285714, 2018.7142857) | -9.812   | 0.392   | 1.876  | 5.614  | -8.884   | 1.614  | -8.869   |       |         | 4.823                    |
| 7.0          | YEAR-7/7-(2018.7142857, 2022.0000000) | -24.948  | 0.977   | 1.136  | 1.229  | 8.440  | 5.229  | 5.889  |       |         | 11.312                   |
| 8.0          | MONTH-1/7-(0.0000000, 2.5714286)      | -8.217   | -2.226  | 1.968  | -1.162   | -6.672   | -2.848   | 0.841  |       |         | 5.725                    |
| 9.0          | MONTH-2/7-(2.5714286, 4.1428571)      | -1.217   | -1.226  | 1.968  | 0.162  | 0.329  | -8.848   | 0.841  |       |         | 2.238                    |
| 10.0         | MONTH-3/7-(4.1428571, 5.7142857)      | 0.292  | -1.637  | -8.824   | -8.924   | 0.444  | 1.876  | 0.420  |       |         | 6.947                    |
| 11.0         | MONTH-4/7-(5.7142857, 7.2857143)      | 0.740  | -1.226  | -2.820   | -8.848   | 0.329  | 1.352  | -8.159   |       |         | 2.485                    |
| 12.0         | MONTH-5/7-(7.2857143, 8.8571429)      | 1.292  | 1.266   | -2.824   | 8.876  | -8.336   | 8.876  | 0.388  |       |         | 2.282                    |
| 13.0         | MONTH-6/7-(8.8571429, 10.4285714)     | 0.792  | 0.776   | -1.820   | -8.848   | 0.329  | -8.848   | -1.159   |       |         | 3.438                    |
| 14.0         | MONTH-7/7-(10.4285714, 12.0000000)    | -1.999   | -2.977  | 1.136  | 0.229  | -8.540   | -8.771   | -8.111   |       |         | 0.527                    |
| 15.0         | MIN-T-1/7-(27.0000000, -20.0000000)   | 0.174  | -8.652  | 8.768  | -8.114   | -8.147   | -8.114   | -8.872   |       |         | 0.377                    |
| 16.0         | MIN-T-2/7-(20.0000000, -13.0000000)   | -8.138   | -8.268  | -8.268   | 1.422  | 0.165  | -8.578   | -8.362   |       |         | 0.467                    |
| 17.0         | MIN-T-3/7-(13.0000000, -6.0000000)    | -1.248   | -2.925  | 2.688  | 8.440  | 0.308  | -1.191   | -1.276   |       |         | 1.728                    |
| 18.0         | MIN-T-4/7-(6.0000000, 1.0000000)      | 1.242  | 1.444   | -8.888   | -8.496   | -1.894   | -1.896   | 3.209  |       |         | 1.892                    |
| 19.0         | MIN-T-5/7-(1.0000000, 8.0000000)      | -1.631   | 1.174   | 2.432  | -8.892   | 0.194  | -8.882   | -8.256   |       |         | 1.962                    |
| 20.0         | MIN-T-6/7-(8.0000000, 15.0000000)     | 2.447  | -8.674  | -2.284   | -8.944   | 1.162  | 1.094  | -8.232   |       |         | 2.834                    |
| 21.0         | MIN-T-7/7-(15.0000000, 22.0000000)    | -2.844   | -2.221  | -2.848   | -8.848   | 0.383  | 2.697  | -8.178   |       |         | 2.842                    |
| 22.0         | MAX-T-1/7-(7.0000000, 11.5714286)     | -8.138   | 1.742   | -8.268   | 8.427  | -8.878   | -8.878   | -8.362   |       |         | 0.842                    |
| 23.0         | MAX-T-2/7-(11.5714286, 15.1428571)    | 1.044  | -2.171  | 2.024  | 8.421  | -8.282   | -1.579   | 0.810  |       |         | 1.094                    |
| 24.0         | MAX-T-3/7-(15.1428571, 20.7142857)    | 1.612  | -1.820  | -1.268   | -8.548   | 0.774  | -1.548   | 2.834  |       |         | 2.472                    |
| 25.0         | MAX-T-4/7-(20.7142857, 25.2857143)    | -1.994   | -1.171  | 2.024  | 1.422  | -1.282   | 2.422  | -8.998   |       |         | 2.761                    |

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.

| Наименование модели и частного критерия                              | Интегральный критерий                | оценка интегр. | LT-мера проф. Е.В.Луценко | Средний модуль долины сход. истинности/ошибки | АТ-точность модели Фрейсмант «АТРАПР» | АТ-точность модели Фрейсмант «АТРАПР» | Л2-мера проф. Е.В.Луценко | Процент правильных решений | Процент правильных решений |
|--|--------------------------------------|----------------|---------------------------|---|---|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1.ABS - частный критерий: количество ошибок/ошибки, % от             | Корреляция абс частот с абс частот   | 0,997          | 0,549                     | 0,467   | 0,110   | 0,208   | 0,052   | 0,700                                 | 0,900                                 | 0,788                     | 97,203                     | 40                         |
| 1.ABS - частный критерий: количество ошибок/ошибки, % от             | Сумма абс частот по признакам        | 1,000          | 0,693                     | 0,524   | 0,110   | 0,091   | 0,065   | 1,000                                 | 0,922                                 | 100,000                   | 100,000                    | 100                        |
| 2.PRC1 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Корреляция усл. частот с усл. частот | 0,997          | 0,549                     | 0,467   | 0,110   | 0,208   | 0,052   | 0,700                                 | 0,900                                 | 0,788                     | 97,203                     | 40                         |
| 2.PRC1 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Сумма усл. частот по признакам       | 1,000          | 0,341                     | 0,437   | 0,282   | 0,208   | 0,608   | 1,000                                 | 0,756                                 | 100,000                   | 100,000                    | 100                        |
| 3.PRC2 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Корреляция усл. частот с усл. частот | 0,997          | 0,549                     | 0,467   | 0,110   | 0,208   | 0,052   | 0,700                                 | 0,900                                 | 0,788                     | 97,203                     | 40                         |
| 3.PRC2 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Сумма усл. частот по признакам       | 1,000          | 0,341                     | 0,443   | 0,285   | 0,208   | 0,609   | 1,000                                 | 0,757                                 | 100,000                   | 100,000                    | 100                        |
| 4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Семантический резонанс зна.          | 0,938          | 0,651                     | 0,291   | 0,272   | 0,170   | 0,186   | 0,631                                 | 0,611                                 | 0,621                     | 90,559                     | 78                         |
| 4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Сумма знаний                         | 0,921          | 0,462                     | 0,211   | 0,211   | 0,169   | 0,144   | 0,556                                 | 0,595                                 | 0,574                     | 88,811                     | 79                         |
| 5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Семантический резонанс зна.          | 0,938          | 0,651                     | 0,292   | 0,272   | 0,171   | 0,186   | 0,631                                 | 0,611                                 | 0,621                     | 90,559                     | 78                         |
| 5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Сумма знаний                         | 0,921          | 0,465                     | 0,214   | 0,214   | 0,169   | 0,145   | 0,558                                 | 0,595                                 | 0,576                     | 88,811                     | 79                         |
| 6.INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактил.        | Семантический резонанс зна.          | 0,962          | 0,659                     | 0,408   | 0,252   | 0,204   | 0,169   | 0,666                                 | 0,707                                 | 0,686                     | 91,259                     | 75                         |
| 6.INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактил.        | Сумма знаний                         | 0,948          | 0,807                     | 0,465   | 0,140   | 0,096   | 0,264   | 0,828                                 | 0,637                                 | 0,720                     | 91,259                     | 75                         |
| 7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Семантический резонанс зна.          | 0,933          | 0,681                     | 0,376   | 0,242   | 0,202   | 0,215   | 0,651                                 | 0,636                                 | 0,644                     | 88,462                     | 84                         |
| 7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Сумма знаний                         | 0,980          | 0,383                     | 0,164   | 0,055   | 0,136   | 0,047   | 0,547                                 | 0,778                                 | 0,642                     | 93,357                     | 68                         |
| 8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Семантический резонанс зна.          | 0,933          | 0,681                     | 0,376   | 0,242   | 0,201   | 0,215   | 0,651                                 | 0,636                                 | 0,644                     | 88,462                     | 84                         |
| 8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Сумма знаний                         | 0,980          | 0,385                     | 0,166   | 0,056   | 0,137   | 0,050   | 0,548                                 | 0,768                                 | 0,639                     | 93,706                     | 68                         |
| 9.INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер. | Семантический резонанс зна.          | 0,948          | 0,654                     | 0,372   | 0,229   | 0,182   | 0,188   | 0,671                                 | 0,665                                 | 0,668                     | 90,210                     | 76                         |
| 9.INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер. | Сумма знаний                         | 0,974          | 0,425                     | 0,174   | 0,105   | 0,152   | 0,048   | 0,534                                 | 0,785                                 | 0,636                     | 91,259                     | 69                         |
| 10.INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, ве. | Семантический резонанс зна.          | 0,948          | 0,654                     | 0,373   | 0,229   | 0,184   | 0,188   | 0,670                                 | 0,665                                 | 0,667                     | 90,210                     | 76                         |
| 10.INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, ве. | Сумма знаний                         | 0,974          | 0,428                     | 0,177   | 0,107   | 0,153   | 0,048   | 0,537                                 | 0,785                                 | 0,638                     | 91,259                     | 69                         |

Рисунок 9 – Оценка достоверности моделей (F-критерий)

| Наименование модели и частного критерия                              | Интегральный критерий                | оценка интегр. | LT-мера проф. Е.В.Луценко | Средний модуль долины сход. истинности/ошибки | АТ-точность модели Фрейсмант «АТРАПР» | АТ-точность модели Фрейсмант «АТРАПР» | Л2-мера проф. Е.В.Луценко | Процент правильных решений | Процент правильных решений |
|--|--------------------------------------|----------------|---------------------------|---|---|---|---|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1.ABS - частный критерий: количество ошибок/ошибки, % от             | Корреляция абс частот с абс частот   | 0,997          | 0,549                     | 0,467   | 0,110   | 0,208   | 0,052   | 0,700                                 | 0,900                                 | 0,788                     | 97,203                     | 40                         |
| 1.ABS - частный критерий: количество ошибок/ошибки, % от             | Сумма абс частот по признакам        | 1,000          | 0,693                     | 0,524   | 0,110   | 0,091   | 0,065   | 1,000                                 | 0,922                                 | 100,000                   | 100,000                    | 100                        |
| 2.PRC1 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Корреляция усл. частот с усл. частот | 0,997          | 0,549                     | 0,467   | 0,110   | 0,208   | 0,052   | 0,700                                 | 0,900                                 | 0,788                     | 97,203                     | 40                         |
| 2.PRC1 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Сумма усл. частот по признакам       | 1,000          | 0,341                     | 0,437   | 0,282   | 0,208   | 0,608   | 1,000                                 | 0,756                                 | 100,000                   | 100,000                    | 100                        |
| 3.PRC2 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Корреляция усл. частот с усл. частот | 0,997          | 0,549                     | 0,467   | 0,110   | 0,208   | 0,052   | 0,700                                 | 0,900                                 | 0,788                     | 97,203                     | 40                         |
| 3.PRC2 - частный критерий: усл. вероятность при признаке сред.       | Сумма усл. частот по признакам       | 1,000          | 0,341                     | 0,443   | 0,285   | 0,208   | 0,609   | 1,000                                 | 0,757                                 | 100,000                   | 100,000                    | 100                        |
| 4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Семантический резонанс зна.          | 0,938          | 0,651                     | 0,291   | 0,272   | 0,170   | 0,186   | 0,631                                 | 0,611                                 | 0,621                     | 90,559                     | 78                         |
| 4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Сумма знаний                         | 0,921          | 0,462                     | 0,211   | 0,211   | 0,169   | 0,144   | 0,556                                 | 0,595                                 | 0,574                     | 88,811                     | 79                         |
| 5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Семантический резонанс зна.          | 0,938          | 0,651                     | 0,292   | 0,272   | 0,171   | 0,186   | 0,631                                 | 0,611                                 | 0,621                     | 90,559                     | 78                         |
| 5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Зарицкому, в.      | Сумма знаний                         | 0,921          | 0,465                     | 0,214   | 0,214   | 0,169   | 0,145   | 0,558                                 | 0,595                                 | 0,576                     | 88,811                     | 79                         |
| 6.INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактил.        | Семантический резонанс зна.          | 0,962          | 0,659                     | 0,408   | 0,252   | 0,204   | 0,169   | 0,666                                 | 0,707                                 | 0,686                     | 91,259                     | 75                         |
| 6.INF3 - частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактил.        | Сумма знаний                         | 0,948          | 0,807                     | 0,465   | 0,140   | 0,096   | 0,264   | 0,828                                 | 0,637                                 | 0,720                     | 91,259                     | 75                         |
| 7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Семантический резонанс зна.          | 0,933          | 0,681                     | 0,376   | 0,242   | 0,202   | 0,215   | 0,651                                 | 0,636                                 | 0,644                     | 88,462                     | 84                         |
| 7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Сумма знаний                         | 0,980          | 0,383                     | 0,164   | 0,055   | 0,136   | 0,047   | 0,547                                 | 0,778                                 | 0,642                     | 93,357                     | 68                         |
| 8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Семантический резонанс зна.          | 0,933          | 0,681                     | 0,376   | 0,242   | 0,201   | 0,215   | 0,651                                 | 0,636                                 | 0,644                     | 88,462                     | 84                         |
| 8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероитн.      | Сумма знаний                         | 0,980          | 0,385                     | 0,166   | 0,056   | 0,137   | 0,050   | 0,548                                 | 0,768                                 | 0,639                     | 93,706                     | 68                         |
| 9.INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер. | Семантический резонанс зна.          | 0,948          | 0,654                     | 0,372   | 0,229   | 0,182   | 0,188   | 0,671                                 | 0,665                                 | 0,668                     | 90,210                     | 76                         |
| 9.INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер. | Сумма знаний                         | 0,974          | 0,425                     | 0,174   | 0,105   | 0,152   | 0,048   | 0,534                                 | 0,785                                 | 0,636                     | 91,259                     | 69                         |
| 10.INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, ве. | Семантический резонанс зна.          | 0,948          | 0,654                     | 0,373   | 0,229   | 0,184   | 0,188   | 0,670                                 | 0,665                                 | 0,667                     | 90,210                     | 76                         |
| 10.INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, ве. | Сумма знаний                         | 0,974          | 0,428                     | 0,177   | 0,107   | 0,153   | 0,048   | 0,537                                 | 0,785                                 | 0,638                     | 91,259                     | 69                         |

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=0,535 максимуме 1,000), по критерию L1 проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF3 с интегральным критерием «Сумма знаний» (L1=0,807 при максимуме 1,000), а по критерию L2 проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель ABS с интегральным критерием «Сумма абс.частот по признакам» (L2=0,922 при максимуме 1,000). Для оценки достоверности моделей в АСК-

анализе и системе Aidos-X используется F-мера Ван Ризбергена и L-мера, представляющая собой ее нечеткое мультиклассовое обобщение, предложенное профессором Е.В.Луценко (рисунок 11).

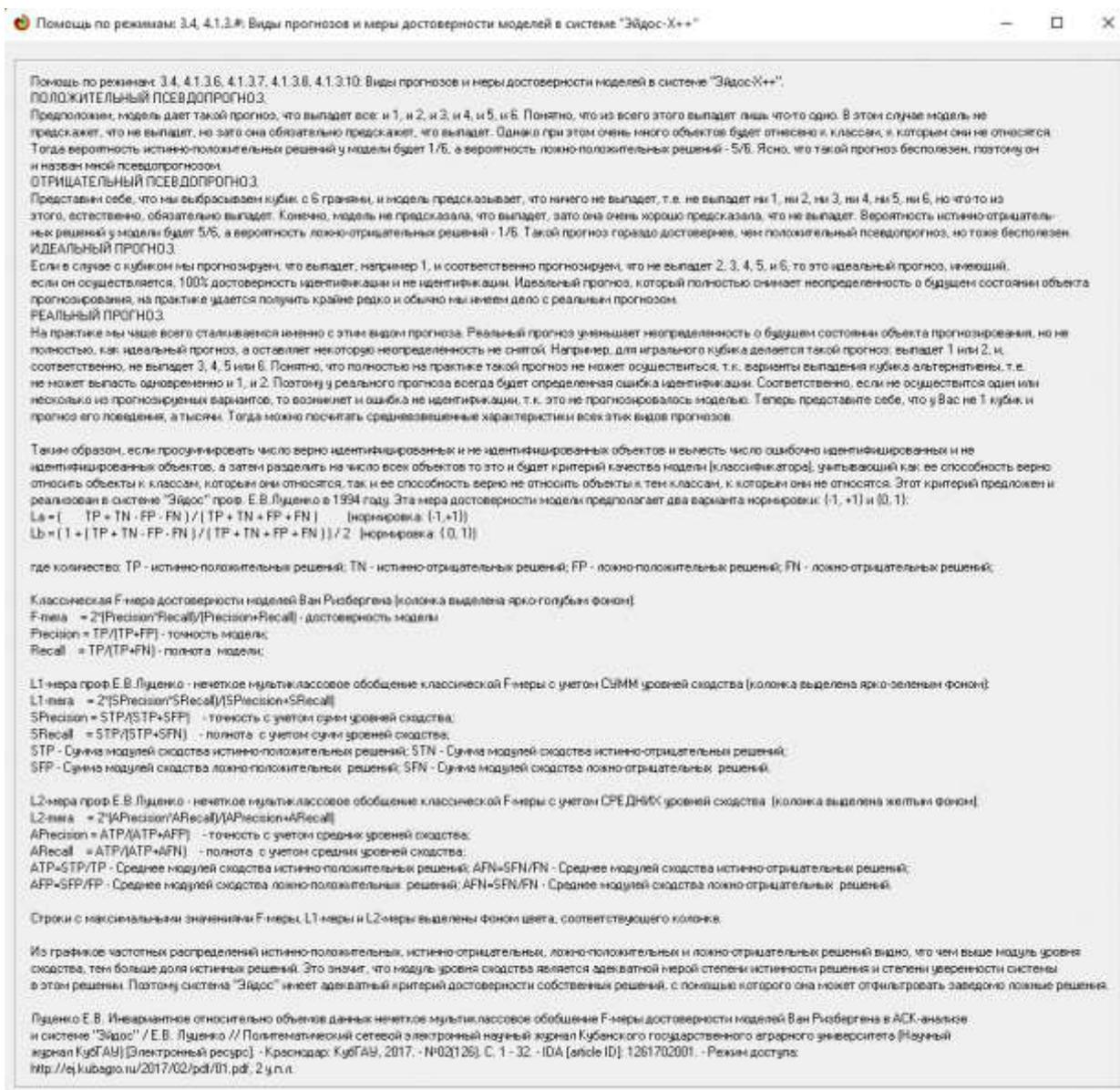


Рисунок 11 – Виды прогнозов и принципы определения

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 12-14 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.

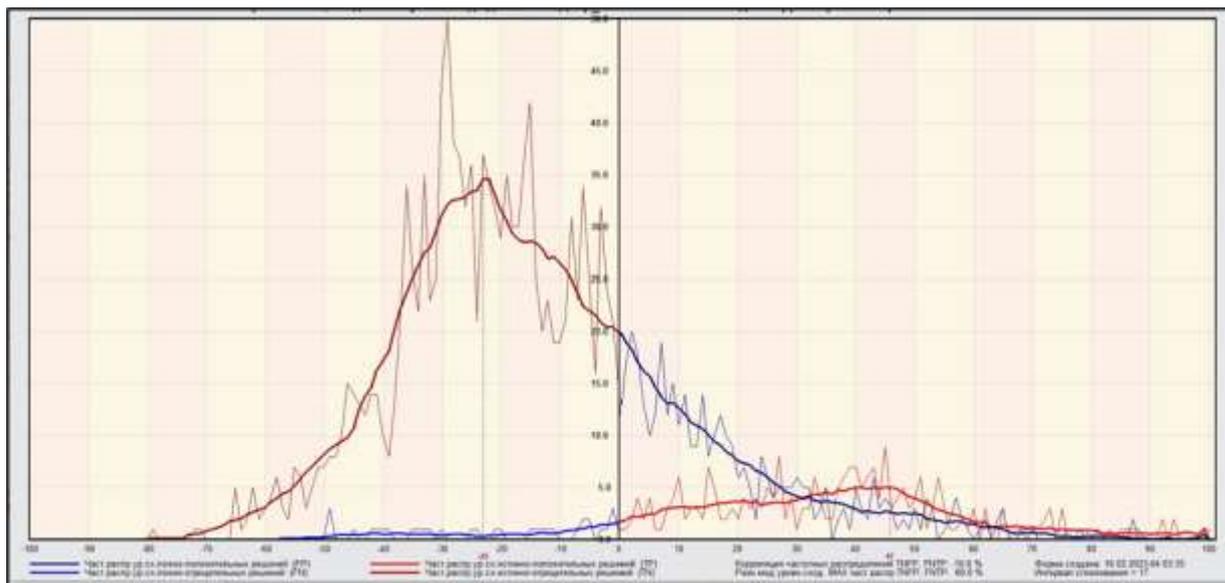


Рисунок 12 – Частотные распределения модели INF4

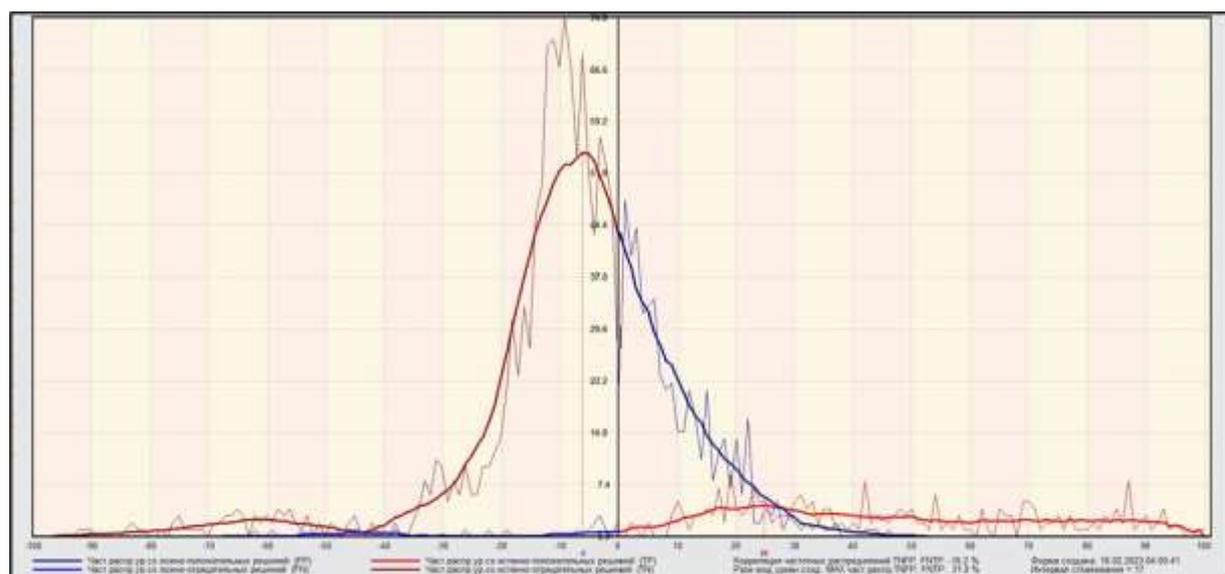


Рисунок 13 – Частотные распределения модели INF3

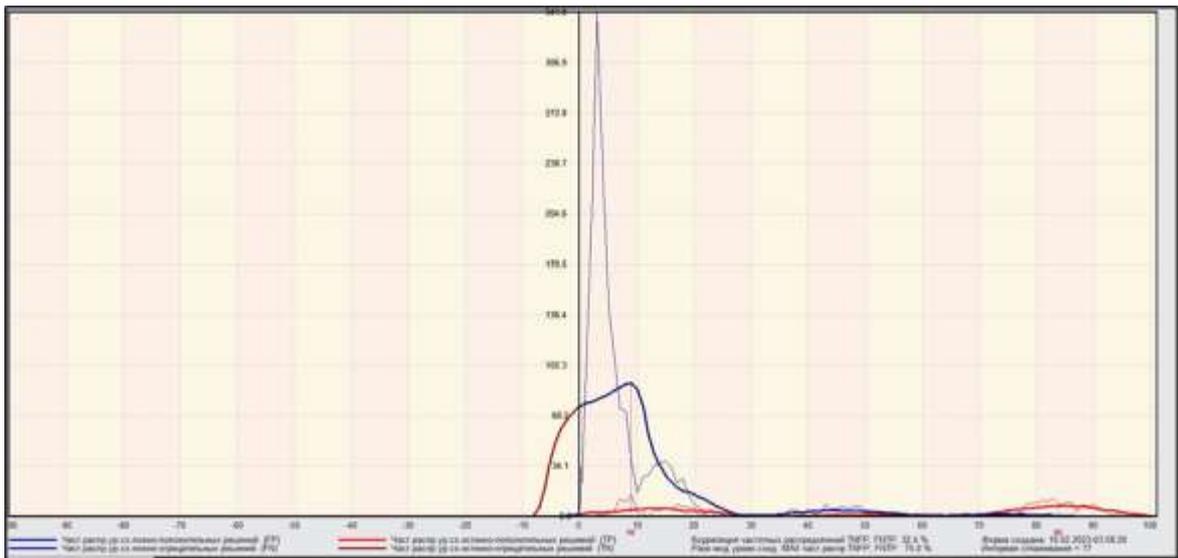


Рисунок 14 – Частотные распределения модели ABS

Видно, что все модели практически не дают ложноотрицательных решений. Также видно, что при проценте схожести меньше примерно 30% модели дают больше ложноположительных, чем истинно-положительных решений. При проценте схожести более 30% ложноположительные решения практически отсутствуют. Из этого можно сделать вывод о том, что система лучше определяет непринадлежность объекта к классу, чем принадлежность.

## 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 INF3 (режим 5.6) (рисунок 15, 16).



Рисунок 15 – Интерфейс задания модели

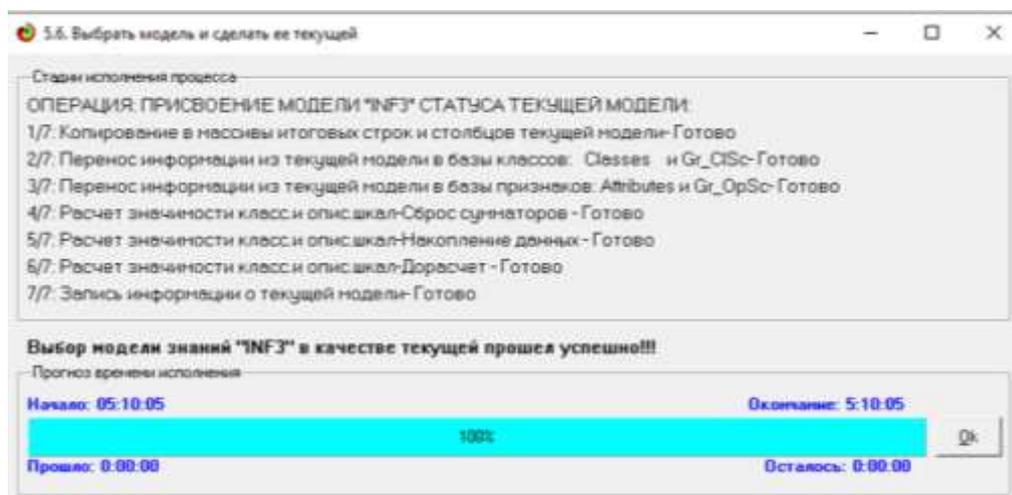


Рисунок 16 – Процесс загрузки модели



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

На рисунке 18 и 19 приведен пример прогноза высокой и низкой достоверности частоты объектов и классов в модели INF3 на основе наблюдения предыстории их развития. Визуализация результатов распознавания представлена в соотношении: «Объект-классы» и «Класс-объекты».

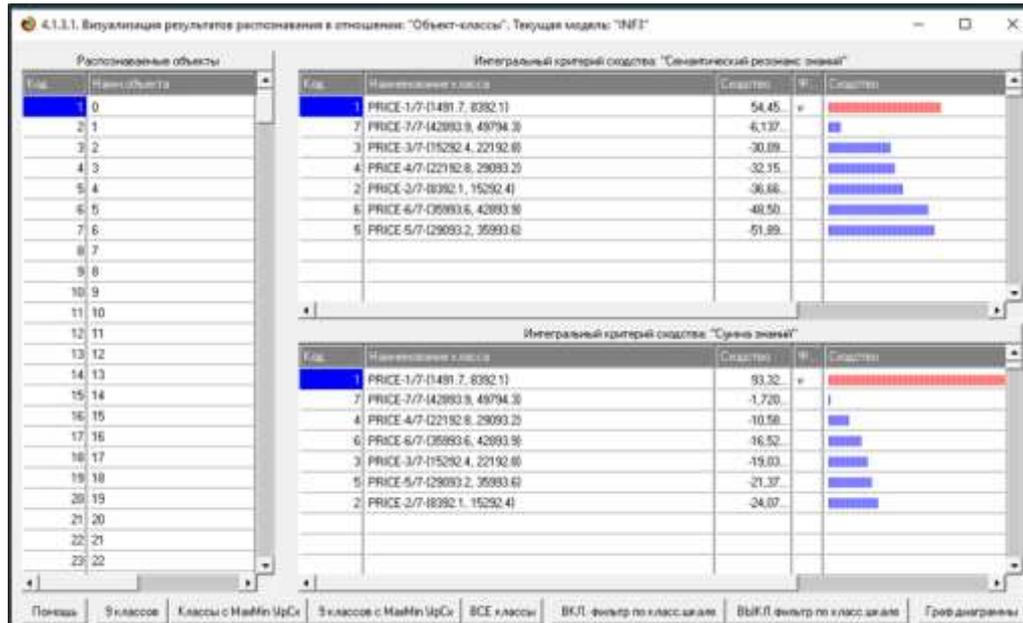


Рисунок 18 – Визуализация «Объект-классы»

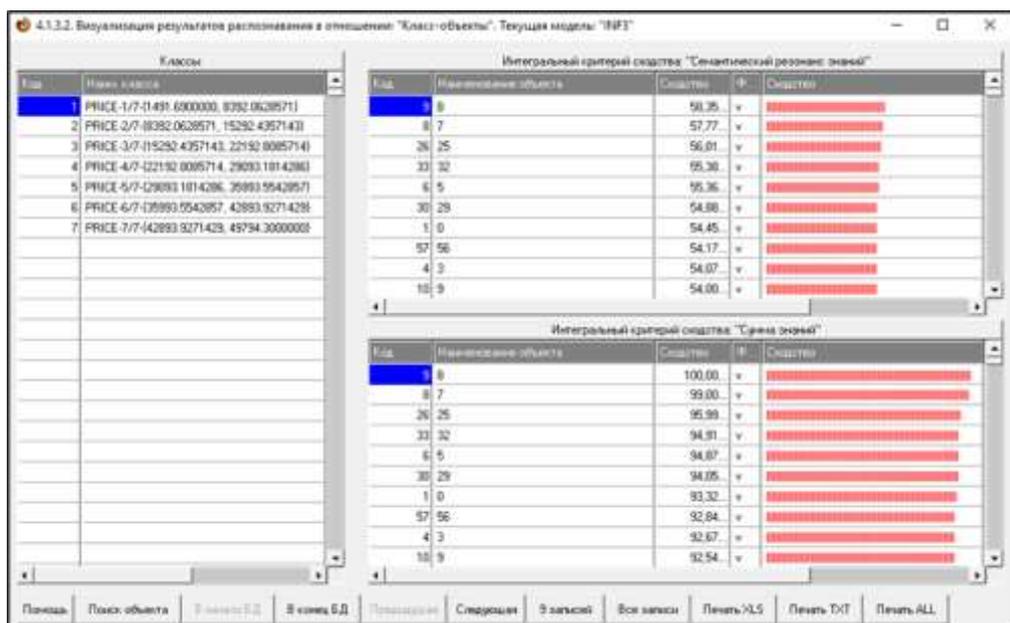


Рисунок 19 – Визуализация «Класс-объекты»

## 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 20).

**Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления**

| Код | Наименование класса                      | Редукция клас... | N объектов (абс.) | N объектов (%) |
|-----|--|------------------|-------------------|----------------|
| 1   | PRICE-1/7-{1491.6900000, 8392.0628571}   | 9,4746870        | 1739              | 60,8391608     |
| 2   | PRICE-2/7-{8392.0628571, 15292.4357143}  | 3,6305043        | 430               | 15,0349650     |
| 3   | PRICE-3/7-{15292.4357143, 22192.8085714} | 3,4979207        | 240               | 8,3916084      |
| 4   | PRICE-4/7-{22192.8085714, 29093.1814286} | 1,8198354        | 110               | 3,8461538      |
| 5   | PRICE-5/7-{29093.1814286, 35993.5542857} | 2,2766357        | 159               | 5,5944056      |
| 6   | PRICE-6/7-{35993.5542857, 42893.9271429} | 1,8841243        | 110               | 3,8461538      |

**SWOT-анализ класса:1 "PRICE-1/7-{1491.6900000, 8392.0628571}" в модели:6 "INF3"**

**Способствующие факторы и сила их влияния**

| Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния |
|-----|---|--------------|
| 57  | USD_COST-1/7-{23.1000000, 33.3146429}             | 38.872       |
| 1   | YEAR-1/7-{1999.0000000, 2002.2857143}             | 18.783       |
| 50  | OIL_COST-1/7-{10.8800000, 29.3014286}             | 18.740       |
| 68  | YIELD-5/7-{8.5428571, 9.3285714}                  | 15.392       |
| 2   | YEAR-2/7-{2002.2857143, 2005.5714286}             | 14.088       |
| 3   | YEAR-3/7-{2005.5714286, 2008.8571429}             | 14.088       |
| 67  | YIELD-4/7-{7.7571429, 8.5428571}                  | 14.088       |
| 64  | YIELD-1/7-{5.4000000, 6.1857143}                  | 10.088       |
| 53  | OIL_COST-4/7-{66.1442857, 84.5657143}             | 4.740        |
| 65  | YIELD-2/7-{6.1857143, 6.9714286}                  | 4.696        |
| 58  | USD_COST-2/7-{33.3146429, 43.5292857}             | 4.478        |
| 18  | MIN T-4/7-{6.0000000, 1.0000000}                  | 3.392        |
| 42  | HUMIDITY-7/7-{81.5714286, 88.0000000}             | 3.000        |
| 20  | MIN T-6/7-{8.0000000, 15.0000000}                 | 2.957        |

**Препятствующие факторы и сила их влияния**

| Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния |
|-----|---|--------------|
| 69  | YIELD-6/7-{9.3285714, 10.1142857}                 | -25.521      |
| 7   | YEAR-7/7-{2018.7142857, 2022.0000000}             | -24.999      |
| 70  | YIELD-7/7-{10.1142857, 10.9000000}                | -20.912      |
| 61  | USD_COST-5/7-{63.9585714, 74.1732143}             | -19.130      |
| 52  | OIL_COST-3/7-{47.7228571, 66.1442857}             | -16.216      |
| 60  | USD_COST-4/7-{53.7439286, 63.9585714}             | -11.521      |
| 6   | YEAR-6/7-{2015.4285714, 2018.7142857}             | -9.912       |
| 62  | USD_COST-6/7-{74.1732143, 84.3878571}             | -9.739       |
| 4   | YEAR-4/7-{2008.8571429, 2012.1428571}             | -9.217       |
| 55  | OIL_COST-6/7-{102.9871429, 121.4085714}           | -7.956       |
| 38  | HUMIDITY-3/7-{55.8571429, 62.2857143}             | -4.043       |
| 19  | MIN T-5/7-{1.0000000, 8.0000000}                  | -3.651       |
| 31  | SUM T-3/7-{303.8571429, 615.2857143}              | -3.434       |
| 45  | RAINFALL-3/7-{51.3285714, 76.9428571}             | -3.434       |

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    Inf4    Inf5    Inf6    Inf7    SWOT-диаграмма

Рисунок 20 – SWOT-матрица

На рисунке 21 приведен пример табличной выходной формы количественного автоматизированного SWOT-анализа и PEST-анализа средствами системы Aidos-X.

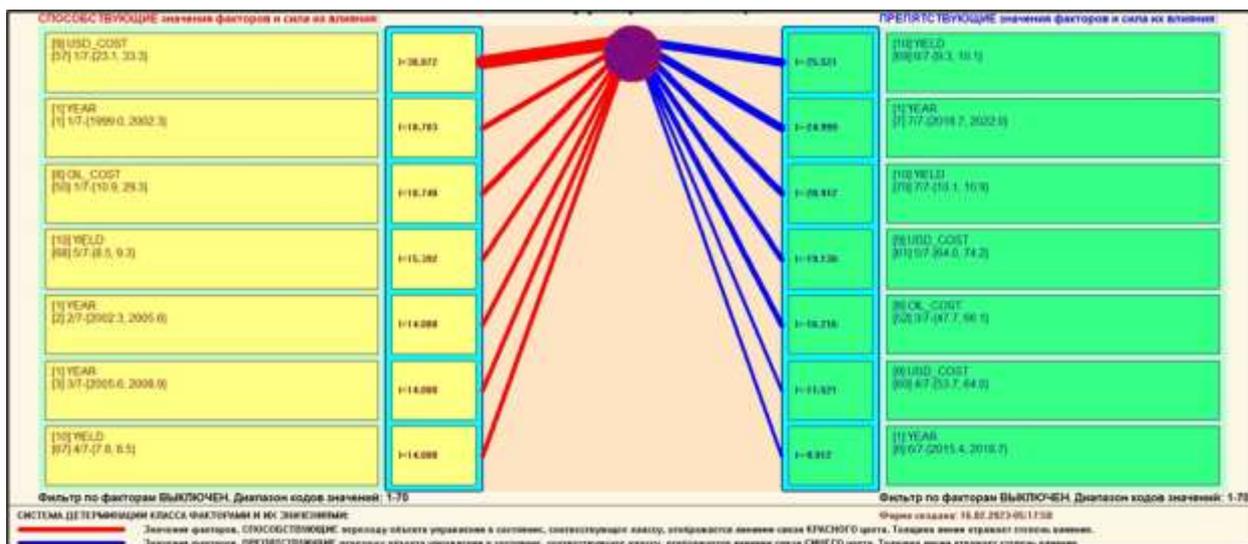


Рисунок 21 – SWOT-диаграмма

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 22, 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.

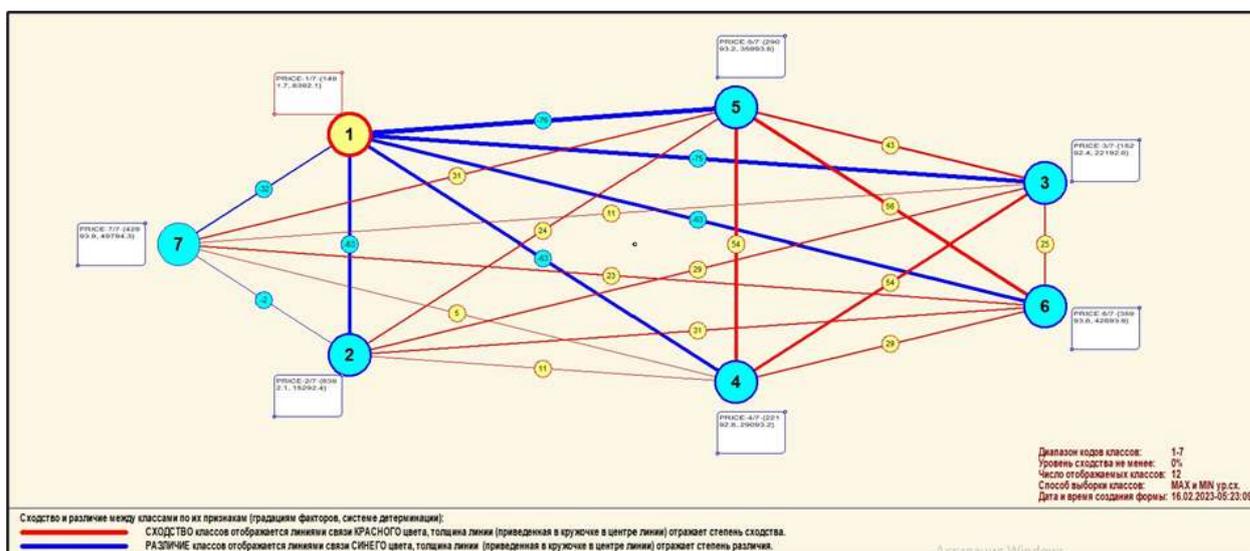


Рисунок 22 – Когнитивная диаграмма классов

### 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 23 и 24).

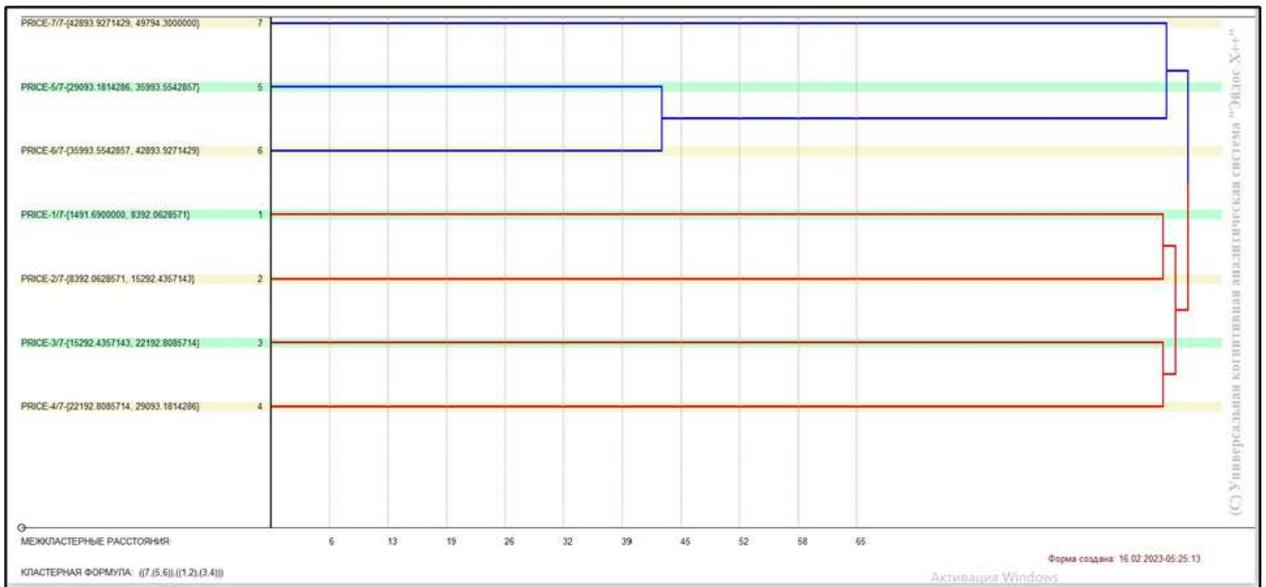


Рисунок 23 – Дендрограмма когнитивной кластеризации классов

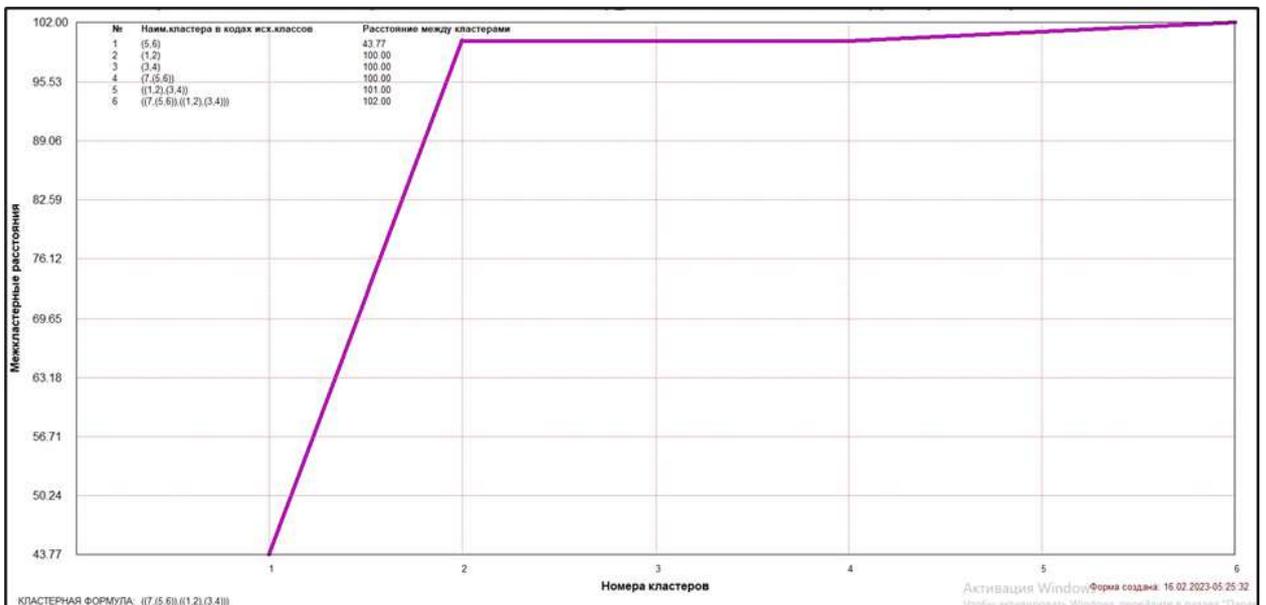


Рисунок 24 – График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации классов

Из рисунка 23 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 25).

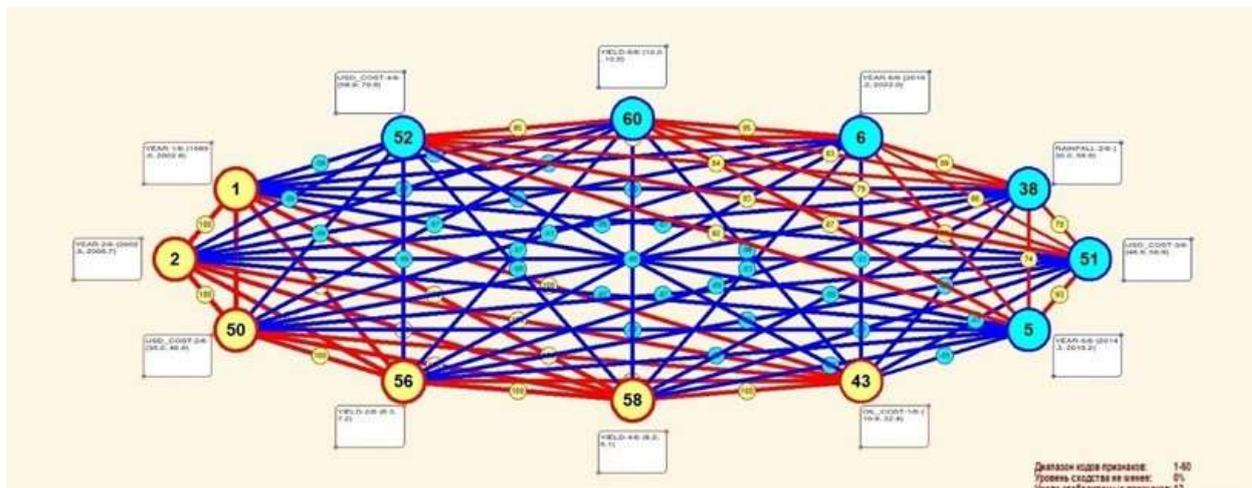


Рисунок 25 – График изменения межкластерных расстояний

### 2.3.4 Агломеративная когнитивная кластеризация значений факторов

На рисунках 26-27 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.

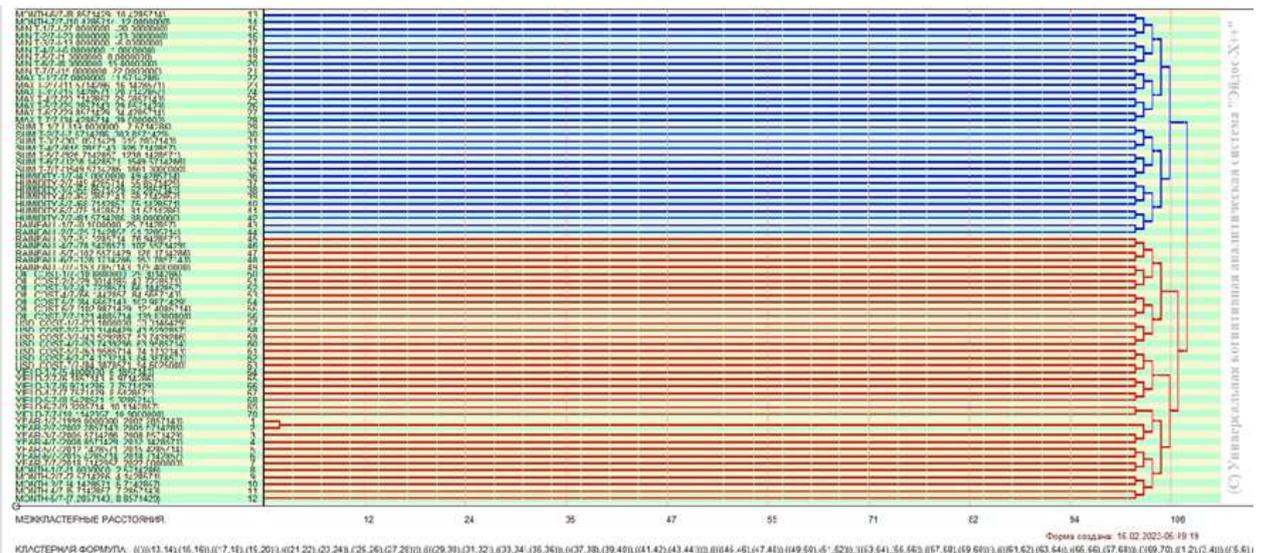


Рисунок 26 – Дендрограмма когнитивной кластеризации признаков

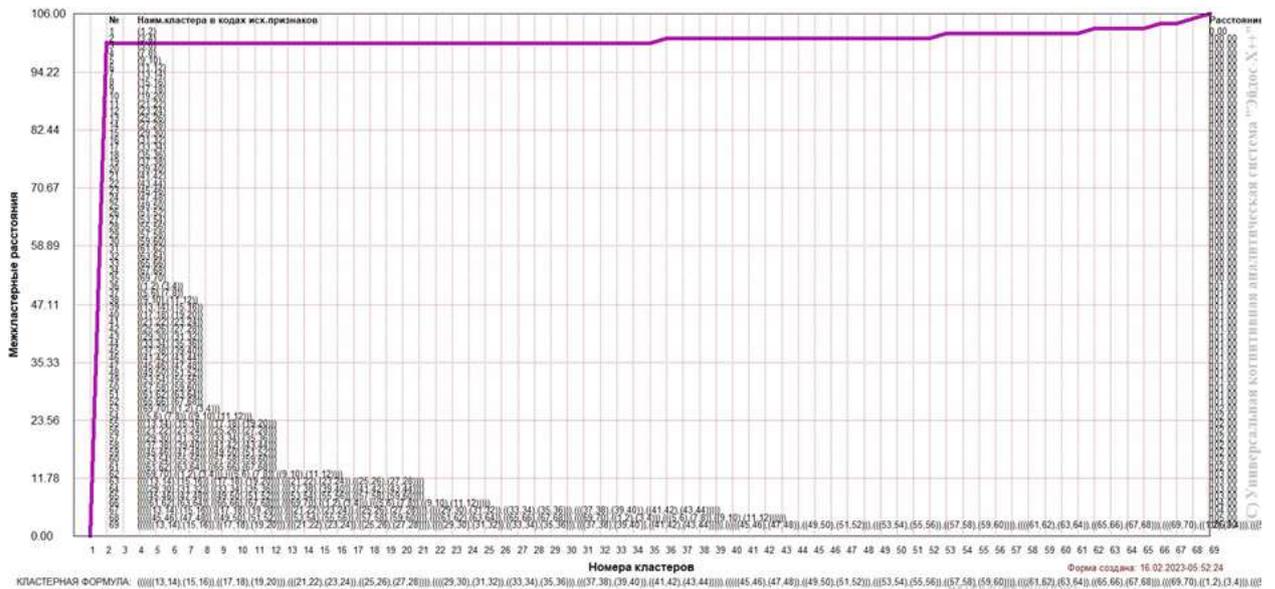


Рисунок 27 – График изменения межкластерных расстояний при когнитивной кластеризации признаков

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 28 приведён пример нелокального нейрона, а на рисунке 29 – 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.

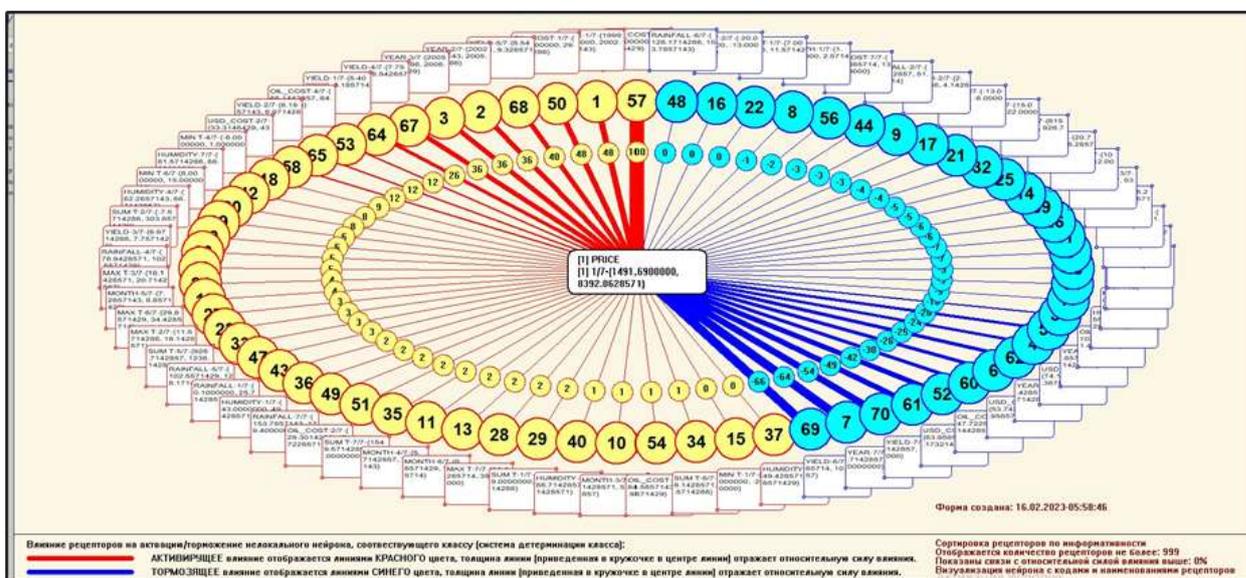


Рисунок 28 – Пример нелокального нейрона

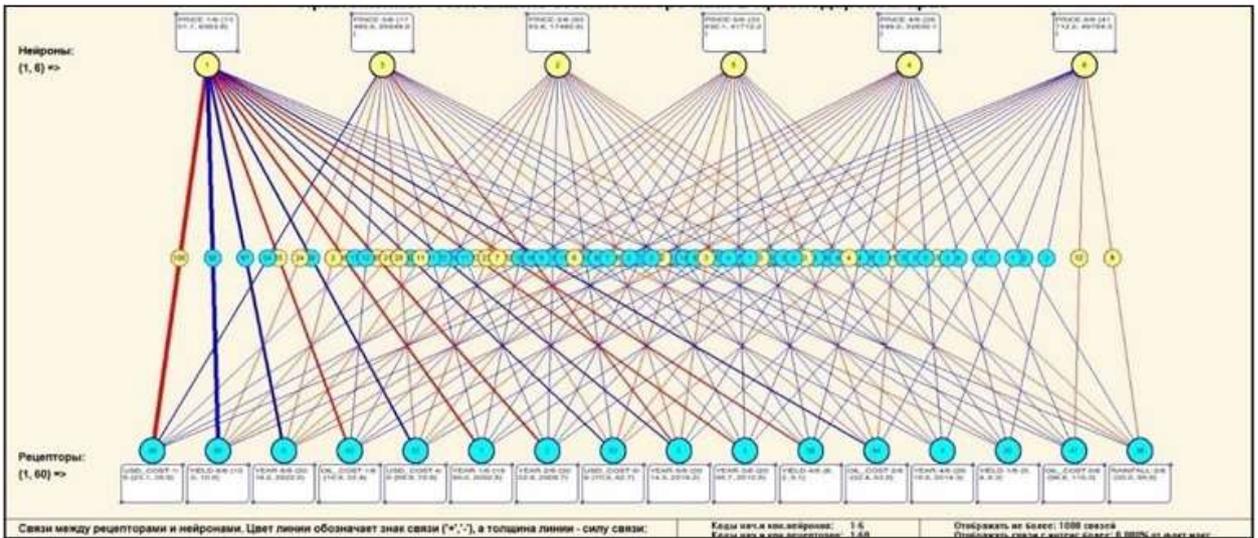


Рисунок 29 – Один слой нелокальной нейронной сети

### 2.3.6 3D-интегральные когнитивные карты

На рисунке 30 приведен фрагмент 3D-интегральной когнитивной карты, отражающий фрагмент СК-модели ABS.

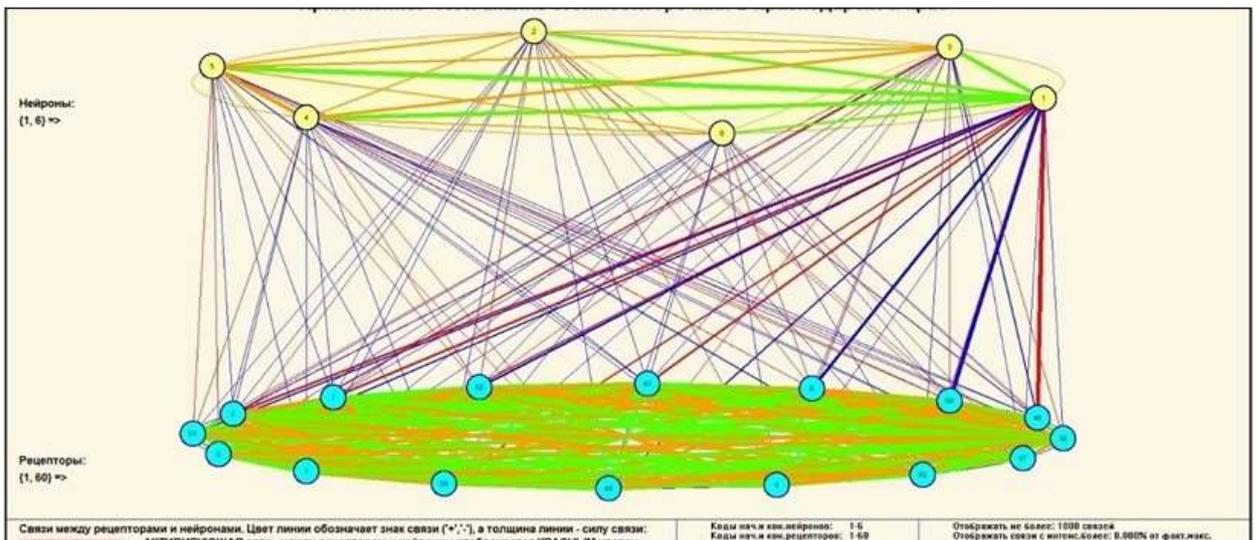


Рисунок 30 – 3D-интегральная когнитивная карта

### 2.3.7 Когнитивные функции

Такие диаграммы отражают то, как влияют градации различных факторов на прогноз. Эти диаграммы мы получаем в режиме 4.5 «Визуализация когнитивных функций» и некоторые из них представлены на рисунках 31, 32, 33, 34, 35.

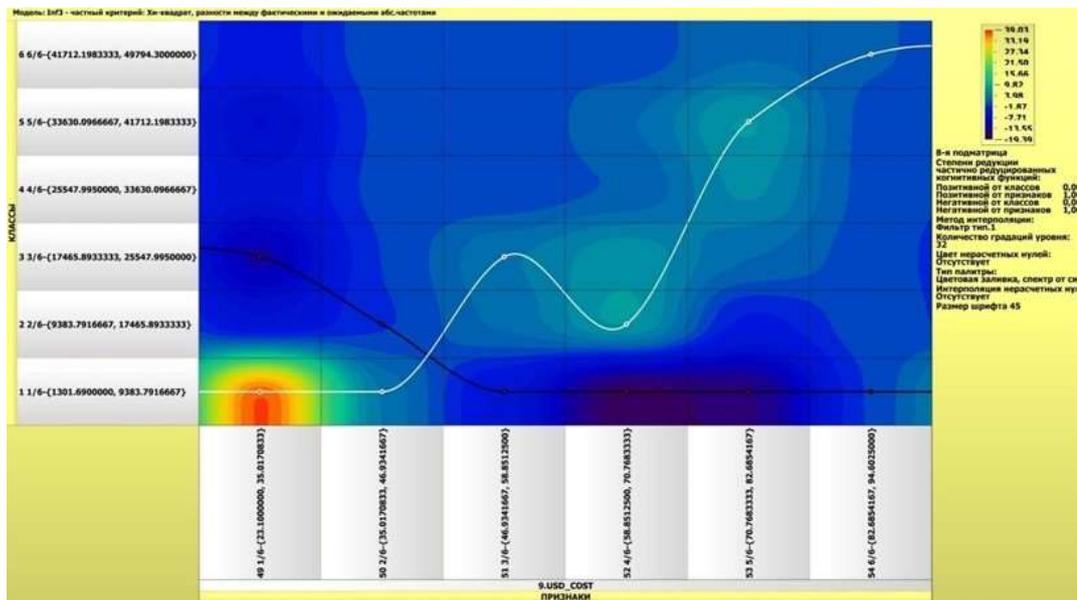


Рисунок 31 – Пример визуализации когнитивной функции по признаку 1

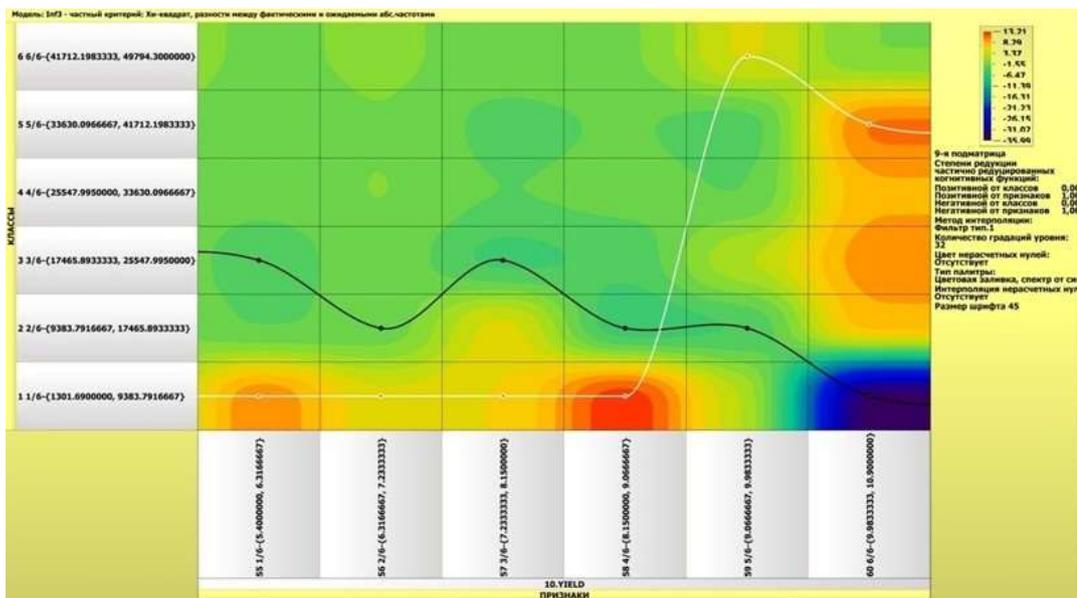


Рисунок 32 – Пример визуализации когнитивной функции по признаку 2

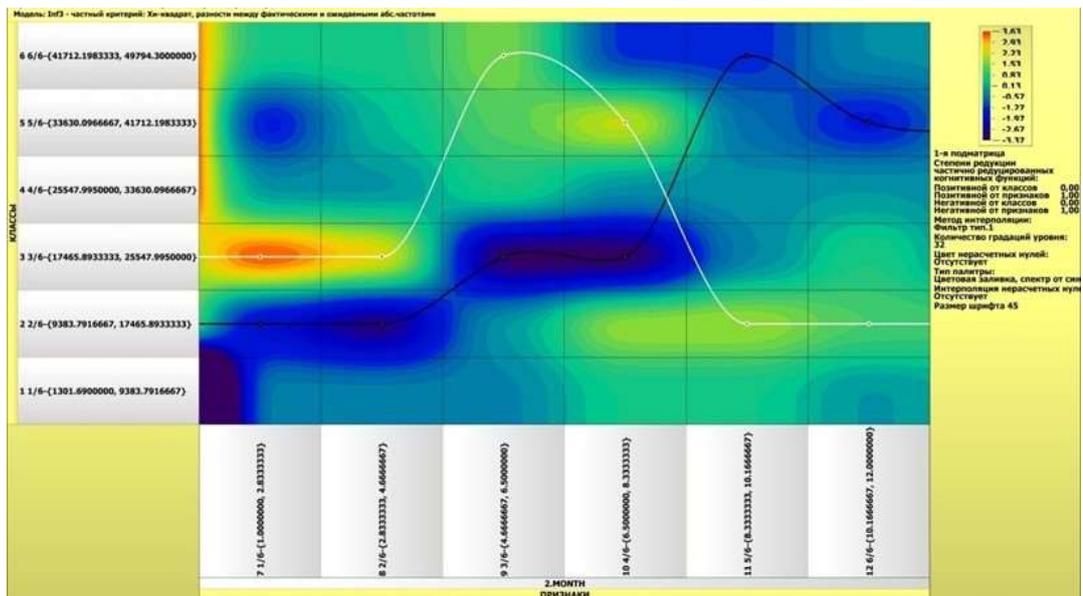


Рисунок 33 – Пример визуализации когнитивной функции по признаку 3

Зависимости между значениями параметров внешнего мира и показателями заработной платы в основном имеют довольно сложный характер, в чем можно наглядно убедиться из приведенных когнитивных функций.

## 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. Оpubл. 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.