

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени И.Т. ТРУБИЛИНА**

Кафедра компьютерных систем и технологий

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА**

по дисциплине: **Интеллектуальные информационные системы**

на тему: АСК-анализ использования свежей воды по РФ

выполнил студент группы:

ПИ1501 Чич Алина Альбертовна

Проверил: д.э.н, профессор ВАК

Луценко Евгений Вениаминович

Защищена \_\_\_\_\_

(дата)

Оценка \_\_\_\_\_

Краснодар, 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. СИНТАКСИС И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ.....                                  | 4  |
| 1.1 ОПИСАНИЕ РЕШЕНИЯ. ....                                               | 4  |
| 1.2 СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ<br>МОДЕЛЕЙ..... | 10 |
| 1.3 ВИДЫ МОДЕЛЕЙ СИСТЕМЫ “ЭЙДОС” .....                                   | 11 |
| 1.4 РЕЗУЛЬТАТЫ ВЕРИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ.....                                  | 13 |
| 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ .....                     | 17 |
| 2.1 РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИДЕНТИФИКАЦИИ.....                                    | 17 |
| 2.2. КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ .....                                           | 19 |
| 2.3. СХОДСТВА-РАЗЛИЧИЕ ОБОБЩЕННЫХ ОБРАЗОВ.....                           | 21 |
| 2.4. SWOT И PERS МАТРИЦЫ ДИАГРАММЫ.....                                  | 23 |
| 2.5. КЛАСТЕРНО-КОНСТРУКТИВНЫЙ АНАЛИЗ КЛАССОВ И ПРИЗНАКОВ .....           | 24 |
| 2.6 НЕЛОКАЛЬНЫЕ НЕЙРОНЫ И НЕЙРОННЫЕ СЕТИ .....                           | 28 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                         | 32 |
| ЛИТЕРАТУРА.....                                                          | 33 |

## **ВВЕДЕНИЕ**

Одним из важнейших и перспективных направлений в развитии современных информационных технологий, на сегодняшний день, является создание систем искусственного интеллекта. В результате развития технологий в данном направлении, возникла необходимость оценки качества математических моделей этих систем. В данной работе рассмотрено потребление свежей воды на территории РФ с 1993 по 2016 гг.

Для решения данной задачи необходимы исходные статистические данные. В качестве источника данных была взята федеральная служба государственной статистики, содержащая официальную статистическую информацию, формируемую субъектами официального статистического учета в рамках Федерального плана статистических работ. Для решения задачи будут использованы программы Microsoft Office Word и Excel, а также система искусственного интеллекта «Aidos-X++».

## **1. Синтаксис и Верификация моделей.**

### **1.1 Описание решения.**

В соответствии с методологией АСК-анализа решение поставленной задачи проведем в 3 этапа:

- 1) Преобразование исходных данных из промежуточных файлов MS Excel в базы данных системы “Эйдос”;
- 2) Синтез и верификация моделей предметной области;
- 3) Применение моделей для решения задач идентификации, прогнозирования и исследования предметной области.

Из электронного ресурса <http://www.gks.ru> возьмем статистику данных об индексе восприятия коррупции.

Исходные данные можно найти по ссылке:

[http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/environment/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/environment/#) (Водные ресурсы – Использование свежей воды)

Общие описания задачи:

- 1) порядковый номер
- 2) Год
- 3) Всего
- 4) на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение
- 5) на производственные нужды
- 6) на хозяйственно-питьевые нужды

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Inp\_data'. The data is organized in a table with the following columns: A (Year), B (Total), C (Irrigation), D (Production needs), E (Household needs), and F (Household needs). The data spans from 1993 to 2016. The 'Total' column (B) is highlighted in yellow.

|    | A    | B     | C                               | D                         | E                              | F |
|----|------|-------|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------|---|
| 1  | год  | всего | на орошение и с/х водоснабжение | на производственные нужды | на хозяйственно-питьевые нужды |   |
| 2  | 1993 | 85,10 | 17,00                           | 46,00                     | 14,60                          |   |
| 3  | 1994 | 77,10 | 15,30                           | 40,80                     | 14,30                          |   |
| 4  | 1995 | 75,80 | 14,60                           | 39,70                     | 14,20                          |   |
| 5  | 1996 | 73,20 | 13,60                           | 38,90                     | 14,00                          |   |
| 6  | 1997 | 70,20 | 12,00                           | 38,40                     | 13,60                          |   |
| 7  | 1998 | 66,20 | 11,10                           | 37,00                     | 13,70                          |   |
| 8  | 1999 | 67,70 | 11,30                           | 39,10                     | 13,30                          |   |
| 9  | 2000 | 66,90 | 10,60                           | 38,80                     | 13,60                          |   |
| 10 | 2001 | 66,80 | 10,10                           | 39,20                     | 13,60                          |   |
| 11 | 2002 | 64,90 | 9,40                            | 38,20                     | 13,60                          |   |
| 12 | 2003 | 64,10 | 9,40                            | 37,60                     | 13,20                          |   |
| 13 | 2004 | 61,50 | 8,50                            | 36,30                     | 12,80                          |   |
| 14 | 2005 | 61,30 | 8,50                            | 36,50                     | 12,30                          |   |
| 15 | 2006 | 62,20 | 8,80                            | 37,30                     | 12,00                          |   |
| 16 | 2007 | 62,50 | 9,00                            | 38,00                     | 11,60                          |   |
| 17 | 2008 | 62,90 | 8,50                            | 39,10                     | 11,30                          |   |
| 18 | 2009 | 57,70 | 8,40                            | 34,90                     | 10,60                          |   |
| 19 | 2010 | 59,50 | 8,20                            | 36,40                     | 9,60                           |   |
| 20 | 2011 | 59,50 | 8,10                            | 35,90                     | 9,40                           |   |
| 21 | 2012 | 56,90 | 7,70                            | 33,90                     | 9,00                           |   |
| 22 | 2013 | 53,60 | 7,00                            | 31,50                     | 8,70                           |   |
| 23 | 2014 | 56,00 | 7,50                            | 32,40                     | 8,50                           |   |
| 24 | 2015 | 54,60 | 7,10                            | 31,40                     | 8,20                           |   |
| 25 | 2016 | 54,70 | 7,00                            | 31,10                     | 7,90                           |   |

Рисунок 1 – Фрагмент таблицы исходных данных

Для загрузки базы исходных данных в систему “Эйдос” необходимо воспользоваться универсальным программным интерфейсом для ввода данных из внешних баз данных табличного вида, режима 2.3.2.2.

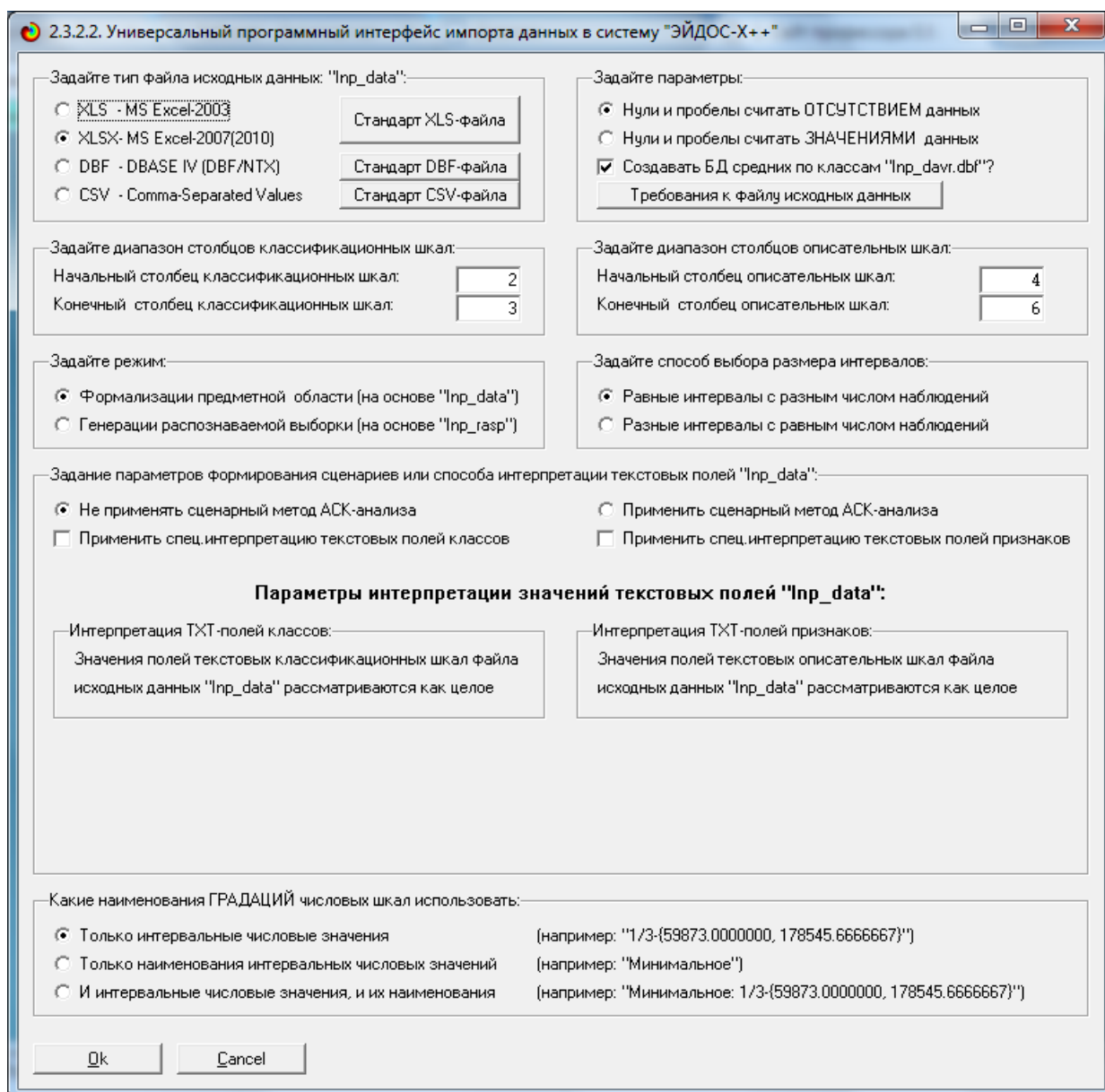


Рисунок 2. Экранная форма Универсального программного интерфейса импорта данных в систему “Эйдос” (режим 2.3.2.2)

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

- 1) Задайте тип исходных файлов Inp\_data: XLSX-MS Excel-2007;
- 2) Задайте диапазон шкал: Начальный столбец классифицированных шкал-2, конечный столбец классифицированных шкал-3(второй столбец в таблице);
- 3) Задайте диапазон столбцов описательных шкал: Начальных столбец описательных шкал- 4, конечный столбец описательных шкал- 6;

После нажать кнопку ОК. Далее откроется окно, где размещена информация размерности модели (Рисунок 3). В этом окне необходимо нажать кнопку “Выйти на создание модели”.

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

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [10 x 15]

| Тип шкалы | Количество классификационных шкал | Количество градаций классификационных | Среднее количество градаций на класс. шкалу | Количество описательных шкал | Количество градаций описательных шкал | Среднее количество градаций на опис. шкалу |
|-----------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|
| Числовые  | 2                                 | 10                                    | 5,00                                        | 3                            | 15                                    | 5,00                                       |
| Текстовые | 0                                 | 0                                     | 0,00                                        | 0                            | 0                                     | 0,00                                       |
| ВСЕГО:    | 2                                 | 10                                    | 5,00                                        | 3                            | 15                                    | 5,00                                       |

Задать число интервалов (градаций) в шкале:

В классификационных шкалах:  В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации

Выйти на создание модели

Рисунок 3. Задание размеров модели системы “Эйдос”

Далее открывается окно, отображающие стадию процесса импорта данных из внешней БД Inp\_data.xls в систему “Эйдос” (рисунок 4), а также прогноз времени завершения этого процесса. В том окне необходимо дождаться завершения формализации предметной области и нажать кнопку ОК.

2.3.2.2. Процесс импорта данных из внешней БД "Inp\_data" в систему "ЭЙДОС-X++"

Стадии исполнения процесса

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

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

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

**ПРОЦЕСС ФОРМАЛИЗАЦИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ЗАВЕРШЕН УСПЕШНО !!!**

Прогноз времени исполнения

Начало: 20:27:13 Окончание: 20:27:16

100%

Прошло: 0:00:02 Осталось: 0:00:00

Ok

Рисунок 4. Процесс импорта данных из внешней таблицы БД Inp\_data.xls

В результате формируются классификационные и описательные шкалы и градации, с применением которых исходные данные кодируются и представляются в форме эвентологических баз данных. Этим самым

2.1. Классификационные шкалы и градации. Текущая модель: "INF1"

| Код шкалы | Наименование классификационной шкалы |
|-----------|--------------------------------------|
| 1         | ГОД                                  |
| 2         | ВСЕГО                                |

| Код градации | Наименование градации классификационной шкалы | DEL |
|--------------|-----------------------------------------------|-----|
| 1            | 1/5-(1993.0000000, 1997.6000000)              |     |
| 2            | 2/5-(1997.6000000, 2002.2000000)              |     |
| 3            | 3/5-(2002.2000000, 2006.8000000)              |     |
| 4            | 4/5-(2006.8000000, 2011.4000000)              |     |
| 5            | 5/5-(2011.4000000, 2016.0000000)              |     |

Помощь | Доб. шкалу | Доб. град. шкалы | Копир. шкалу | Копир. град. шкалы | Копир. шкалу с град. | Удал. шкалу с град. | Удал. град. шкалы | Удаление и перекодирование

Для просмотра описательных шкал и градаций необходимо запустить режим 2.2(Рисунок 6).





## 1.2 Синтез и верификация статистических и информационных моделей.

Далее запускаем режим 3.5, в котором задаются модели для синтеза и верификации, а так же задается модель, которой по окончании режима присваивается статус текущей. Так, как значений 100, выбираем копировать все Обучающую выборку (Рисунок 8).

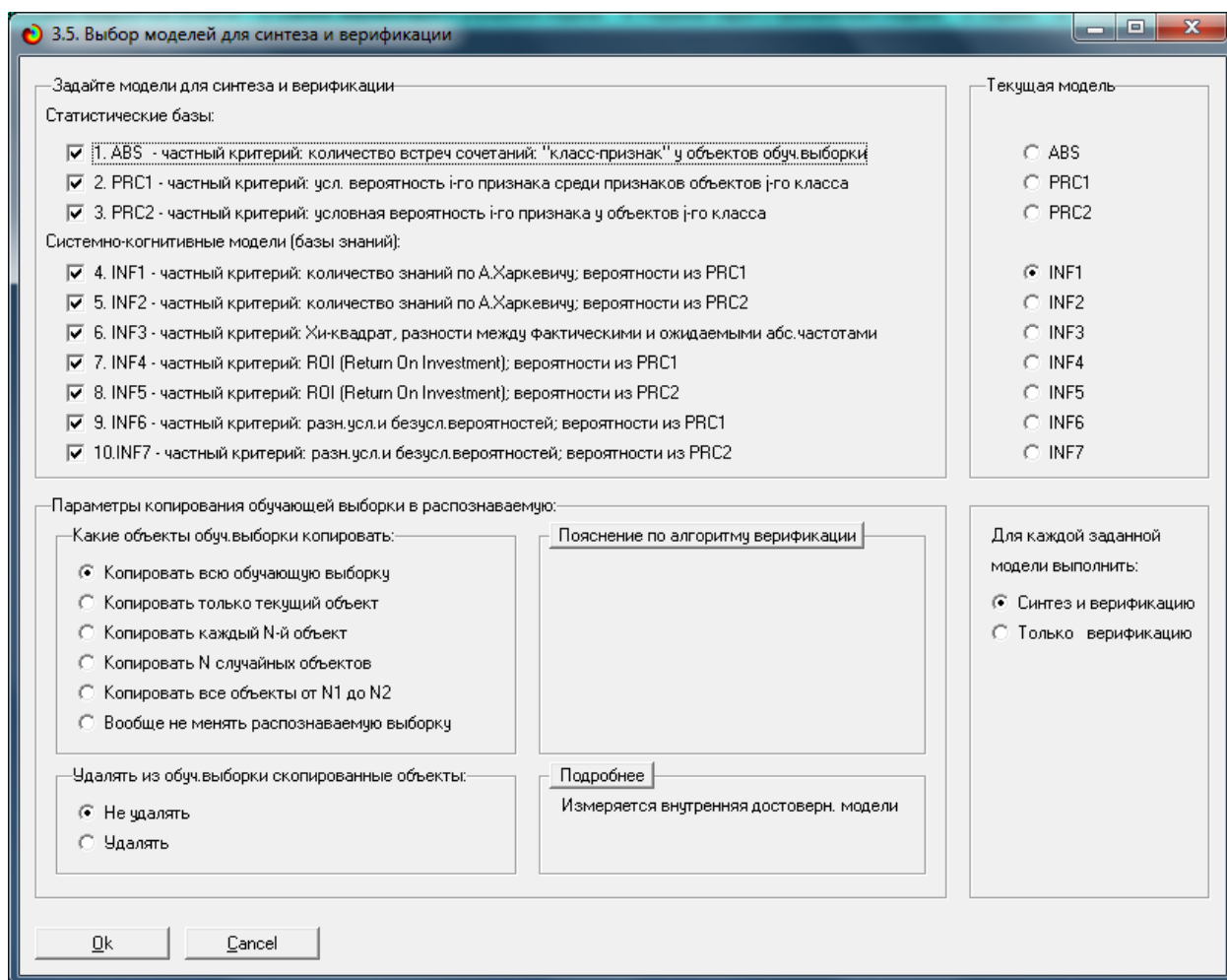


Рисунок 8. Синтез и верификация статистических моделей и моделей знаний.

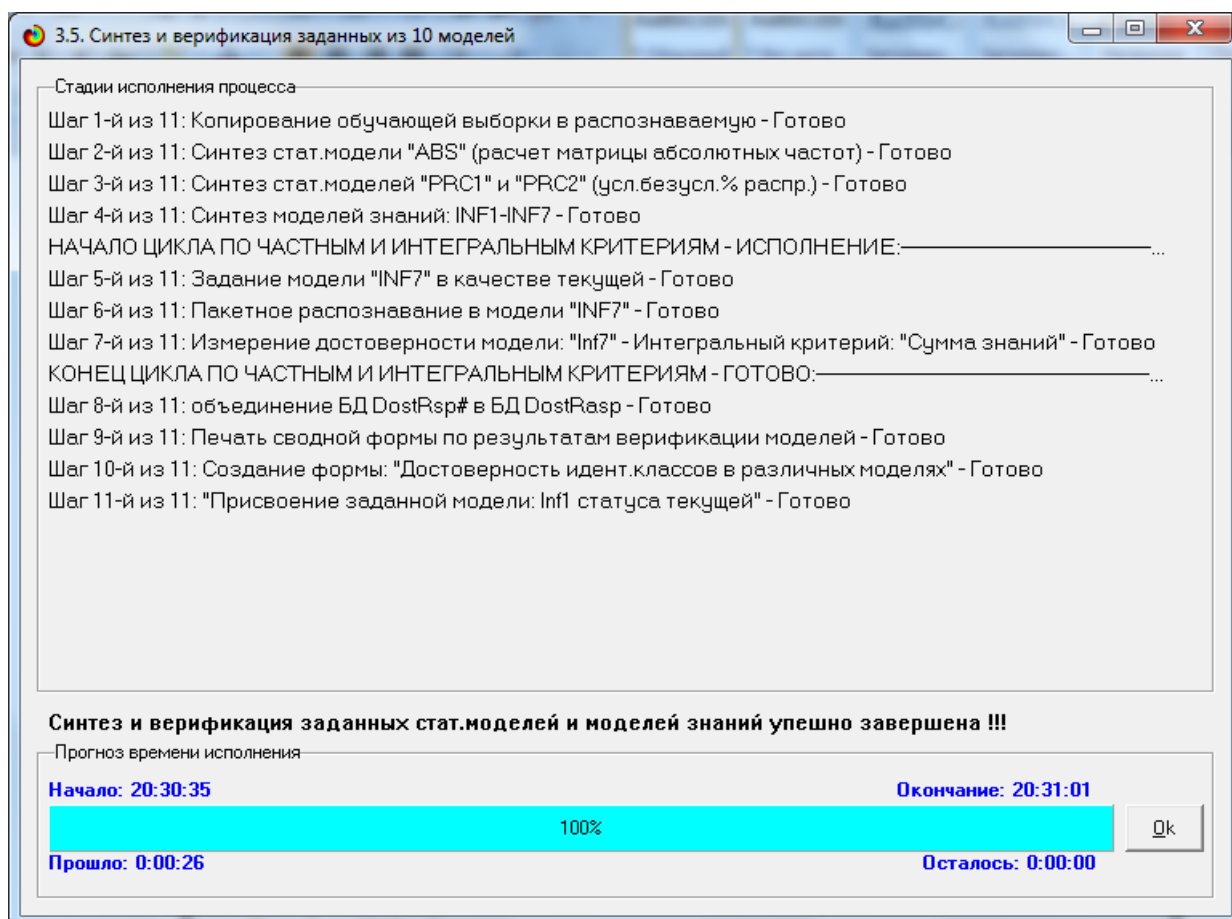


Рисунок 9. Выбор моделей для синтеза и верификации, а также текущей модели

### 1.3 Виды моделей системы “Эйдос”

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

Частичные критерии представляют собой просто формулы для преобразования матрицы абсолютных частот в матрицы условных и безусловных процентных распределений, а также матрицы знаний.

| 5.5. Модель: "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "Класс-признак" у объектов обуч.выборки" |                                            |                                      |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Код признака                                                                                                   | Наименование описательной шкалы и градации | 1. ГОД<br>1/5<br>(1993.0,<br>1997.6) | 2. ГОД<br>2/5<br>(1997.6,<br>2002.2) | 3. ГОД<br>3/5<br>(2002.2,<br>2006.8) | 4. ГОД<br>4/5<br>(2006.8,<br>2011.4) | 5. ГОД<br>5/5<br>(2011.4,<br>2016.0) | 6. ВСЕГО<br>1/5<br>(53.6,<br>59.9) | 7. ВСЕГО<br>2/5<br>(59.9,<br>66.2) | 8. ВСЕГО<br>3/5<br>(66.2,<br>72.5) | 9. ВСЕГО<br>4/5<br>(72.5,<br>78.8) | 10. ВСЕГО<br>5/5<br>(78.8,<br>85.1) | Сумма |
| 1                                                                                                              | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5(7.00... |                                      |                                      | 3                                    | 5                                    | 5                                    | 8                                  | 5                                  |                                    |                                    |                                     |       |
| 2                                                                                                              | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2/5(9.00... |                                      | 3                                    | 1                                    |                                      |                                      |                                    | 2                                  | 2                                  |                                    |                                     |       |
| 3                                                                                                              | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-3/5(11.0... | 1                                    | 2                                    |                                      |                                      |                                      |                                    | 1                                  | 2                                  |                                    |                                     |       |
| 4                                                                                                              | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-4/5(13.0... | 2                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 2                                  |                                     |       |
| 5                                                                                                              | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-5/5(15.0... | 2                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 1                                  | 1                                   |       |
| 6                                                                                                              | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-1/5(31.10000...  |                                      |                                      |                                      |                                      | 5                                    | 5                                  |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
| 7                                                                                                              | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-2/5(34.08000...  |                                      | 1                                    | 2                                    | 3                                    |                                      | 3                                  | 3                                  |                                    |                                    |                                     |       |
| 8                                                                                                              | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-3/5(37.06000...  | 3                                    | 4                                    | 2                                    | 2                                    |                                      |                                    | 5                                  | 4                                  | 2                                  |                                     |       |
| 9                                                                                                              | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-4/5(40.04000...  | 1                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 1                                  |                                     |       |
| 10                                                                                                             | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-5/5(43.02000...  | 1                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    | 1                                   |       |
| 11                                                                                                             | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-1/5(7.9...  |                                      |                                      |                                      |                                      | 5                                    | 5                                  |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
| 12                                                                                                             | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-2/5(9.2...  |                                      |                                      |                                      | 2                                    |                                      | 2                                  |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
| 13                                                                                                             | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-3/5(11.0... |                                      |                                      |                                      | 3                                    |                                      | 1                                  | 2                                  |                                    |                                    |                                     |       |
| 14                                                                                                             | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-4/5(11.0... |                                      |                                      | 4                                    |                                      |                                      |                                    | 4                                  |                                    |                                    |                                     |       |
| 15                                                                                                             | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-5/5(13.0... | 5                                    | 5                                    |                                      |                                      |                                      |                                    | 2                                  | 4                                  | 3                                  | 1                                   |       |
|                                                                                                                | Сумма числа признаков                      | 15                                   | 15                                   | 12                                   | 15                                   | 15                                   | 24                                 | 24                                 | 12                                 | 9                                  | 3                                   | 1     |
|                                                                                                                | Среднее                                    | 1                                    | 1                                    | 1                                    | 1                                    | 1                                    | 2                                  | 2                                  | 1                                  | 1                                  | 0                                   |       |
|                                                                                                                | Среднеквадратичное отклонение              | 2                                    | 2                                    | 1                                    | 2                                    | 2                                    | 3                                  | 2                                  | 2                                  | 1                                  | 0                                   |       |
|                                                                                                                | Сумма числа объектов обуч.выборки          | 5                                    | 5                                    | 4                                    | 5                                    | 5                                    | 8                                  | 8                                  | 4                                  | 3                                  | 1                                   |       |

Рисунок 10. Матрица абсолютных частот (ABS) и условных, безусловных процентных распределений. Фрагмент

| 5.5. Модель: "4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: вероятности из PRC1" |                                            |                                      |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-------|
| Код признака                                                                                     | Наименование описательной шкалы и градации | 1. ГОД<br>1/5<br>(1993.0,<br>1997.6) | 2. ГОД<br>2/5<br>(1997.6,<br>2002.2) | 3. ГОД<br>3/5<br>(2002.2,<br>2006.8) | 4. ГОД<br>4/5<br>(2006.8,<br>2011.4) | 5. ГОД<br>5/5<br>(2011.4,<br>2016.0) | 6. ВСЕГО<br>1/5<br>(53.6,<br>59.9) | 7. ВСЕГО<br>2/5<br>(59.9,<br>66.2) | 8. ВСЕГО<br>3/5<br>(66.2,<br>72.5) | 9. ВСЕГО<br>4/5<br>(72.5,<br>78.8) | 10. ВСЕГО<br>5/5<br>(78.8,<br>85.1) | Сумма |
| 1                                                                                                | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5(7.00... |                                      |                                      | 0.218                                | 0.410                                | 0.410                                | 0.410                              | 0.096                              |                                    |                                    |                                     |       |
| 2                                                                                                | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2/5(9.00... |                                      | 0.856                                | 0.271                                |                                      |                                      |                                    | 0.271                              | 0.734                              |                                    |                                     |       |
| 3                                                                                                | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-3/5(11.0... | 0.314                                | 0.777                                |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    | 0.927                              |                                    |                                     |       |
| 4                                                                                                | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-4/5(13.0... | 1.048                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 1.390                              |                                     |       |
| 5                                                                                                | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-5/5(15.0... | 1.048                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 0.927                              | 1.660                               |       |
| 6                                                                                                | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-1/5(31.10000...  |                                      |                                      |                                      |                                      | 1.048                                | 0.734                              |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
| 7                                                                                                | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-2/5(34.08000...  |                                      | -0.149                               | 0.463                                | 0.585                                |                                      | 0.271                              | 0.271                              |                                    |                                    |                                     |       |
| 8                                                                                                | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-3/5(37.06000...  | 0.180                                | 0.372                                | 0.058                                | -0.091                               |                                      |                                    | 0.207                              | 0.521                              | 0.250                              |                                     |       |
| 9                                                                                                | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-4/5(40.04000...  | 1.048                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 1.390                              |                                     |       |
| 10                                                                                               | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-5/5(43.02000...  | 1.048                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    | 2.120                               |       |
| 11                                                                                               | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-1/5(7.9...  |                                      |                                      |                                      |                                      | 1.048                                | 0.734                              |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
| 12                                                                                               | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-2/5(9.2...  |                                      |                                      |                                      | 1.048                                | 0.734                                | 0.734                              |                                    |                                    |                                    |                                     |       |
| 13                                                                                               | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-3/5(11.0... |                                      |                                      |                                      | 1.048                                |                                      |                                    | 0.463                              |                                    |                                    |                                     |       |
| 14                                                                                               | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-4/5(11.0... |                                      |                                      | 1.198                                |                                      |                                      |                                    | 0.734                              |                                    |                                    |                                     |       |
| 15                                                                                               | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-5/5(13.0... | 0.585                                | 0.585                                |                                      |                                      |                                      |                                    | -0.341                             | 0.585                              | 0.585                              | 0.585                               |       |
|                                                                                                  | Сумма                                      | 5.273                                | 2.442                                | 2.208                                | 3.001                                | 2.507                                | 2.884                              | 1.701                              | 2.768                              | 4.542                              | 4.370                               |       |
|                                                                                                  | Среднее                                    | 0.352                                | 0.163                                | 0.147                                | 0.200                                | 0.167                                | 0.192                              | 0.113                              | 0.185                              | 0.303                              | 0.290                               |       |
|                                                                                                  | Среднеквадратичное отклонение              | 0.464                                | 0.321                                | 0.322                                | 0.389                                | 0.373                                | 0.305                              | 0.250                              | 0.328                              | 0.518                              | 0.670                               |       |

Рисунок 11. Матрица информационностей (модель INF1) в битах. Фрагмент

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

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | 1. ГОД<br>1/5<br>(1993.0,<br>1997.6) | 2. ГОД<br>2/5<br>(1997.6,<br>2002.2) | 3. ГОД<br>3/5<br>(2002.2,<br>2006.8) | 4. ГОД<br>4/5<br>(2006.8,<br>2011.4) | 5. ГОД<br>5/5<br>(2011.4,<br>2016.0) | 6. ВСЕГО<br>1/5<br>(53.6,<br>59.9) | 7. ВСЕГО<br>2/5<br>(59.9,<br>66.2) | 8. ВСЕГО<br>3/5<br>(66.2,<br>72.5) | 9. ВСЕГО<br>4/5<br>(72.5,<br>78.8) | 10. ВСЕГО<br>5/5<br>(78.8,<br>85.1) |
|--------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5-1...    | -2.708                               | -2.708                               | 0.833                                | 2.292                                | 2.292                                | 3.667                              | 0.667                              | -2.167                             | -1.625                             | -0.542                              |
| 2            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2/5-1...    | -0.833                               | 2.167                                | 0.333                                | -0.833                               | -0.833                               | -1.333                             | 0.667                              | 1.333                              | -0.500                             | -0.167                              |
| 3            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-3/5-1...    | 0.375                                | 1.375                                | -0.500                               | -0.625                               | -0.625                               | -1.000                             |                                    | 1.500                              | -0.375                             | -0.125                              |
| 4            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-4/5-1...    | 1.583                                | -0.417                               | -0.333                               | -0.417                               | -0.417                               | -0.667                             | -0.667                             | -0.333                             | 1.750                              | -0.083                              |
| 5            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-5/5-1...    | 1.583                                | -0.417                               | -0.333                               | -0.417                               | -0.417                               | -0.667                             | -0.667                             | -0.333                             | 0.750                              | 0.917                               |
| 6            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-1/5(31.10...     | -1.042                               | -1.042                               | -0.833                               | -1.042                               | 3.958                                | 3.333                              | -1.667                             | -0.833                             | -0.625                             | -0.208                              |
| 7            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-2/5(34.08...     | -1.250                               | -0.250                               | 1.000                                | 1.750                                | -1.250                               | 1.000                              | 1.000                              | -1.000                             | -0.750                             | -0.250                              |
| 8            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-3/5(37.06...     | 0.708                                | 1.708                                | 0.167                                | -0.292                               | -2.292                               | -3.667                             | 1.333                              | 2.167                              | 0.625                              | -0.458                              |
| 9            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-4/5(40.04...     | 0.792                                | -0.208                               | -0.167                               | -0.208                               | -0.208                               | -0.333                             | -0.333                             | -0.167                             | 0.875                              | -0.042                              |
| 10           | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-5/5(43.02...     | 0.792                                | -0.208                               | -0.167                               | -0.208                               | -0.208                               | -0.333                             | -0.333                             | -0.167                             | -0.125                             | 0.958                               |
| 11           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-1/5...      | -1.042                               | -1.042                               | -0.833                               | -1.042                               | 3.958                                | 3.333                              | -1.667                             | -0.833                             | -0.625                             | -0.208                              |
| 12           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-2/5...      | -0.417                               | -0.417                               | -0.333                               | 1.583                                | -0.417                               | 1.333                              | -0.667                             | -0.333                             | -0.250                             | -0.083                              |
| 13           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-3/5...      | -0.625                               | -0.625                               | -0.500                               | 2.375                                | -0.625                               |                                    | 1.000                              | -0.500                             | -0.375                             | -0.125                              |
| 14           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-4/5...      | -0.833                               | -0.833                               | 3.333                                | -0.833                               | -0.833                               | -1.333                             | 2.667                              | -0.667                             | -0.500                             | -0.167                              |
| 15           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-5/5...      | 2.917                                | 2.917                                | -1.667                               | -2.083                               | -2.083                               | -3.333                             | -1.333                             | 2.333                              | 1.750                              | 0.583                               |
|              | Сумма                                      |                                      |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    |                                     |
|              | Среднее                                    |                                      |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    |                                     |
|              | Среднеквадратичное отклонение              | 1.425                                | 1.446                                | 1.134                                | 1.344                                | 1.900                                | 2.215                              | 1.215                              | 1.263                              | 0.952                              | 0.452                               |

Рисунок 12. Матрица знаний (INF1). Фрагмент

5.5. Модель: "7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1"

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | 1. ГОД<br>1/5<br>(1993.0,<br>1997.6) | 2. ГОД<br>2/5<br>(1997.6,<br>2002.2) | 3. ГОД<br>3/5<br>(2002.2,<br>2006.8) | 4. ГОД<br>4/5<br>(2006.8,<br>2011.4) | 5. ГОД<br>5/5<br>(2011.4,<br>2016.0) | 6. ВСЕГО<br>1/5<br>(53.6,<br>59.9) | 7. ВСЕГО<br>2/5<br>(59.9,<br>66.2) | 8. ВСЕГО<br>3/5<br>(66.2,<br>72.5) | 9. ВСЕГО<br>4/5<br>(72.5,<br>78.8) | 10. ВСЕГО<br>5/5<br>(78.8,<br>85.1) |
|--------------|--------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5-1...    |                                      |                                      | 0.385                                | 0.846                                | 0.846                                | 0.846                              | 0.154                              |                                    |                                    |                                     |
| 2            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2/5-1...    |                                      | 2.600                                | 0.500                                |                                      |                                      |                                    | 0.500                              | 2.000                              |                                    |                                     |
| 3            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-3/5-1...    | 0.600                                | 2.200                                |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    | 3.000                              |                                    |                                     |
| 4            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-4/5-1...    | 3.800                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 7.000                              |                                     |
| 5            | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-5/5-1...    | 3.800                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 3.000                              | 11.000                              |
| 6            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-1/5(31.10...     |                                      |                                      |                                      |                                      | 3.800                                | 2.000                              |                                    |                                    |                                    |                                     |
| 7            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-2/5(34.08...     |                                      | -0.200                               | 1.000                                | 1.400                                |                                      | 0.500                              | 0.500                              |                                    |                                    |                                     |
| 8            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-3/5(37.06...     | 0.309                                | 0.745                                | 0.091                                | -0.127                               |                                      |                                    | 0.364                              | 1.182                              | 0.455                              |                                     |
| 9            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-4/5(40.04...     | 3.800                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    | 7.000                              |                                     |
| 10           | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-5/5(43.02...     | 3.800                                |                                      |                                      |                                      |                                      |                                    |                                    |                                    |                                    | 23.000                              |
| 11           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-1/5...      |                                      |                                      |                                      |                                      | 3.800                                | 2.000                              |                                    |                                    |                                    |                                     |
| 12           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-2/5...      |                                      |                                      |                                      | 3.800                                |                                      | 2.000                              |                                    |                                    |                                    |                                     |
| 13           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-3/5...      |                                      |                                      |                                      | 3.800                                |                                      |                                    | 1.000                              |                                    |                                    |                                     |
| 14           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-4/5...      |                                      |                                      | 5.000                                |                                      |                                      |                                    | 2.000                              |                                    |                                    |                                     |
| 15           | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-5/5...      | 1.400                                | 1.400                                |                                      |                                      |                                      |                                    | -0.400                             | 1.400                              | 1.400                              | 1.400                               |
|              | Сумма                                      | 17.509                               | 6.745                                | 6.976                                | 9.719                                | 8.446                                | 7.346                              | 4.117                              | 7.582                              | 18.855                             | 35.400                              |
|              | Среднее                                    | 1.167                                | 0.450                                | 0.465                                | 0.648                                | 0.563                                | 0.490                              | 0.274                              | 0.505                              | 1.257                              | 2.360                               |
|              | Среднеквадратичное отклонение              | 1.685                                | 0.891                                | 1.286                                | 1.344                                | 1.332                                | 0.818                              | 0.579                              | 0.946                              | 2.471                              | 6.372                               |

Рисунок 13. Матрица знаний (INF3). Фрагмент

## 1.4 Результаты верификации моделей.

Результаты верификации (оценки достоверности) моделей, отличающихся частными критериями с одним приведенным выше интегральным критерием (Рисунок 14).

| 4.13.6. 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 (TP) | Число истинно-отрицательных решений (TN) | Число ложно-положительных решений (FP) | Число ложно-отрицательных решений (FN) | Точность модели | Полнота модели | F-мера Ван Ризбергена | Сумма модулей уровней истинно-полож. решений (STP) | Сумма уровней истинно-полож. решений |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."                  | Корреляция абс. частот с обр...       | 48                                | 48                                       | 100                                      | 92                                     |                                        | 0.343           | 1.000          | 0.511                 | 37.275                                             |                                      |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."                  | Сумма абс. частот по признакам...     | 48                                | 48                                       | 74                                       | 118                                    |                                        | 0.289           | 1.000          | 0.449                 | 29.889                                             |                                      |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...                 | Корреляция усл.отн. частот с о...     | 48                                | 48                                       | 100                                      | 92                                     |                                        | 0.343           | 1.000          | 0.511                 | 37.275                                             |                                      |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...                 | Сумма усл.отн. частот по признакам... | 48                                | 48                                       | 74                                       | 118                                    |                                        | 0.289           | 1.000          | 0.449                 | 33.344                                             |                                      |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...                  | Корреляция усл.отн. частот с о...     | 48                                | 48                                       | 100                                      | 92                                     |                                        | 0.343           | 1.000          | 0.511                 | 37.272                                             |                                      |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...                  | Сумма усл.отн. частот по признакам... | 48                                | 48                                       | 74                                       | 118                                    |                                        | 0.289           | 1.000          | 0.449                 | 33.344                                             |                                      |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 46                                       | 165                                      | 27                                     | 2                                      | 0.630           | 0.958          | 0.760                 | 29.811                                             |                                      |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Сумма знаний                          | 48                                | 47                                       | 93                                       | 99                                     | 1                                      | 0.322           | 0.979          | 0.485                 | 19.475                                             |                                      |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 46                                       | 165                                      | 27                                     | 2                                      | 0.630           | 0.958          | 0.760                 | 29.811                                             |                                      |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Сумма знаний                          | 48                                | 47                                       | 93                                       | 99                                     | 1                                      | 0.322           | 0.979          | 0.485                 | 19.475                                             |                                      |
| 6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между факти...                     | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 47                                       | 138                                      | 54                                     | 1                                      | 0.465           | 0.979          | 0.631                 | 34.709                                             |                                      |
| 6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между факти...                     | Сумма знаний                          | 48                                | 47                                       | 138                                      | 54                                     | 1                                      | 0.465           | 0.979          | 0.631                 | 27.302                                             |                                      |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 44                                       | 176                                      | 16                                     | 4                                      | 0.733           | 0.917          | 0.815                 | 28.720                                             |                                      |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Сумма знаний                          | 48                                | 48                                       | 93                                       | 99                                     | 0                                      | 0.327           | 1.000          | 0.492                 | 7.852                                              |                                      |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 44                                       | 176                                      | 16                                     | 4                                      | 0.733           | 0.917          | 0.815                 | 28.720                                             |                                      |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Сумма знаний                          | 48                                | 48                                       | 93                                       | 99                                     | 0                                      | 0.327           | 1.000          | 0.492                 | 7.852                                              |                                      |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...            | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 46                                       | 124                                      | 68                                     | 2                                      | 0.404           | 0.958          | 0.568                 | 34.897                                             |                                      |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...            | Сумма знаний                          | 48                                | 47                                       | 93                                       | 99                                     | 1                                      | 0.322           | 0.979          | 0.485                 | 22.403                                             |                                      |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...            | Семантический резонанс зна...         | 48                                | 46                                       | 124                                      | 68                                     | 2                                      | 0.404           | 0.958          | 0.568                 | 34.897                                             |                                      |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...            | Сумма знаний                          | 48                                | 47                                       | 93                                       | 99                                     | 1                                      | 0.322           | 0.979          | 0.485                 | 22.403                                             |                                      |

А)

| 4.13.6. Обобщенная форма по достов.моделям при разн.крит. Текущая модель: "INF1" |                                       |                                                          |                                                        |                                                        |                   |                  |                            |                                                     |                                                     |                                                     |                         |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------|
| Наименование модели и частного критерия                                          | Интегральный критерий                 | Сумма модулей уровней сход. истинно-отриц. решений (STN) | Сумма модулей уровней сход. ложно-полож. решений (SFP) | Сумма модулей уровней сход. ложно-отриц. решений (SFN) | S-Точность модели | S-Полнота модели | L1-мера проф. Е.В. Пущенко | Средний модуль уровней сход. истинно-полож. решений | Средний модуль уровней сход. истинно-отриц. решений | Средний модуль уровней сход. ложно-положит. решений | Сред. уровень лож. реш. |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."                | Корреляция абс. частот с обр...       | 24.602                                                   | 26.218                                                 |                                                        | 0.587             | 1.000            | 0.740                      | 0.777                                               |                                                     | 0.285                                               |                         |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."                | Сумма абс. частот по признакам...     |                                                          | 30.111                                                 |                                                        | 0.498             | 1.000            | 0.665                      | 0.623                                               |                                                     | 0.255                                               |                         |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...               | Корреляция усл.отн. частот с о...     | 24.602                                                   | 26.218                                                 |                                                        | 0.587             | 1.000            | 0.740                      | 0.777                                               |                                                     | 0.285                                               |                         |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...               | Сумма усл.отн. частот по признакам... |                                                          | 38.678                                                 |                                                        | 0.463             | 1.000            | 0.633                      | 0.695                                               |                                                     | 0.328                                               |                         |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...                | Корреляция усл.отн. частот с о...     | 24.600                                                   | 26.216                                                 |                                                        | 0.587             | 1.000            | 0.740                      | 0.777                                               |                                                     | 0.285                                               |                         |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...                | Сумма усл.отн. частот по признакам... |                                                          | 38.678                                                 |                                                        | 0.463             | 1.000            | 0.633                      | 0.695                                               |                                                     | 0.328                                               |                         |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                | Семантический резонанс зна...         | 38.178                                                   | 6.086                                                  | 0.456                                                  | 0.830             | 0.985            | 0.901                      | 0.648                                               | 0.228                                               | 0.225                                               |                         |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                | Сумма знаний                          | 0.616                                                    | 12.513                                                 | 0.016                                                  | 0.609             | 0.999            | 0.757                      | 0.414                                               | 0.016                                               | 0.126                                               |                         |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                | Семантический резонанс зна...         | 38.178                                                   | 6.086                                                  | 0.456                                                  | 0.830             | 0.985            | 0.901                      | 0.648                                               | 0.228                                               | 0.225                                               |                         |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                | Сумма знаний                          | 0.616                                                    | 12.513                                                 | 0.016                                                  | 0.609             | 0.999            | 0.757                      | 0.414                                               | 0.016                                               | 0.126                                               |                         |
| 6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между факти...                   | Семантический резонанс зна...         | 52.295                                                   | 14.927                                                 | 0.050                                                  | 0.699             | 0.999            | 0.823                      | 0.738                                               | 0.050                                               | 0.276                                               |                         |
| 6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между факти...                   | Сумма знаний                          | 37.242                                                   | 9.972                                                  | 0.032                                                  | 0.732             | 0.999            | 0.845                      | 0.581                                               | 0.032                                               | 0.185                                               |                         |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...               | Семантический резонанс зна...         | 41.378                                                   | 4.097                                                  | 0.538                                                  | 0.875             | 0.982            | 0.925                      | 0.653                                               | 0.135                                               | 0.256                                               |                         |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...               | Сумма знаний                          | 0.084                                                    | 3.673                                                  |                                                        | 0.681             | 1.000            | 0.810                      | 0.164                                               |                                                     | 0.037                                               |                         |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...               | Семантический резонанс зна...         | 41.378                                                   | 4.097                                                  | 0.538                                                  | 0.875             | 0.982            | 0.925                      | 0.653                                               | 0.135                                               | 0.256                                               |                         |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...               | Сумма знаний                          | 0.084                                                    | 3.673                                                  |                                                        | 0.681             | 1.000            | 0.810                      | 0.164                                               |                                                     | 0.037                                               |                         |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...          | Семантический резонанс зна...         | 31.901                                                   | 15.556                                                 | 0.410                                                  | 0.692             | 0.988            | 0.814                      | 0.759                                               | 0.205                                               | 0.229                                               |                         |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...          | Сумма знаний                          | 0.427                                                    | 19.102                                                 | 0.017                                                  | 0.540             | 0.999            | 0.701                      | 0.477                                               | 0.017                                               | 0.193                                               |                         |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...          | Семантический резонанс зна...         | 31.901                                                   | 15.556                                                 | 0.410                                                  | 0.692             | 0.988            | 0.814                      | 0.759                                               | 0.205                                               | 0.229                                               |                         |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...          | Сумма знаний                          | 0.427                                                    | 19.102                                                 | 0.017                                                  | 0.540             | 0.999            | 0.701                      | 0.477                                               | 0.017                                               | 0.193                                               |                         |
| 4                                                                                |                                       |                                                          |                                                        |                                                        |                   |                  |                            |                                                     |                                                     |                                                     |                         |
| Помощь                                                                           |                                       |                                                          |                                                        |                                                        |                   |                  |                            |                                                     |                                                     |                                                     |                         |

Б)

| 4.13.6. Обобщенная форма по достов. моделям при разн. крит. Текущая модель: "INF1" |                                       |                          |                                                   |                                              |                                          |                            |                                     |                                       |                                    |                                      |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Наименование модели и частного критерия                                            | Интегральный критерий                 | усл. истинно-отриц. реш. | Средний модуль уровней сход. ложно-отриц. решений | A-Точность модели A'Precision = ATP/(ATP+FN) | A-Полнота модели A'Recall = ATP/(ATP+FN) | L2-мера проф. Е.В. Пущенко | Процент правильной идентификации... | Процент правильной неидентификации... | Процент ошибочной идентификации... | Процент ошибочной неидентификации... | Процент правильных результатов |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."                  | Корреляция абс. частот с обр...       | 5                        | 0.246                                             | 0.732                                        | 1.000                                    | 0.845                      | 100.000                             | 50.089                                | 49.911                             |                                      | 75.044                         |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."                  | Сумма абс. частот по признакам...     | 5                        |                                                   | 0.709                                        | 1.000                                    | 0.830                      | 100.000                             | 35.012                                | 64.988                             |                                      | 67.506                         |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...                 | Корреляция усл.отн. частот с о...     | 5                        | 0.246                                             | 0.732                                        | 1.000                                    | 0.845                      | 100.000                             | 50.089                                | 49.911                             |                                      | 75.044                         |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...                 | Сумма усл.отн. частот по признакам... | 8                        |                                                   | 0.679                                        | 1.000                                    | 0.809                      | 100.000                             | 35.012                                | 64.988                             |                                      | 67.506                         |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...                  | Корреляция усл.отн. частот с о...     | 5                        | 0.246                                             | 0.732                                        | 1.000                                    | 0.845                      | 100.000                             | 50.089                                | 49.911                             |                                      | 75.044                         |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...                  | Сумма усл.отн. частот по признакам... | 8                        |                                                   | 0.679                                        | 1.000                                    | 0.809                      | 100.000                             | 35.012                                | 64.988                             |                                      | 67.506                         |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Семантический резонанс зна...         | 5                        | 0.231                                             | 0.742                                        | 0.740                                    | 0.741                      | 95.833                              | 84.886                                | 15.114                             | 4.167                                | 90.360                         |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Сумма знаний                          | 6                        | 0.007                                             | 0.766                                        | 0.963                                    | 0.853                      | 97.917                              | 48.389                                | 51.611                             | 2.083                                | 73.153                         |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Семантический резонанс зна...         | 5                        | 0.231                                             | 0.742                                        | 0.740                                    | 0.741                      | 95.833                              | 84.886                                | 15.114                             | 4.167                                | 90.360                         |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в...                  | Сумма знаний                          | 6                        | 0.007                                             | 0.766                                        | 0.963                                    | 0.853                      | 97.917                              | 48.389                                | 51.611                             | 2.083                                | 73.153                         |
| 6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между факти...                     | Семантический резонанс зна...         | 6                        | 0.379                                             | 0.728                                        | 0.936                                    | 0.819                      | 97.917                              | 72.105                                | 27.895                             | 2.083                                | 85.011                         |
| 6. INF3 - частный критерий: Хинкватер, разности между факти...                     | Сумма знаний                          | 5                        | 0.270                                             | 0.759                                        | 0.947                                    | 0.843                      | 97.917                              | 72.105                                | 27.895                             | 2.083                                | 85.011                         |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Семантический резонанс зна...         | 6                        | 0.235                                             | 0.718                                        | 0.829                                    | 0.770                      | 91.667                              | 92.101                                | 7.899                              | 8.333                                | 91.884                         |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Сумма знаний                          | 7                        | 0.001                                             | 0.815                                        | 1.000                                    | 0.898                      | 100.000                             | 48.389                                | 51.611                             |                                      | 74.195                         |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Семантический резонанс зна...         | 6                        | 0.235                                             | 0.718                                        | 0.829                                    | 0.770                      | 91.667                              | 92.101                                | 7.899                              | 8.333                                | 91.884                         |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...                    | Сумма знаний                          | 7                        | 0.001                                             | 0.815                                        | 1.000                                    | 0.898                      | 100.000                             | 48.389                                | 51.611                             |                                      | 74.195                         |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...            | Семантический резонанс зна...         | 9                        | 0.257                                             | 0.768                                        | 0.787                                    | 0.778                      | 95.833                              | 66.356                                | 33.644                             | 4.167                                | 81.095                         |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер...            | Сумма знаний                          | 3                        | 0.005                                             | 0.712                                        | 0.966                                    | 0.820                      | 97.917                              | 48.389                                | 51.611                             | 2.083                                | 73.153                         |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...            | Семантический резонанс зна...         | 9                        | 0.257                                             | 0.768                                        | 0.787                                    | 0.778                      | 95.833                              | 66.356                                | 33.644                             | 4.167                                | 81.095                         |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве...            | Сумма знаний                          | 3                        | 0.005                                             | 0.712                                        | 0.966                                    | 0.820                      | 97.917                              | 48.389                                | 51.611                             | 2.083                                | 73.153                         |

В)

Рисунок 14. Оценка достоверности моделей. Фрагменты

В данном приложении достоверной моделью является INF4, INF5. Чтобы улучшить достоверность модели можно воспользоваться режимом 3.7.1

Статистические модели, как правило, дают более низкую средневзвешенную достоверность идентификации и не идентификации, чем модели знаний и практически никогда- более высокую. Этим и оправдано применение моделей знаний и интеллектуальных технологий. На рисунке 15 приведены частичные распределения уровней сходства и различия для верно и ошибочно идентифицированных и не идентифицированных ситуаций наиболее достоверной модели.

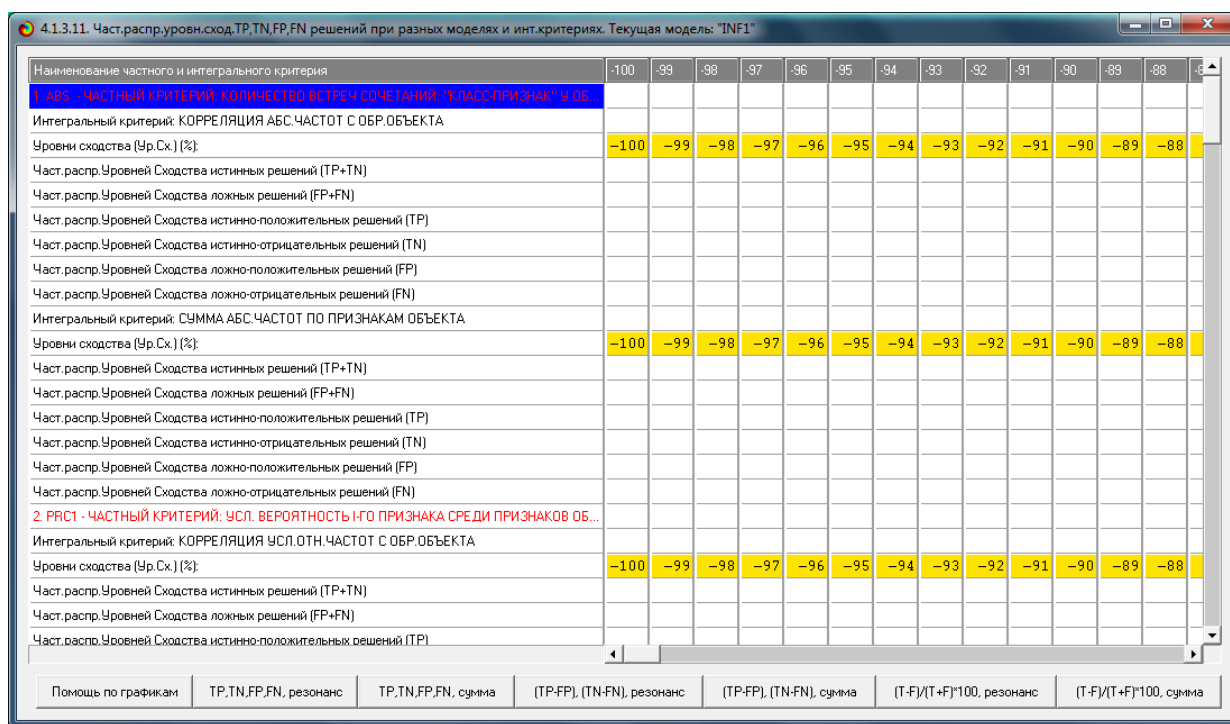


Рисунок 15. INF4 модель уровня сходства решений. Фрагмент

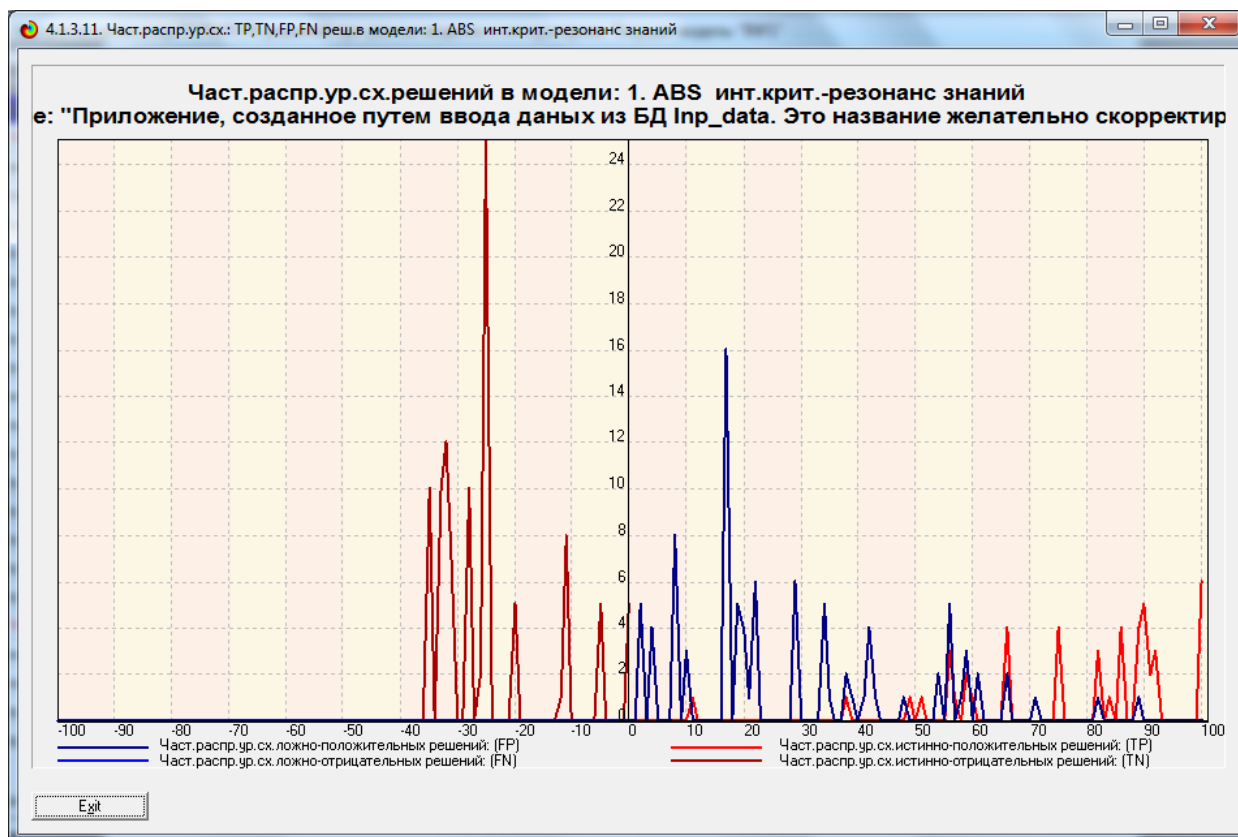


Рисунок 16. Частотное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных состояний объекта моделирования модели



## 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ

### 2.1 Решение задачи идентификации

В соответствии с технологией АСК-анализа зададим текущей модель INF4 В режиме 5.6 и приведем пакетное распознавание в режиме 4.2.1.

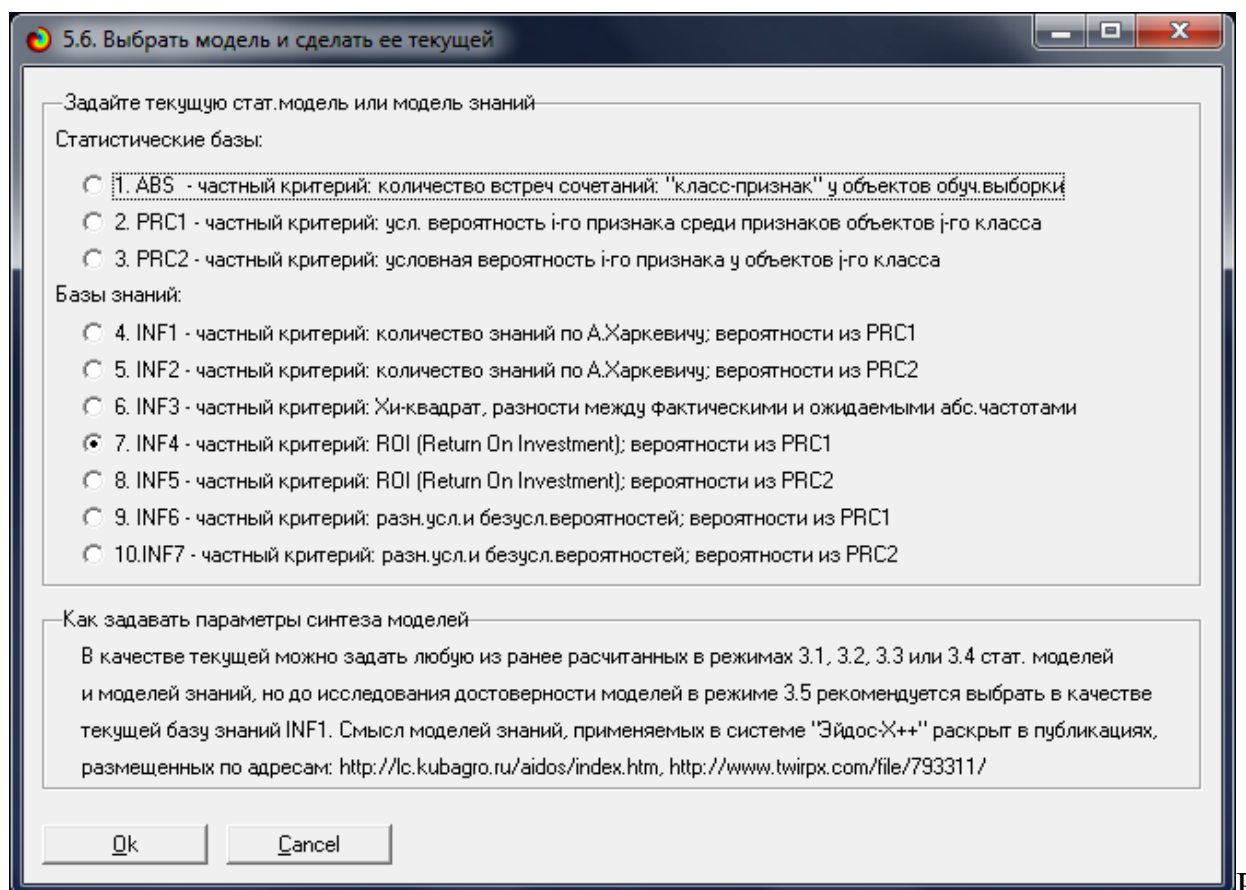


Рисунок 17. Экранная форма режима 5.6. задания модели в качестве текущей

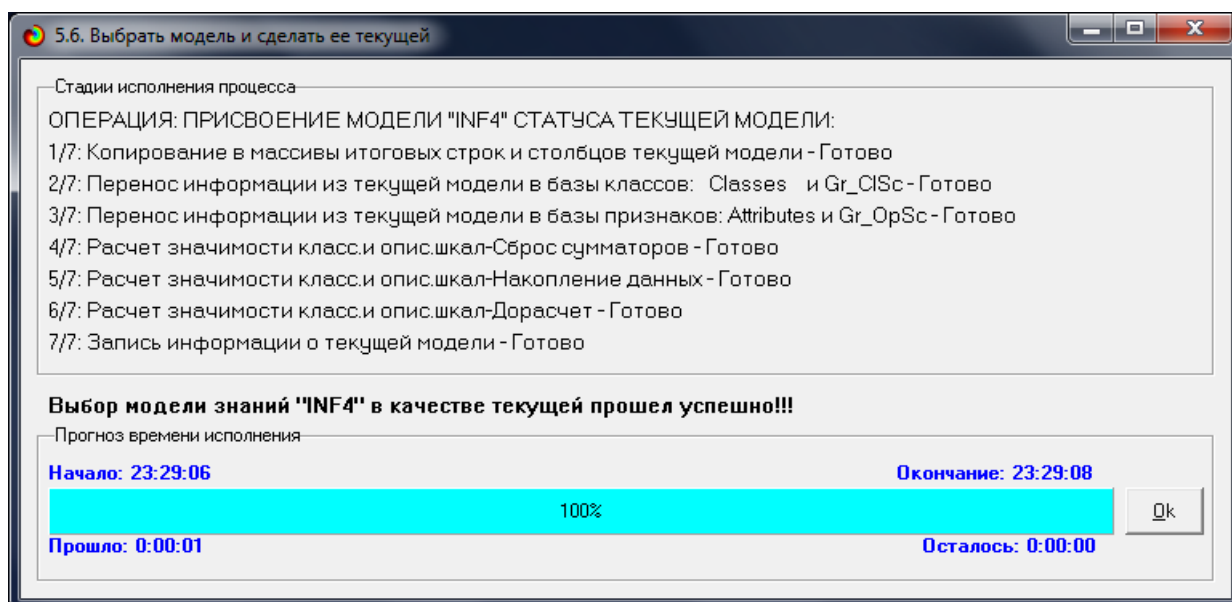


Рисунок 18. Экранные формы режима задания модели в качестве текущей

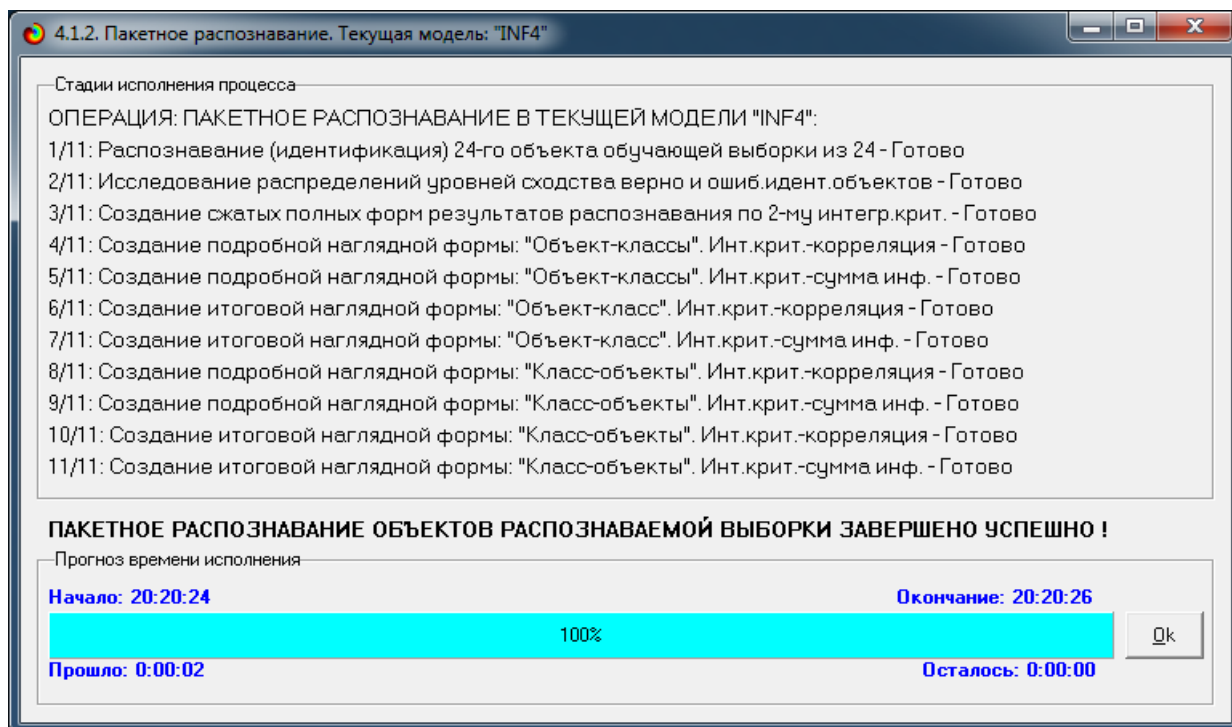


Рисунок 19. Экранная форма режима пакетного распознавания в текущей модели.

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

**Режим 4.1.3 системы “Эйдос” обеспечивает отражения результатов идентификации и прогнозирования в различных формах:**

1. Подробно наглядно: “Объект-классы”;
2. Подробно наглядно: ”Классы-Объекты”;
3. Итоги наглядно: “Объект-классы”;
4. Итоги наглядно: ”Классы-Объекты”;
5. Подробно сжато: “Объект-классы”.
6. Обобщенная форма по достоверности моделей при разных интегральных критериях;
7. Обобщенный статистический анализ результатов идентификации по моделям интегральным критериям;
8. Статистический анализ результатов идентификации по классам, моделям и интегральным критериям;

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

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

Ниже кратко рассмотрим некоторые из них.

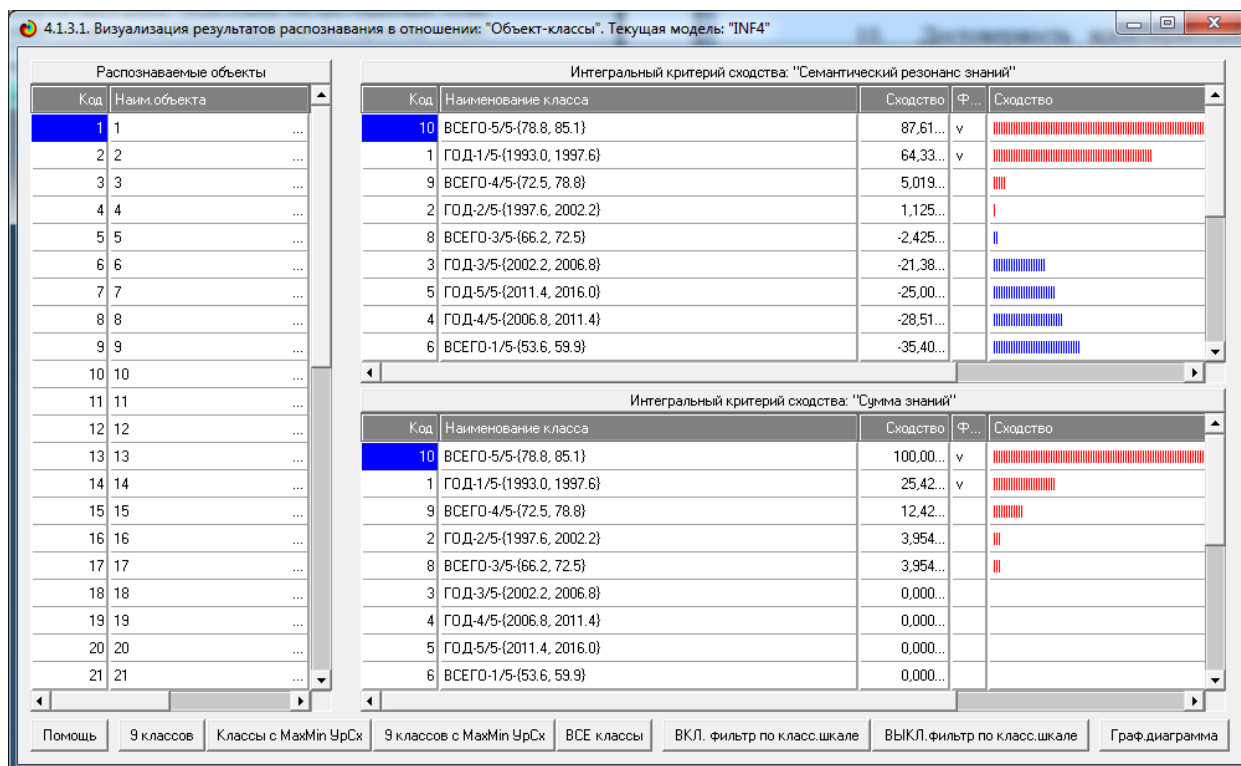


Рисунок 20. Пример идентификации классов и моделей INF4. Фрагмент

## 2.2. Когнитивные функции

Далее стоит рассмотреть режим работы 4.5, в котором реализована возможность визуализации когнитивных функций для любых моделей и любых сочетаний классификационных и описательных шкал. Начало работы в этом режиме начинается с понятия когнитивных функций, а также предоставления возможности перехода на статьи по данной проблематике и скачивания публикаций, как это продемонстрировано на рисунке 22.

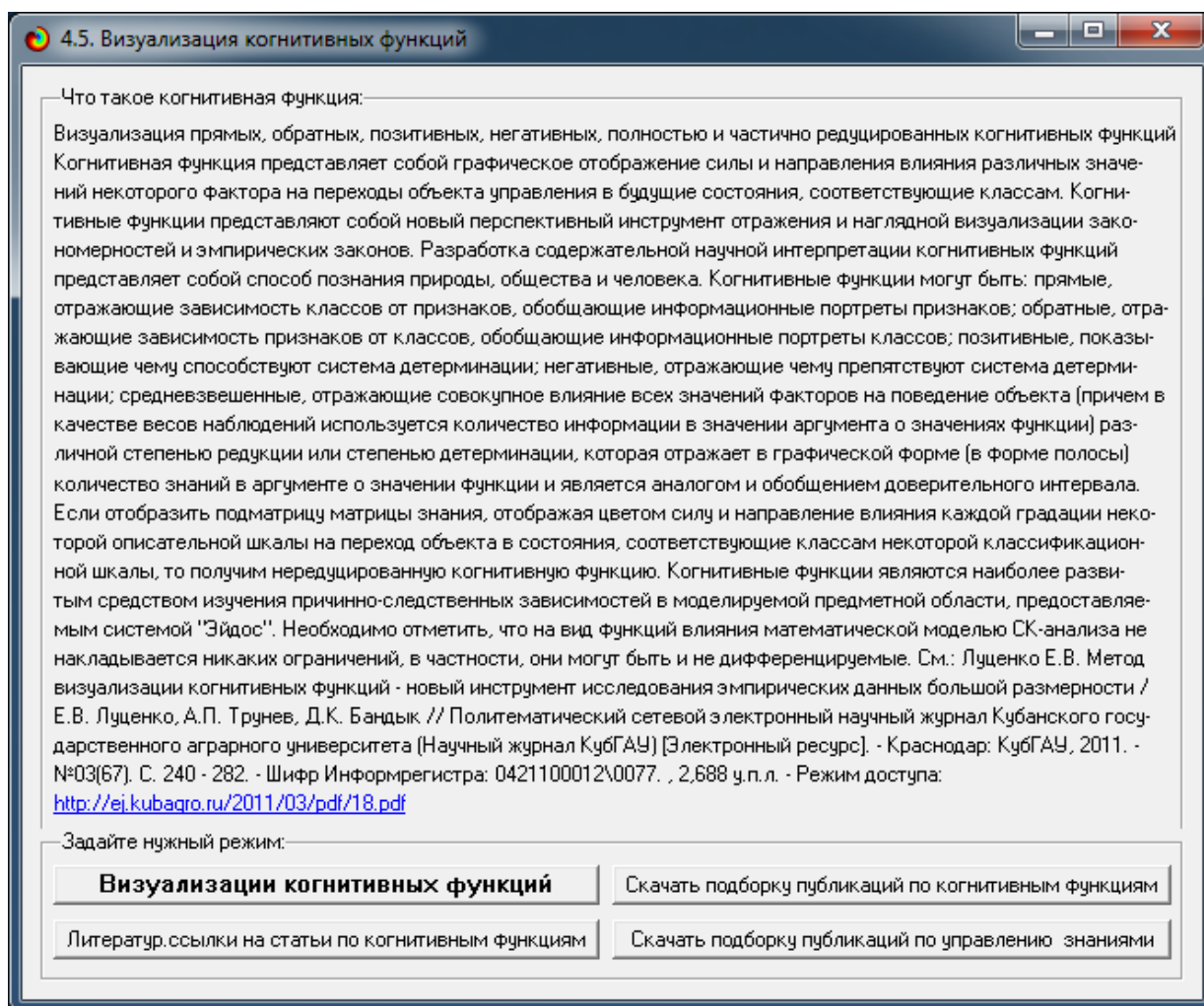


Рисунок 1- Экранная форма режима 4.5 системы «Эйдос-X++»  
«Визуализация когнитивных функций»

Применительно к задаче, рассматриваемой в данной работе, когнитивная функция показывает, какое количество информации содержится в различных значениях факторов о том, что объект моделирования перейдет в те или иные будущие состояния. Когнитивным функциям посвящено множество работ, поэтому здесь не будем останавливаться на описании того, что представляют собой когнитивные функции в АСК-анализе. На рисунке 23 приведены визуализации всех когнитивных функций данного приложения для модели INF4.

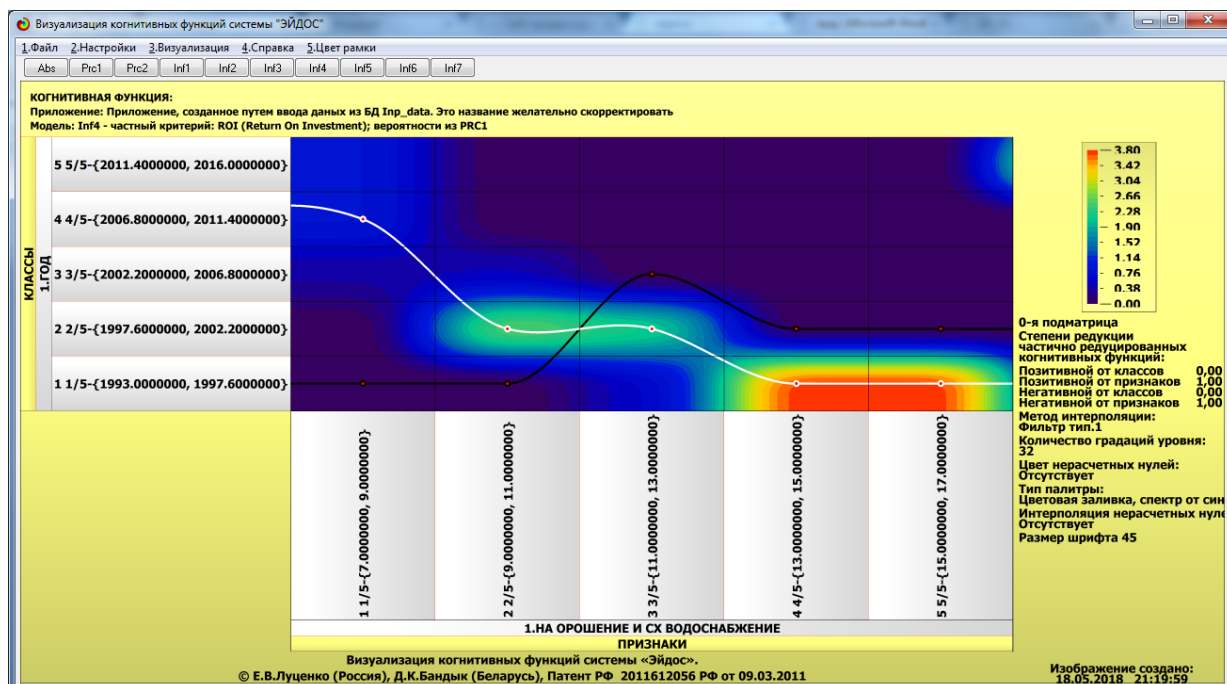


Рисунок 2-Визуализация когнитивных функций для обобщенных классов и всех описательных шкал для модели INF4

## 2.3. Сходства-различие обобщенных образов

Сходства-различие обобщенных образов различных результатов научной деятельности по характерным для них системам значений показателей. Результаты сравнения классов приведены на рисунке:

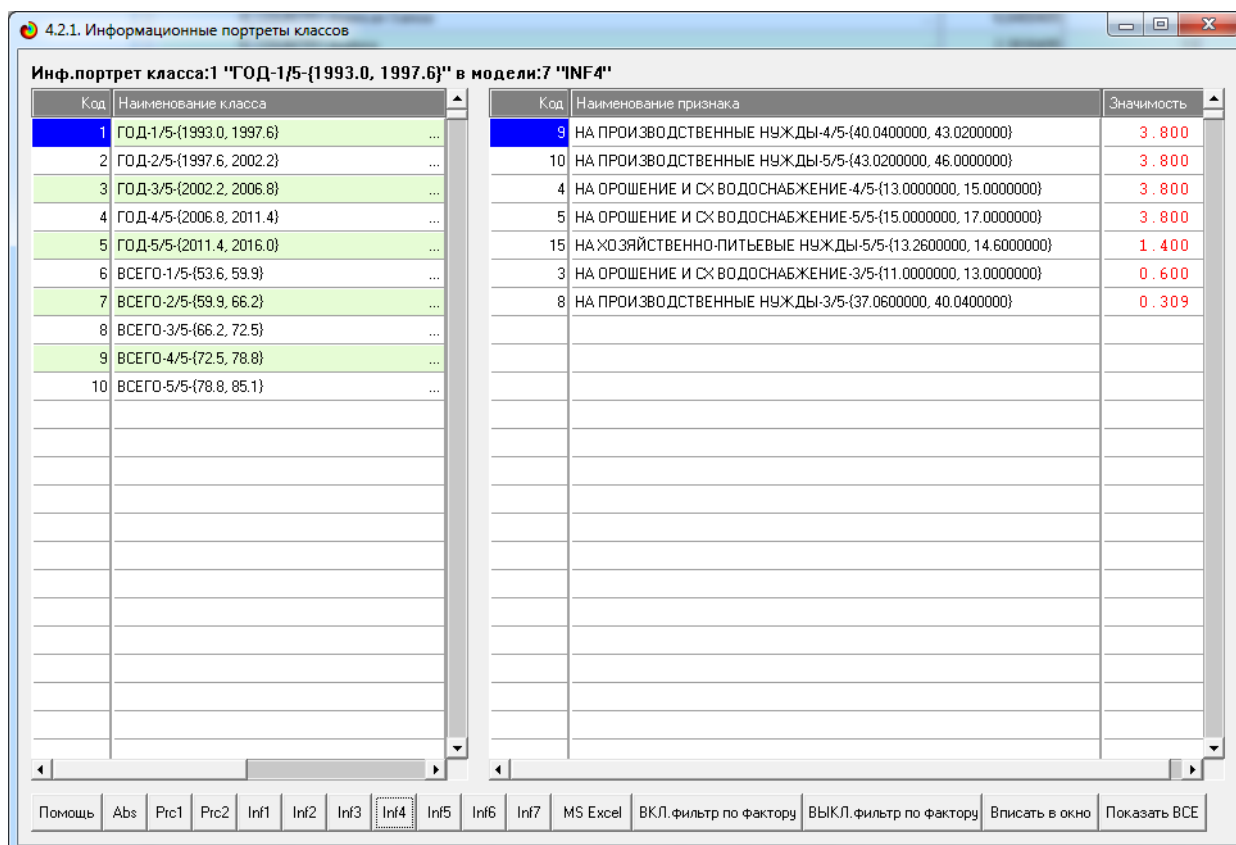
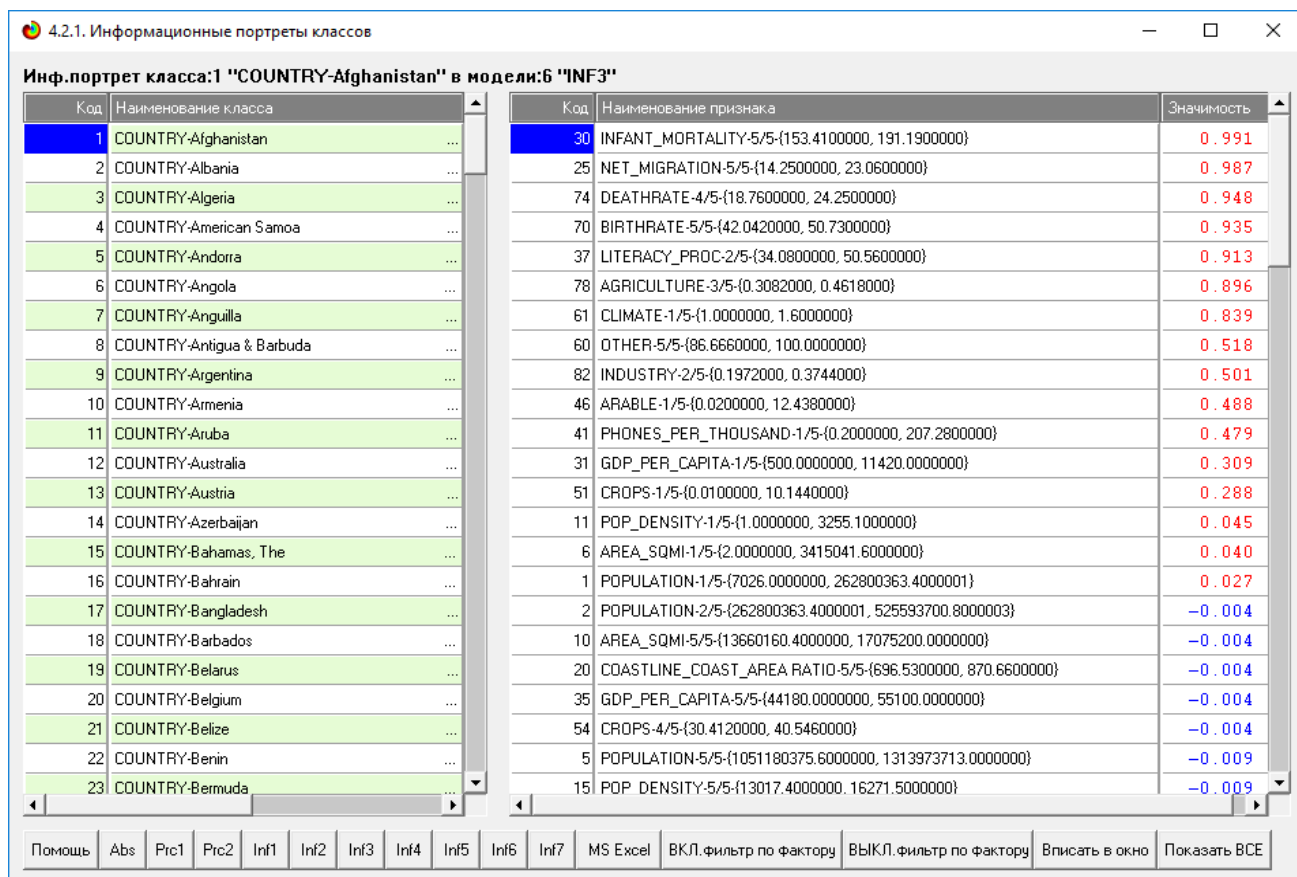


Рисунок 23. Результаты сравнения классов. Фрагмент

## 2.4. SWOT и PERS матрицы диаграммы

SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования. Результаты SWOT-анализа выводились в форме индивидуальных портретов. В версии системы под MS Windows: “Эйдос-X++” предложено автоматизированное количественное решение прямой и обратной задач SWOT-анализа с построением традиционных SWOT-матриц и диаграмм.

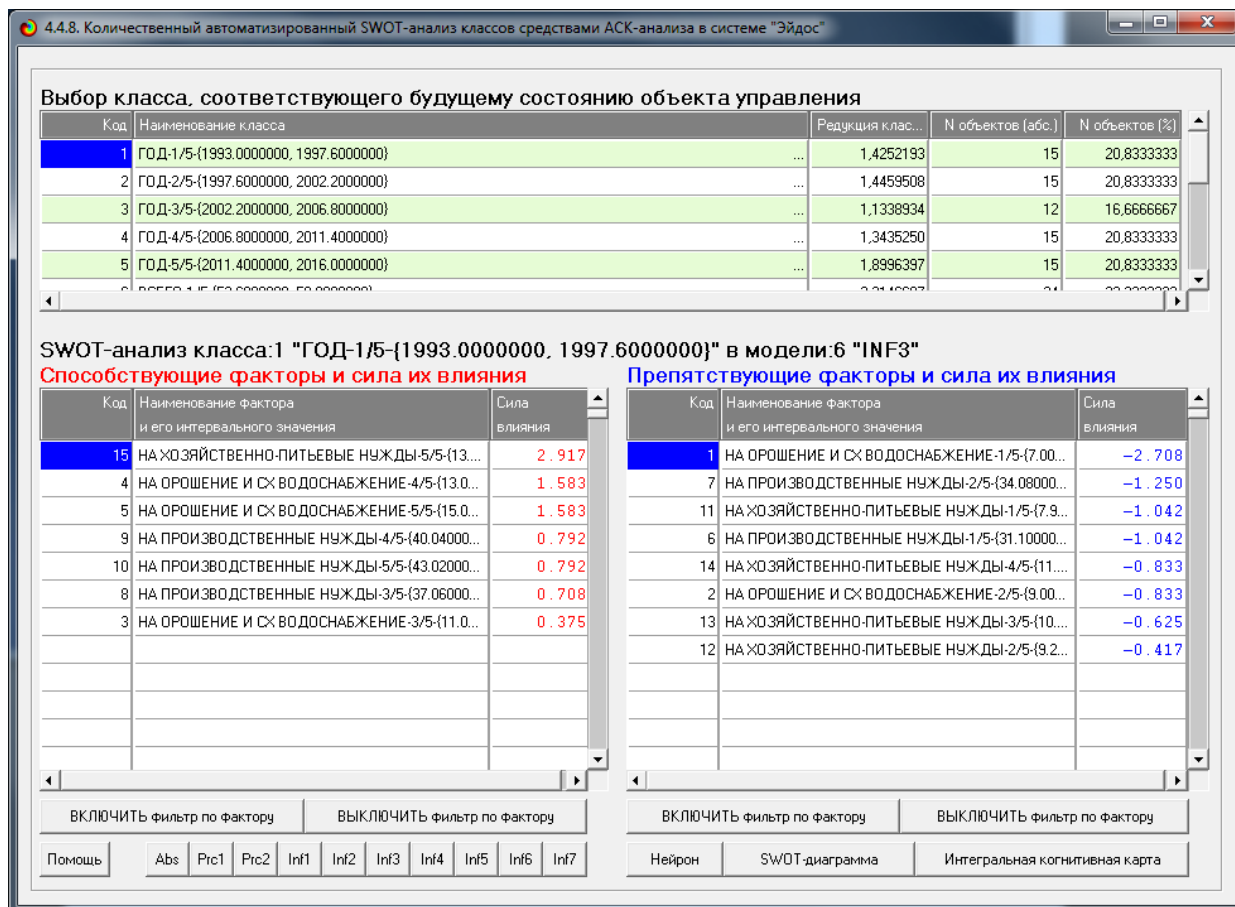


Рисунок 24. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов.

Фрагмент



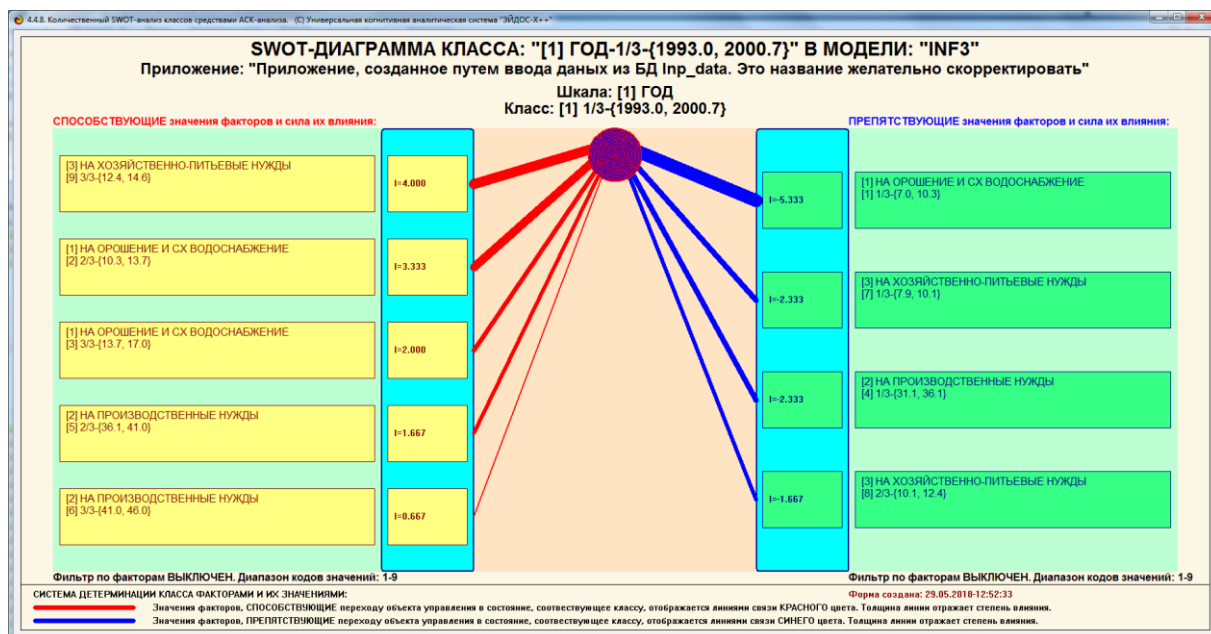


Рисунок 25. Пример SWOT-матрицы в модели INF3

## 2.5. Кластерно-конструктивный анализ классов и признаков

На рисунке 27 представлена семантическая сеть классов модели INF4 для текущих данных.

**4.2.2.1. Расчет матриц сходства, кластеров и конструкторов классов**

Задайте модели, для которых проводить кластерно-конструктивный анализ:

Статистические базы:

☒ 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки

☒ 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса

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

Базы знаний:

☒ 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1

☒ 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2

☒ 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами

☒ 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1

☒ 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2

☒ 9. INF6 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вероятности из PRC1

☒ 10. INF7 - частный критерий: разн.усл.и безуслов.вероятностей; вероятности из PRC2

Пояснение по режиму

Задайте диапазон кодов классов (подматрицу) для анализа:

Ok Cancel

Рисунок 26. Расчет матриц сходства, кластеров и конструкторов классов



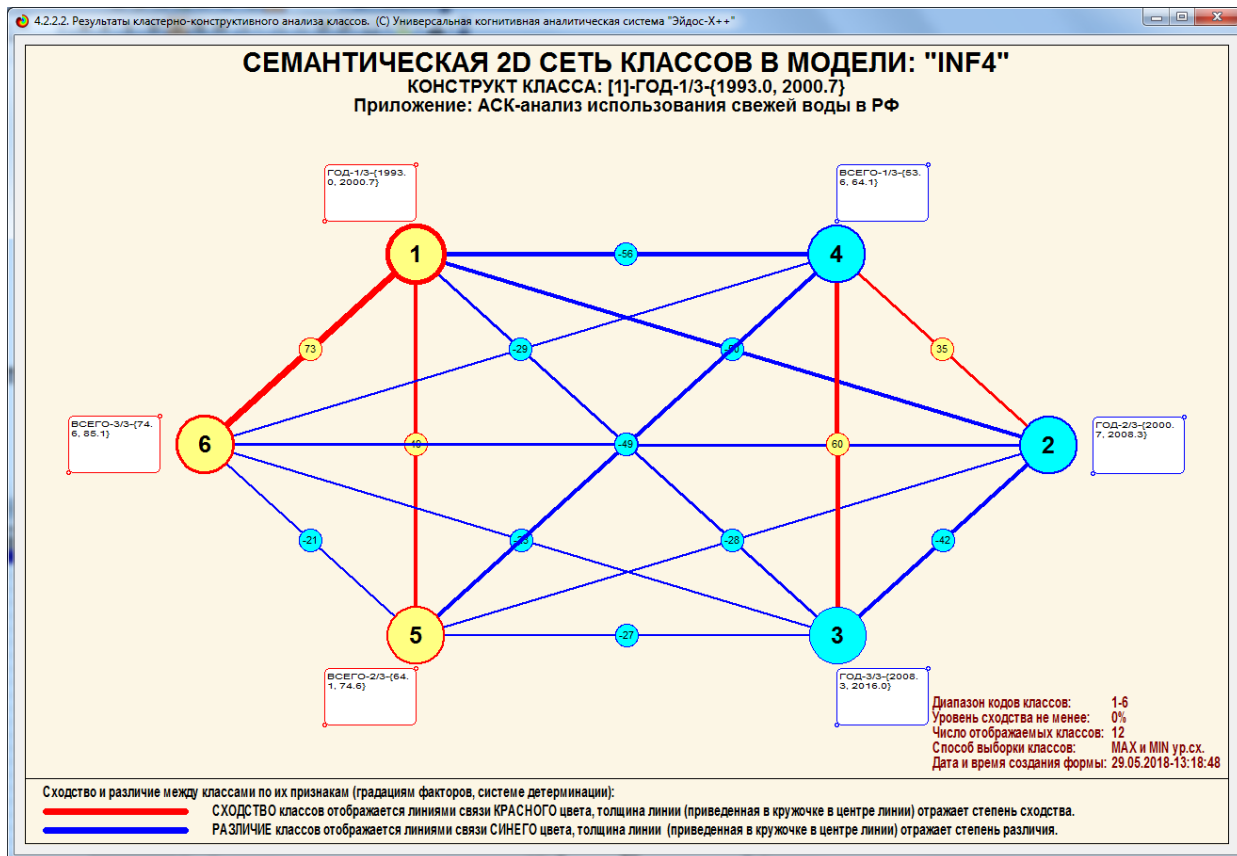


Рисунок 27 – Когнитивная диаграмма сходства-различия классов

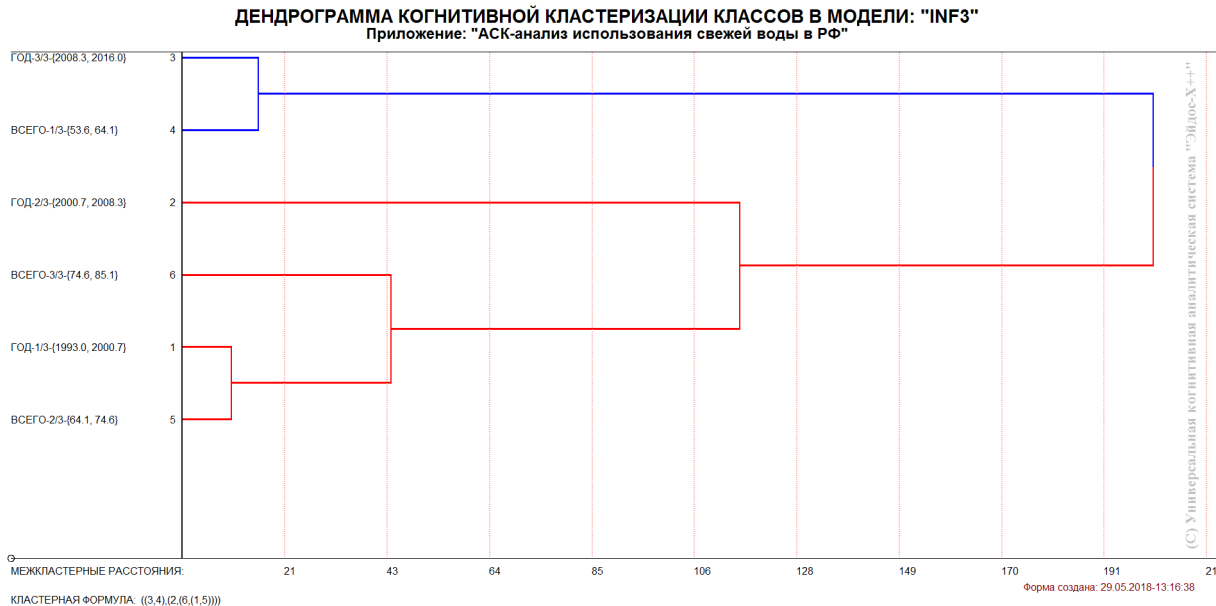


Рисунок 28 – Дендрограмма когнитивной кластеризации классов

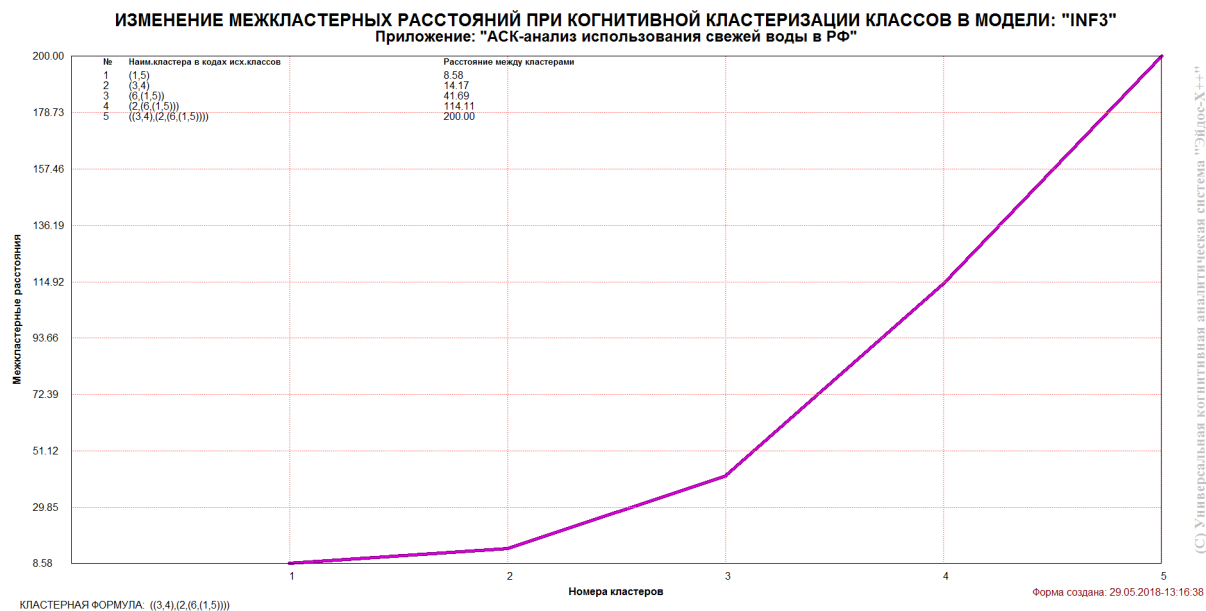


Рисунок 29 – График изменения межкластерных расстояний классов

4.3.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа признаков

Конструкт признака: 1 "НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5-{7.0, 9.0}" в модели: 7 "INF4"

| Код | Наименование признака                   | №  | Код призна... | Наименование признака                                   | Сходство |
|-----|-----------------------------------------|----|---------------|---------------------------------------------------------|----------|
| 1   | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5-...  | 1  | 1             | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-1/5-{7.000000, 9.0000... | 100.000  |
| 2   | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2/5-...  | 2  | 12            | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-2/5-{9.240000, 10.58...  | 69.506   |
| 3   | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-3/5-...  | 3  | 6             | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-1/5-{31.100000, 34.080000...  | 69.506   |
| 4   | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-4/5-...  | 4  | 11            | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-1/5-{7.900000, 9.240...  | 69.506   |
| 5   | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-5/5-...  | 5  | 7             | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-2/5-{34.080000, 37.060000...  | 61.030   |
| 6   | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-1/5-{31.10... | 6  | 13            | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-3/5-{10.580000, 11.9...  | 46.223   |
| 7   | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-2/5-{34.08... | 7  | 14            | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-4/5-{11.920000, 13.2...  | 5.240    |
| 8   | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-3/5-{37.06... | 8  | 10            | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-5/5-{43.020000, 46.000000...  | -27.531  |
| 9   | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-4/5-{40.04... | 9  | 4             | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-4/5-{13.000000, 15.00... | -33.352  |
| 10  | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-5/5-{43.02... | 10 | 9             | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-4/5-{40.040000, 43.020000...  | -33.352  |
| 11  | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-1/5-...  | 11 | 2             | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-2/5-{9.000000, 11.00...  | -35.674  |
| 12  | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-2/5-...  | 12 | 5             | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-5/5-{15.000000, 17.00... | -37.137  |
| 13  | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-3/5-...  | 13 | 3             | НА ОРОШЕНИЕ И СХ ВОДОСНАБЖЕНИЕ-3/5-{11.000000, 13.00... | -38.973  |
| 14  | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-4/5-...  | 14 | 8             | НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ НУЖДЫ-3/5-{37.060000, 40.040000...  | -54.746  |
| 15  | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-5/5-...  | 15 | 15            | НА ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВЫЕ НУЖДЫ-5/5-{13.260000, 14.6...  | -62.229  |

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 **Inf4** Inf5 Inf6 Inf7 **График** Вкл. фильтр по кл.шкале Выкл. фильтр по кл.шкале Вписать в окно Показать ВСЕ

Рисунок 30. Кластерно-конструктивный анализ признаков. Фрагмент

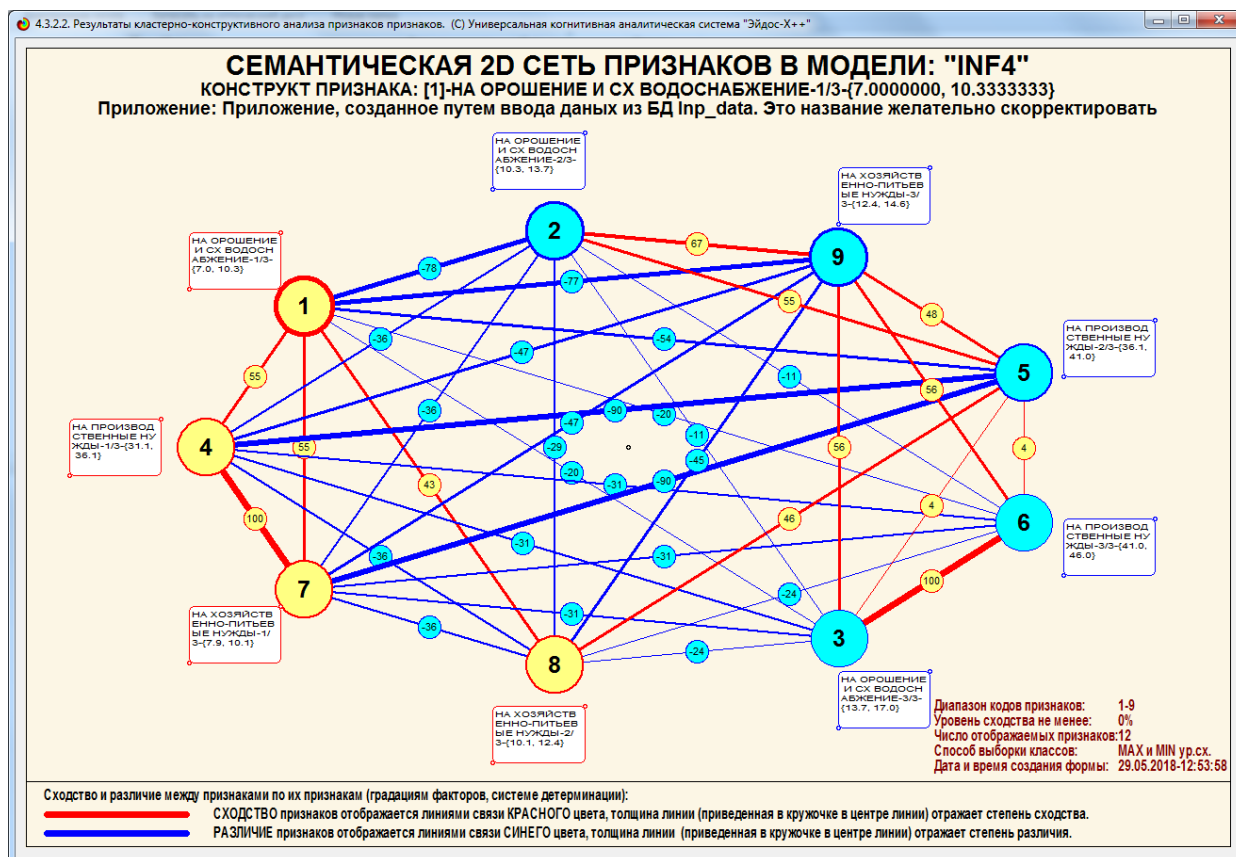


Рисунок 31. Пример семантической сети классов модели INF4

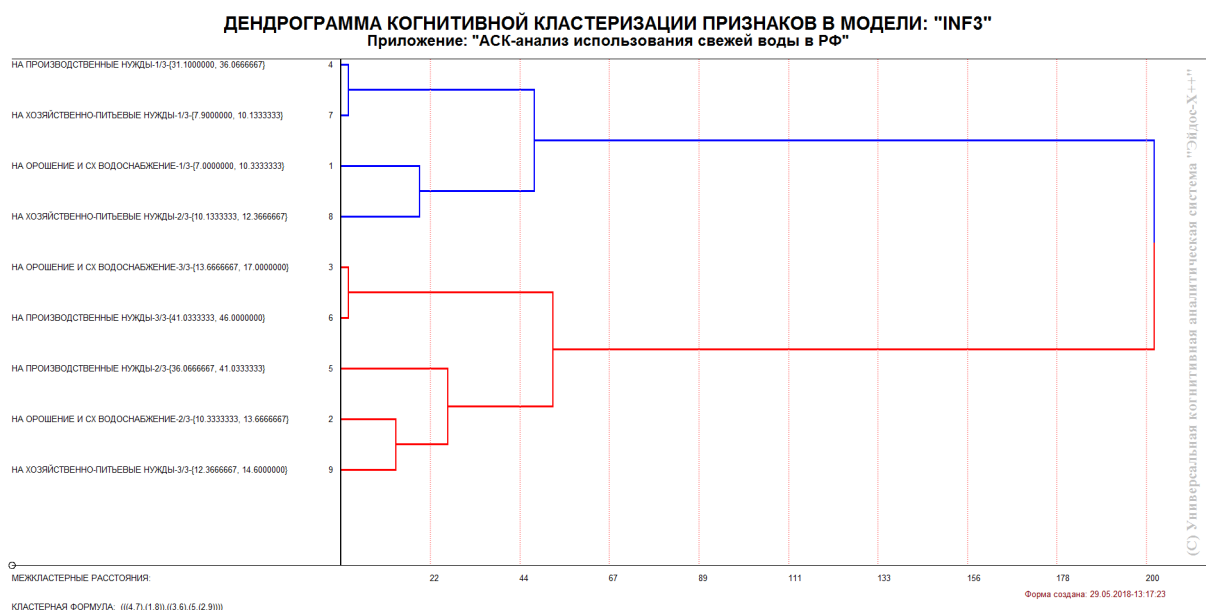


Рисунок 32 – Дендрограмма когнитивной кластеризации признаков

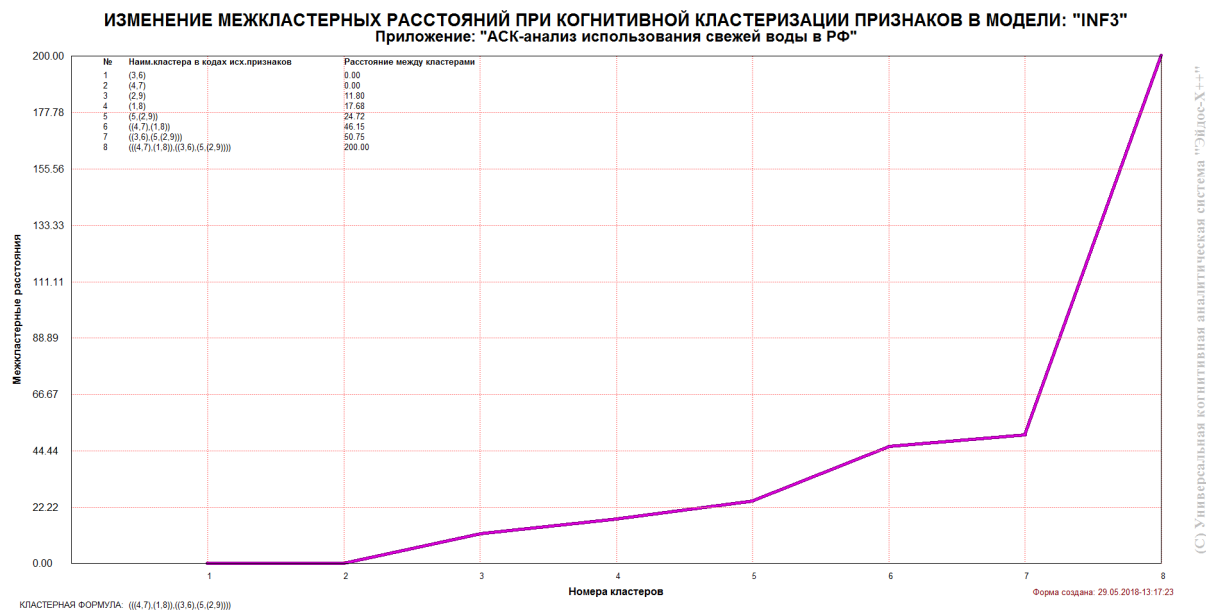


Рисунок 33 – График изменения межкластерных расстояний признаков

## 2.6 Нелокальные нейроны и нейронные сети

На рисунках 30 и 31 представлены примеры работы модели нелокальных нейронов и нейронных сетей, демонстрирующие информативность данного вида диаграмм и результативности системы AIDOS. Высокая степень наглядности определяет эффективность данного вида диаграмм для анализа крупных данных.

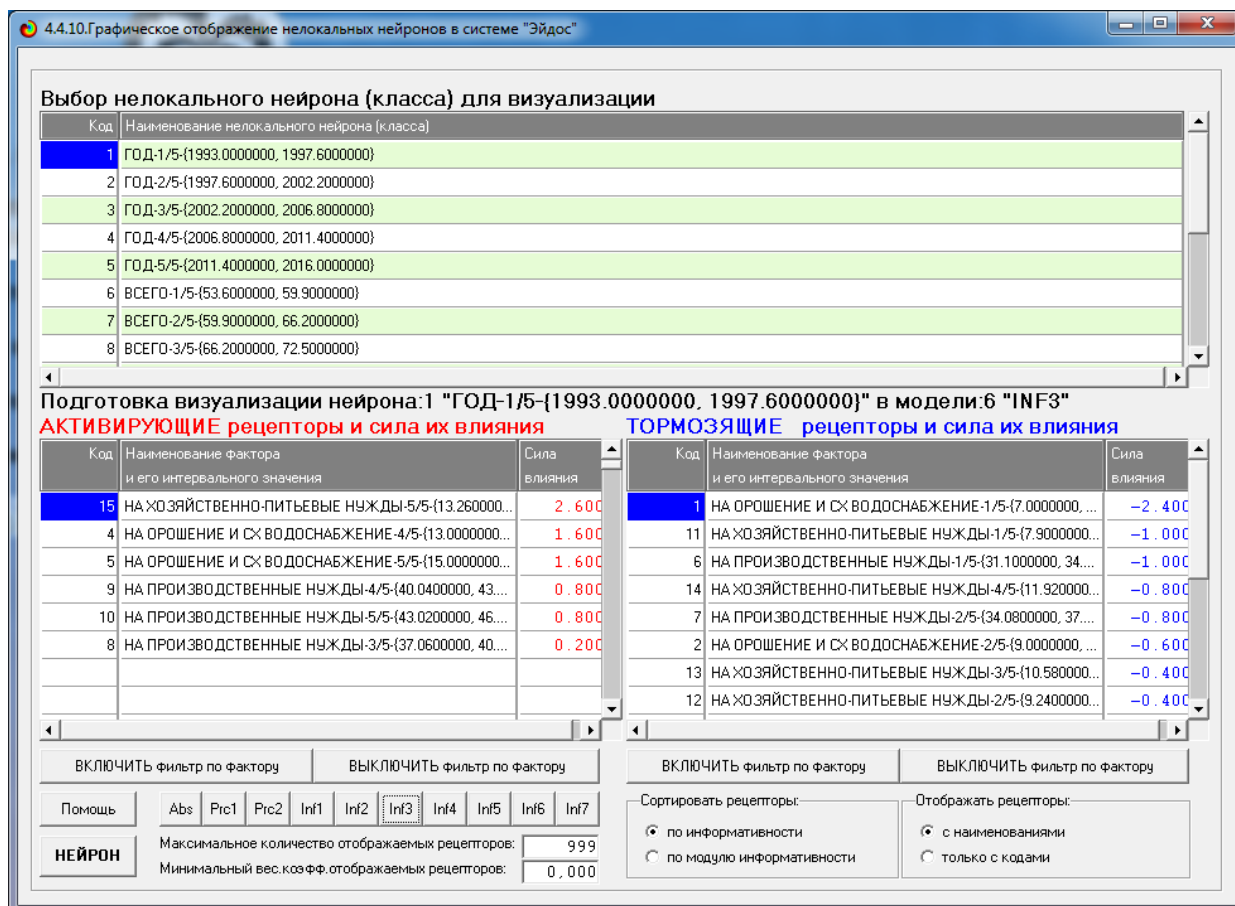


Рисунок 34. Графическое отображение нелокальных нейронов. Фрагмент

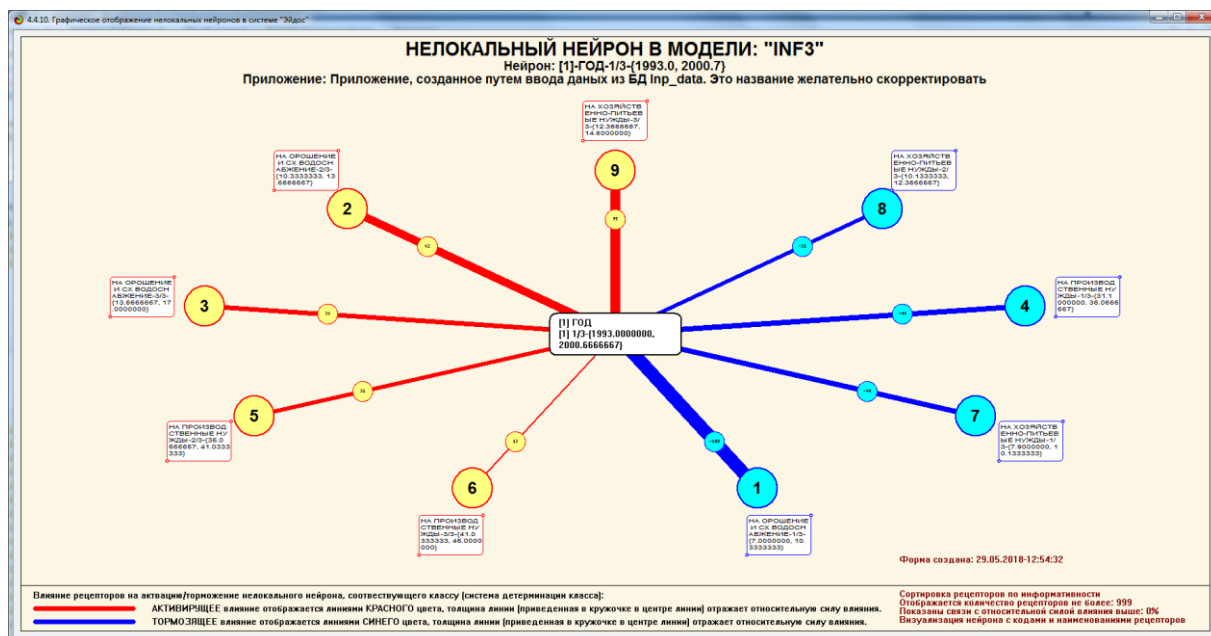


Рисунок 35. Граф отображение нелокальных нейронов

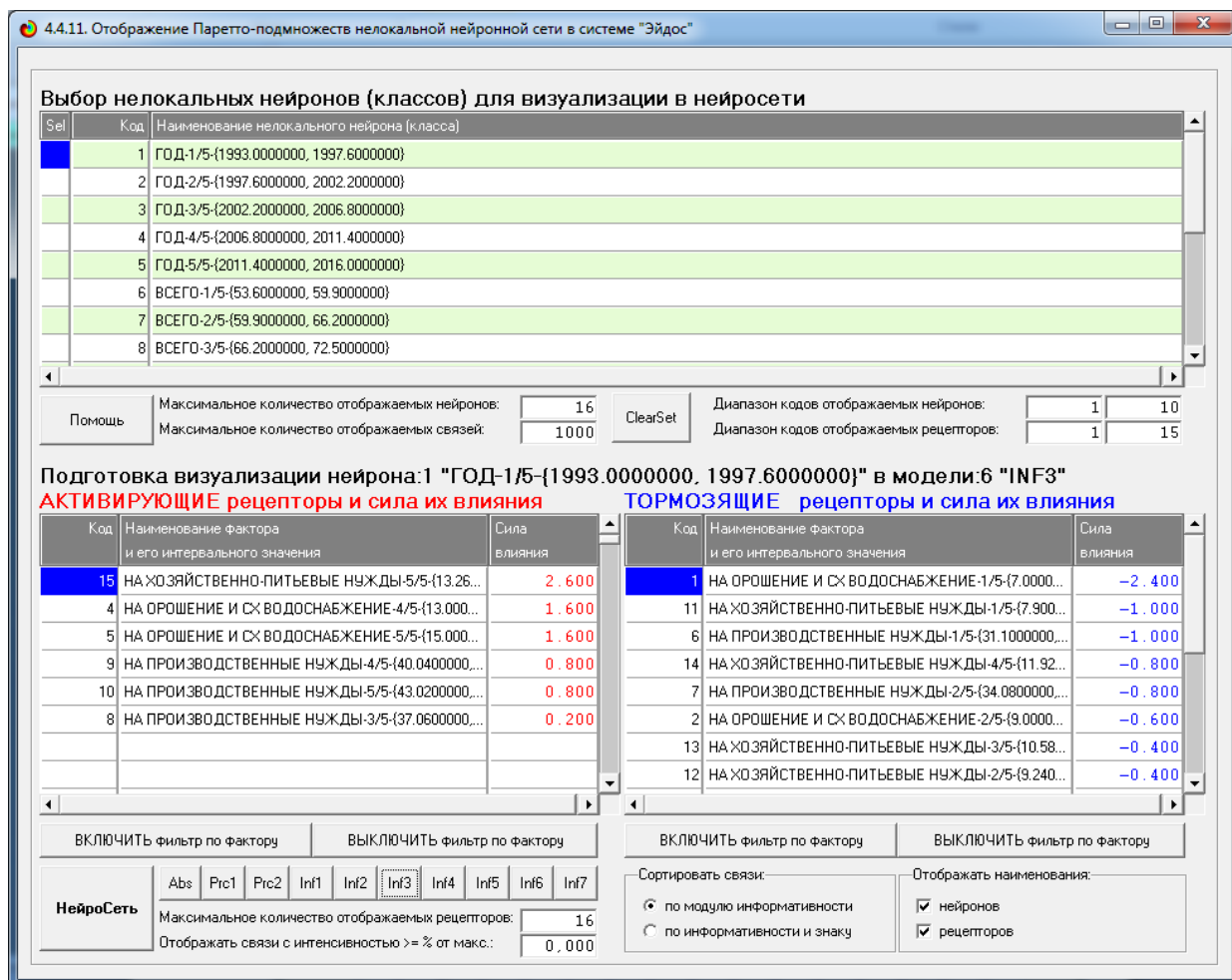


Рисунок 36. Отображение Паретто-подмножеств нейронной сети. (модель inf3)

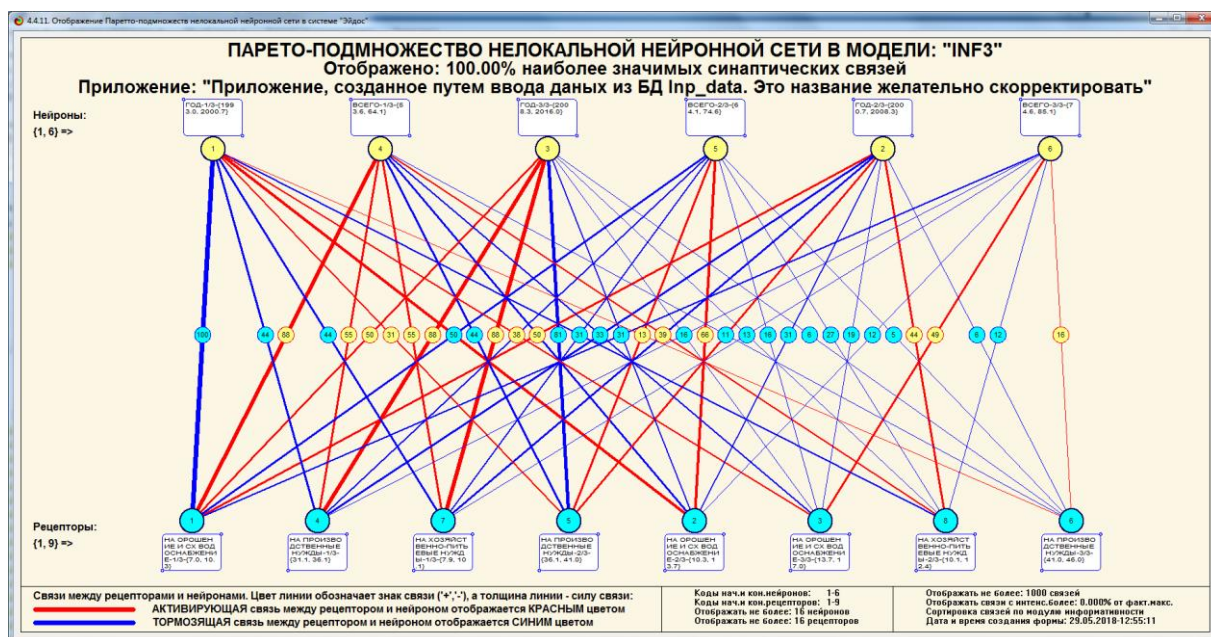


Рисунок 37. Отображение Паретто-подмножеств нейронной сети.

На рисунке 30 представлены рабочее окно для составления графического представления нейронных локальных связей. С помощью имеющихся функций данного окна мы можем определить, какие взаимосвязи необходимо определить.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного АСК-анализа мы получили наиболее характерные особенности стран и регионов. В данном описании представлены немногие из всех имеющихся форм, учитывая малый объём данных.

Так как существует множество аналогов систем искусственного интеллекта, возникает необходимость сопоставимой оценки качества их математических моделей. Одним из вариантов решения этой задачи является тестирование различных системы на общей базе исходных данных, для чего очень удобно использовать общедоступную базу репозитория UCI. В данной работе приводится развернутый пример использования базы данных репозитория Kaggle для оценки качества математических моделей, применяемых в АСК-анализе и его программном инструментарии системе искусственного интеллекта «Эйдос». При этом наиболее достоверной в данном приложении оказались модели INF3, основанная на семантической мере целесообразности информации А.Харкевича при интегральном критерии «Сумма знаний». Точность модели составляет 0.925. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется L1-критерий профессора Е. В. Луценко, а также его нечеткое мультиклассовое обобщение, предложенное проф. Е. В. Луценко.



## ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Луценко Е.В., Коржаков В.Е., Лаптев В.Н. Теоретические основы и технология применения системно-когнитивного анализа в автоматизированных системах обработки информации и управления. – Майкоп: АГУ, 2009-536с.
3. Луценко Е.В., Лойко В.И., Лаптев В.Н. Современные информационно-коммуникационные технологии в научно-исследовательской деятельности и образовании: учеб. пособие.- Краснодар: КубГАУ, 2017.- 450с.
4. 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.