

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

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

Факультет прикладной информатики  
Кафедра компьютерных технологий и систем

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**к курсовой работе**

по дисциплине: ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ  
СИСТЕМЫ

на тему:

**Разработка и исследование системно-когнитивной модели убийств в  
США на основе данных репозитория UCI за 1980-2014 годы**

выполнил студент группы ИТ1401 **Нехай Вячеслав Вячеславович**

Допущен к защите \_\_\_\_\_

Руководитель проекта Луценко Евгений Вениаминович,

д.э.н., к.т.н., профессор

(подпись, расшифровка подписи)

Нормоконтролер Николаева Ирина Валентиновна, к.т.н., доцент

(подпись, расшифровка подписи)

Защищена \_\_\_\_\_ Оценка \_\_\_\_\_  
(дата)

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

Краснодар

2017 г.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

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

Факультет прикладной информатики  
Кафедра компьютерных технологий и систем

**УТВЕРЖДАЮ:**

Зав. кафедрой КТС В. И. Лойко

**ЗАДАНИЕ**  
**на курсовую работу**

Студенту: ИТ1401 группы 3 курса  
Факультета прикладной информатики  
Специальности: 09.03.02 Информационные системы и технологии  
(шифр)

**Нехай Вячеслав Вячеславович**  
(Ф.И.О.)

Тема проекта: **Разработка и исследование системно-когнитивной модели  
убийств в США на основе данных репозитория UCI за 1980-2014 годы**

Содержание задания: Проанализировать методы формирования обобщенных  
образов классов и решения задач идентификации конкретных объектов с  
классами, принятия решений и исследования моделируемой предметной  
области путем исследования ее модели

Объем работы:

- а) пояснительная записка к работе \_\_\_\_\_ 40 \_\_\_\_\_ листа формата А4  
б) графическая часть \_\_\_\_\_ лист формата А4

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

Срок выполнения проекта: с « » \_\_\_\_\_ по « » \_\_\_\_\_ 2017 г.  
Срок защиты: « » \_\_\_\_\_ 2017 г.  
Дата выдачи задания: « » \_\_\_\_\_ 2017 г.  
Дата сдачи проекта на кафедру: « » \_\_\_\_\_ 2017 г.  
Руководитель проекта: Луценко Евгений Вениаминович  
Д.Э.Н., к.т.н., профессор  
(подпись, Ф.И.О., звание, степень)

Задание принял студент \_\_\_\_\_ « » \_\_\_\_\_ 2017 г.  
(подпись, дата)

Краснодар  
2017 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                             | 6  |
| 1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ .....                                                                     | 7  |
| 1.1. Описание решения.....                                                                                | 7  |
| 1.2. Подготовка данных в промежуточные файлы MS Excel.....                                                | 7  |
| 1.3. Преобразование исходных данных из промежуточных файлов MS Excel в базы данных системы "Эйдос". ..... | 10 |
| 1.3. Синтез и верификация статистических и интеллектуальных моделей .                                     | 16 |
| 1.4. Виды моделей системы «Эйдос».....                                                                    | 17 |
| 1.5. Результаты верификации моделей .....                                                                 | 20 |
| 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ.....                                                       | 27 |
| 2.1. Решение задачи идентификации .....                                                                   | 27 |
| 2.2. Когнитивные функции .....                                                                            | 31 |
| 2.3. SWOT и PEST матрицы и диаграммы .....                                                                | 34 |
| 2.4. Нелокальные нейроны и нейронная сеть .....                                                           | 36 |
| 2.5. Кластерный и конструктивный анализ классов .....                                                     | 38 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....                                                                                          | 39 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....                                                                    | 41 |

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день создание систем искусственного интеллекта – это перспективный шаг к расширению возможностей компьютерных наук и автоматизации разумного поведения, опирающийся на теоретические и прикладные принципы. Однако возникает необходимость оценки качества математических моделей этих систем.

В данной курсовой работе рассмотрено решение задачи прогнозирования убийств в США на основе данных репозитория UCI за 1980-2014 годы.

Целью работы является разработка системно-когнитивной модели, основывающейся на следующих признаках: район жилья, состав семьи и жилищные условия.

Задачами курсовой работы являются:

- 1) систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по дисциплине "Интеллектуальные информационные системы и технологии";
- 2) изучение интеллектуальной информационной системы "Эйдос";
- 3) решение поставленной цели с помощью интеллектуальной информационной системы "Эйдос".

Объектом исследования является база данных " homicide-reports ".

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

## **1. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ**

### **1.1. Описание решения**

В данной работе использована база данных "homicide-reports.xlsx", предоставленная НКО «Murder Accountability Project».

На момент написания курсовой работы этот банк включает в себя более 2 тысяч исходных данных по различным задачам, однако рассмотрена будет лишь часть усредненных данных. Решение поставленной задачи проведем в четыре этапа:

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

Ссылка на источник исходных данных:

<https://www.kaggle.com/murderaccountability/homicide-reports>

### **1.2 Подготовка данных в промежуточные файлы MS Excel**

Из электронного ресурса баз данных рассматриваемого предприятия возьмем базу данных сотрудников – «homicide-reports.xlsx», которую оставим без изменений.

Общее описание задачи:

1. Номер
2. Город
3. Месяц
4. Инцидент
5. Тип преступления
6. Результат проверки
7. Пол жертвы

8. Возраст жертвы
9. Раса жертвы
10. Пол преступника
11. Возраст преступника
12. Национальность преступника
13. Отношения между преступником и жертвой
14. Оружие убийства
15. Штат

Обучающая выборка:

Таблица 1 – homicide-reports.xlsx

| Number | City      | Month    | Incident | Crime Typ | Crime Sol | Victim Sex | Victim Ag | Victim Rac | Perpetrat | Perpetrat | Perpetrat | Relations  | Weapon     | State   |
|--------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|---------|
| 1      | Anchorage | January  | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 14        | Native Am  | Male      | 15        | Native Am | Acquainta  | Blunt Obj  | Alaska  |
| 2      | Anchorage | March    | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 43        | White      | Male      | 42        | White     | Acquainta  | Strangulat | Alaska  |
| 3      | Anchorage | March    | 2        | Murder or | No        | Female     | 30        | Native Am  | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Unknown    | Alaska  |
| 4      | Anchorage | April    | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 43        | White      | Male      | 42        | White     | Acquainta  | Strangulat | Alaska  |
| 5      | Anchorage | April    | 2        | Murder or | No        | Female     | 30        | Native Am  | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Unknown    | Alaska  |
| 6      | Anchorage | May      | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 30        | White      | Male      | 36        | White     | Acquainta  | Rifle      | Alaska  |
| 7      | Anchorage | May      | 2        | Murder or | Yes       | Female     | 42        | Native Am  | Male      | 27        | Black     | Wife       | Knife      | Alaska  |
| 8      | Anchorage | June     | 1        | Murder or | Yes       | Female     | 99        | White      | Male      | 35        | White     | Wife       | Knife      | Alaska  |
| 9      | Anchorage | June     | 2        | Murder or | No        | Male       | 32        | White      | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Firearm    | Alaska  |
| 10     | Anchorage | June     | 3        | Murder or | Yes       | Male       | 38        | White      | Male      | 40        | Unknown   | Unknown    | Firearm    | Alaska  |
| 11     | Anchorage | July     | 1        | Murder or | No        | Male       | 36        | Native Am  | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Unknown    | Alaska  |
| 12     | Anchorage | July     | 2        | Murder or | Yes       | Male       | 20        | White      | Male      | 49        | White     | Stranger   | Shotgun    | Alaska  |
| 13     | Anchorage | July     | 3        | Murder or | Yes       | Female     | 36        | Black      | Male      | 39        | Black     | Girlfriend | Blunt Obj  | Alaska  |
| 14     | Anchorage | August   | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 20        | Native Am  | Male      | 49        | White     | Unknown    | Fall       | Alaska  |
| 15     | Anchorage | August   | 2        | Murder or | No        | Male       | 48        | White      | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Handgun    | Alaska  |
| 16     | Anchorage | August   | 3        | Murder or | Yes       | Male       | 31        | Black      | Female    | 29        | Black     | Ex-Husbar  | Handgun    | Alaska  |
| 17     | Anchorage | December | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 16        | Unknown    | Male      | 19        | Unknown   | Acquainta  | Knife      | Alaska  |
| 18     | Juneau    | November | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 23        | Native Am  | Male      | 23        | Native Am | Brother    | Blunt Obj  | Alaska  |
| 19     | Nome      | June     | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 27        | Native Am  | Male      | 33        | Native Am | Acquainta  | Handgun    | Alaska  |
| 20     | Bethel    | February | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 33        | Native Am  | Male      | 35        | Native Am | Brother    | Handgun    | Alaska  |
| 21     | North Slo | August   | 1        | Murder or | Yes       | Female     | 31        | Unknown    | Male      | 29        | Unknown   | Stepdaug   | Rifle      | Alaska  |
| 22     | North Slo | August   | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 21        | Unknown    | Male      | 29        | Unknown   | Stepdaug   | Rifle      | Alaska  |
| 23     | North Slo | June     | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 60        | Unknown    | Male      | 26        | Unknown   | Acquainta  | Knife      | Alaska  |
| 24     | North Slo | July     | 1        | Manslaug  | Yes       | Female     | 40        | Unknown    | Male      | 41        | Unknown   | Wife       | Blunt Obj  | Alaska  |
| 25     | North Slo | August   | 1        | Murder or | Yes       | Female     | 16        | Unknown    | Male      | 29        | Unknown   | Stepdaug   | Rifle      | Alaska  |
| 26     | Kenai Pen | February | 1        | Murder or | Yes       | Female     | 36        | White      | Male      | 42        | White     | Wife       | Handgun    | Alaska  |
| 27     | Juneau    | February | 1        | Murder or | No        | Male       | 27        | Black      | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Handgun    | Alaska  |
| 28     | Juneau    | February | 2        | Murder or | Yes       | Male       | 31        | Native Am  | Female    | 28        | Native Am | Husband    | Handgun    | Alaska  |
| 29     | Juneau    | February | 3        | Murder or | Yes       | Male       | 27        | Native Am  | Female    | 36        | Native Am | Brother    | Rifle      | Alaska  |
| 30     | Juneau    | April    | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 18        | Unknown    | Male      | 61        | Native Am | Unknown    | Shotgun    | Alaska  |
| 31     | Juneau    | May      | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 27        | White      | Male      | 25        | White     | Brother    | Rifle      | Alaska  |
| 32     | Juneau    | June     | 1        | Manslaug  | Yes       | Female     | 8         | Asian/Pac  | Male      | 7         | Asian/Pac | Sister     | Rifle      | Alaska  |
| 33     | Juneau    | July     | 1        | Murder or | No        | Male       | 25        | White      | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Unknown    | Alaska  |
| 34     | Juneau    | July     | 2        | Murder or | No        | Male       | 24        | Native Am  | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Unknown    | Alaska  |
| 35     | Juneau    | July     | 3        | Murder or | No        | Male       | 33        | White      | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Firearm    | Alaska  |
| 36     | Juneau    | August   | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 21        | Native Am  | Male      | 17        | Native Am | Unknown    | Rifle      | Alaska  |
| 37     | Juneau    | August   | 2        | Murder or | Yes       | Female     | 46        | Native Am  | Male      | 34        | White     | Unknown    | Rifle      | Alaska  |
| 38     | Juneau    | October  | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 23        | Native Am  | Male      | 28        | Native Am | Acquainta  | Rifle      | Alaska  |
| 39     | Juneau    | October  | 2        | Murder or | No        | Female     | 22        | White      | Unknown   | 0         | Unknown   | Unknown    | Firearm    | Alaska  |
| 40     | Juneau    | October  | 3        | Manslaug  | Yes       | Male       | 45        | White      | Male      | 49        | White     | Acquainta  | Rifle      | Alaska  |
| 41     | Juneau    | October  | 4        | Manslaug  | Yes       | Male       | 21        | White      | Male      | 21        | White     | Friend     | Rifle      | Alaska  |
| 42     | Juneau    | Novembe  | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 26        | White      | Male      | 43        | White     | Friend     | Handgun    | Alaska  |
| 43     | Juneau    | Novembe  | 2        | Murder or | Yes       | Male       | 25        | Native Am  | Male      | 42        | Native Am | Family     | Rifle      | Alaska  |
| 44     | Juneau    | Novembe  | 3        | Manslaug  | Yes       | Female     | 40        | White      | Male      | 36        | White     | Friend     | Rifle      | Alaska  |
| 45     | Juneau    | Novembe  | 4        | Manslaug  | Yes       | Female     | 26        | Native Am  | Male      | 26        | Native Am | Wife       | Drowning   | Alaska  |
| 46     | Juneau    | Decembe  | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 23        | Native Am  | Male      | 23        | Native Am | Friend     | Knife      | Alaska  |
| 47     | Juneau    | Decembe  | 2        | Manslaug  | Yes       | Male       | 26        | Native Am  | Female    | 27        | Native Am | Husband    | Rifle      | Alaska  |
| 48     | Jefferson | February | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 58        | Black      | Male      | 43        | Black     | Neighbor   | Rifle      | Alabama |
| 49     | Jefferson | March    | 1        | Murder or | Yes       | Male       | 43        | White      | Female    | 38        | White     | Husband    | Shotgun    | Alabama |

|    |           |           |    |           |     |        |    |       |         |    |         |            |              |         |
|----|-----------|-----------|----|-----------|-----|--------|----|-------|---------|----|---------|------------|--------------|---------|
| 50 | Jefferson | April     | 1  | Murder of | Yes | Male   | 26 | Black | Male    | 66 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 51 | Jefferson | May       | 1  | Murder of | Yes | Male   | 17 | White | Male    | 40 | White   | Stranger   | Handgun      | Alabama |
| 52 | Jefferson | June      | 1  | Murder of | Yes | Male   | 24 | White | Female  | 23 | White   | Husband    | Handgun      | Alabama |
| 53 | Jefferson | July      | 1  | Murder of | Yes | Male   | 23 | Black | Male    | 32 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 54 | Jefferson | July      | 2  | Murder of | Yes | Male   | 42 | White | Female  | 40 | White   | Husband    | Handgun      | Alabama |
| 55 | Jefferson | July      | 3  | Murder of | Yes | Male   | 33 | Black | Male    | 26 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 56 | Jefferson | August    | 1  | Murder of | No  | Male   | 29 | White | Unknown | 0  | Unknown | Unknown    | Firearm      | Alabama |
| 57 | Jefferson | August    | 2  | Murder of | Yes | Female | 41 | White | Male    | 37 | White   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 58 | Jefferson | August    | 3  | Murder of | Yes | Male   | 68 | Black | Male    | 22 | Black   | Stranger   | Handgun      | Alabama |
| 59 | Jefferson | September | 41 | Murder of | Yes | Male   | 46 | White | Male    | 22 | White   | Father     | Rifle        | Alabama |
| 60 | Jefferson | October   | 1  | Murder of | No  | Male   | 23 | White | Unknown | 0  | Unknown | Unknown    | Handgun      | Alabama |
| 61 | Jefferson | November  | 1  | Manslaug  | Yes | Male   | 13 | White | Male    | 15 | White   | Friend     | Shotgun      | Alabama |
| 62 | Jefferson | December  | 1  | Murder of | Yes | Male   | 18 | Black | Male    | 38 | Black   | Stranger   | Handgun      | Alabama |
| 63 | Jefferson | February  | 1  | Murder of | Yes | Male   | 31 | Black | Male    | 43 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 64 | Jefferson | March     | 1  | Murder of | Yes | Female | 35 | Black | Male    | 38 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 65 | Jefferson | March     | 2  | Murder of | Yes | Male   | 24 | Black | Male    | 30 | Black   | In-Law     | Knife        | Alabama |
| 66 | Jefferson | April     | 1  | Murder of | Yes | Male   | 26 | Black | Female  | 24 | Black   | Husband    | Handgun      | Alabama |
| 67 | Jefferson | April     | 2  | Murder of | Yes | Male   | 44 | Black | Female  | 23 | Black   | Husband    | Handgun      | Alabama |
| 68 | Jefferson | June      | 1  | Murder of | Yes | Male   | 54 | Black | Male    | 28 | Black   | Acquainta  | Shotgun      | Alabama |
| 69 | Jefferson | June      | 2  | Murder of | Yes | Male   | 27 | Black | Male    | 25 | Black   | Brother    | Handgun      | Alabama |
| 70 | Jefferson | July      | 1  | Murder of | Yes | Female | 23 | Black | Male    | 26 | Black   | Wife       | Handgun      | Alabama |
| 71 | Jefferson | July      | 2  | Murder of | Yes | Male   | 33 | Black | Male    | 65 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 72 | Jefferson | October   | 1  | Murder of | Yes | Male   | 20 | Black | Male    | 24 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 73 | Jefferson | October   | 2  | Murder of | Yes | Male   | 27 | White | Male    | 25 | White   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 74 | Jefferson | January   | 1  | Murder of | Yes | Male   | 31 | Black | Female  | 19 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 75 | Jefferson | January   | 2  | Murder of | Yes | Male   | 45 | Black | Female  | 51 | Black   | Husband    | Knife        | Alabama |
| 76 | Jefferson | January   | 3  | Murder of | Yes | Male   | 37 | Black | Female  | 60 | Black   | Son        | Handgun      | Alabama |
| 77 | Jefferson | January   | 4  | Murder of | Yes | Female | 25 | Black | Male    | 43 | Black   | Girlfriend | Handgun      | Alabama |
| 78 | Jefferson | January   | 5  | Murder of | Yes | Male   | 35 | Black | Male    | 30 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 79 | Jefferson | January   | 6  | Murder of | Yes | Female | 35 | Black | Male    | 35 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 80 | Jefferson | January   | 7  | Murder of | Yes | Male   | 35 | Black | Male    | 30 | White   | Stranger   | Handgun      | Alabama |
| 81 | Jefferson | January   | 8  | Murder of | Yes | Female | 45 | Black | Male    | 45 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 82 | Jefferson | January   | 9  | Murder of | Yes | Male   | 22 | White | Male    | 19 | White   | Stranger   | Shotgun      | Alabama |
| 83 | Jefferson | January   | 10 | Murder of | Yes | Male   | 38 | Black | Male    | 45 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 84 | Jefferson | January   | 11 | Murder of | Yes | Male   | 51 | Black | Male    | 22 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 85 | Jefferson | February  | 1  | Murder of | Yes | Male   | 24 | Black | Male    | 30 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 86 | Jefferson | February  | 2  | Murder of | Yes | Female | 44 | Black | Male    | 64 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 87 | Jefferson | February  | 3  | Murder of | Yes | Male   | 30 | Black | Female  | 17 | Black   | Acquainta  | Shotgun      | Alabama |
| 88 | Jefferson | February  | 4  | Murder of | Yes | Male   | 22 | Black | Female  | 21 | Black   | Husband    | Knife        | Alabama |
| 89 | Jefferson | February  | 5  | Murder of | Yes | Male   | 30 | White | Male    | 32 | White   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 90 | Jefferson | February  | 6  | Murder of | Yes | Female | 46 | Black | Male    | 49 | Black   | Wife       | Knife        | Alabama |
| 91 | Jefferson | February  | 7  | Murder of | Yes | Female | 90 | Black | Male    | 17 | Black   | Acquainta  | Knife        | Alabama |
| 92 | Jefferson | March     | 1  | Murder of | Yes | Male   | 50 | Black | Female  | 43 | Black   | Husband    | Handgun      | Alabama |
| 93 | Jefferson | March     | 2  | Murder of | Yes | Female | 20 | Black | Female  | 17 | Black   | Family     | Shotgun      | Alabama |
| 94 | Jefferson | March     | 3  | Murder of | Yes | Male   | 40 | Black | Male    | 33 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |
| 95 | Jefferson | March     | 4  | Murder of | Yes | Male   | 24 | Black | Female  | 30 | Black   | Husband    | Handgun      | Alabama |
| 96 | Jefferson | March     | 5  | Murder of | No  | Male   | 30 | Black | Unknown | 0  | Unknown | Unknown    | Blunt Object | Alabama |
| 97 | Jefferson | March     | 6  | Murder of | Yes | Male   | 38 | Black | Male    | 30 | Black   | Stranger   | Handgun      | Alabama |
| 98 | Jefferson | March     | 7  | Murder of | Yes | Male   | 23 | Black | Male    | 30 | White   | Stranger   | Handgun      | Alabama |
| 99 | Jefferson | April     | 1  | Murder of | Yes | Female | 20 | Black | Male    | 18 | Black   | Acquainta  | Handgun      | Alabama |

Таблица 1 – MUP homicide-reports.xlsx

### 1.3 Преобразование исходных данных из промежуточных файлов MS Excel в базы данных системы "Эйдос".

Для преобразования исходных данных обучающей выборки в базы данных системы "Эйдос" необходимо файл MicrosoftOfficeExcel, который содержит базу данных компьютерных процессоров скопировать в Aidos-X\AID\_DATA\Inp\_data и назвать Inp\_data.xlsx.



Далее запускаем систему "Эйдос" из папки "Aidos-X" файлом \_aidos-x.exe. Система попросит ввести логин и пароль. Необходимо ввести: логин – 1, пароль – 1. После откроется главное окно программы.

Для загрузки базы данных необходимо зайти в режим 2.3.2.2 и в настройках изменить (рисунок 1):

- "Задайте тип файла исходных данных Inp\_data": "XLSX-MSExcel-2007(2010)";
- "Задайте диапазон столбцов классификационных шкал": "Начальный столбец классификационных шкал" – 15, "Конечный столбец классификационных шкал" – 15;
- "Задайте диапазон столбцов описательных шкал": "Начальный столбец описательных шкал" – 2, "Конечный столбец описательных шкал" – 14;
- "Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей": "Не применять сценарный метод АСК-анализа и спец. Интерпретацию ТХТ-полей".

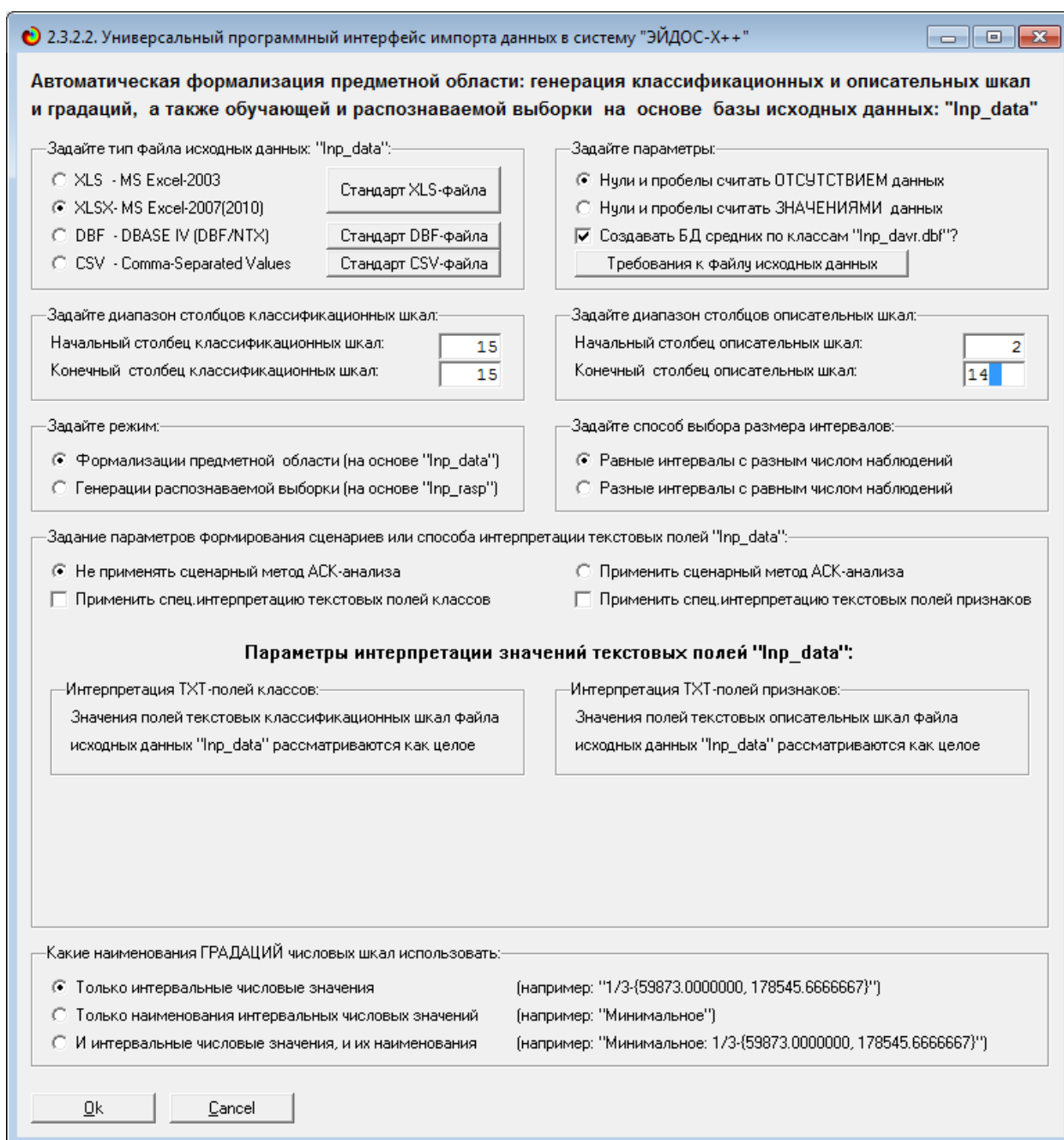


Рисунок 1 – Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "Эйдос"

После нажать кнопку "Ок". Далее открывается окно, где размещена информация о размерности модели (рисунок 2). В этом окне необходимо задать число интервалов равным 3 и нажать кнопку "Выйти на создание модели".

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

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [2 x 79]

| 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  | 0                                 | 0                                     | 0,00                                        | 3                            | 9                                     | 3,00                                       |
| Текстовые | 1                                 | 2                                     | 2,00                                        | 10                           | 70                                    | 7,00                                       |
| ВСЕГО:    | 1                                 | 2                                     | 2,00                                        | 13                           | 79                                    | 6,08                                       |

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации

Выйти на создание модели

Рисунок 2 – Задание размерности модели системы "Эйдос"

Далее открывается окно, где происходит процесс импорта данных из внешней БД "Inp\_data" в систему "Эйдос" (рисунок 3). 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-Х++"

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: 09:03:43

Окончание: 9:03:47

100%

Прошло: 0:00:04

Осталось: 0:00:00

Ok

Рисунок 3 – Процесс импорта данных из внешней БД "Inp\_data" в систему "Эйдос"

В результате этого процесса будут сформированы классификационные и описательные шкалы и градации. Их применение позволит закодировать исходные данные и представить в форме эвентологических баз данных. Для просмотра классификационных шкал и градаций необходимо запустить

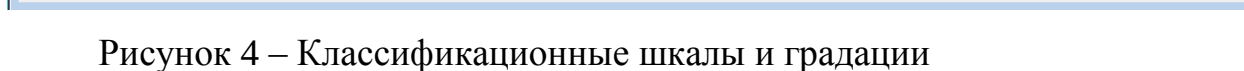


Рисунок 4 – Классификационные шкалы и градации

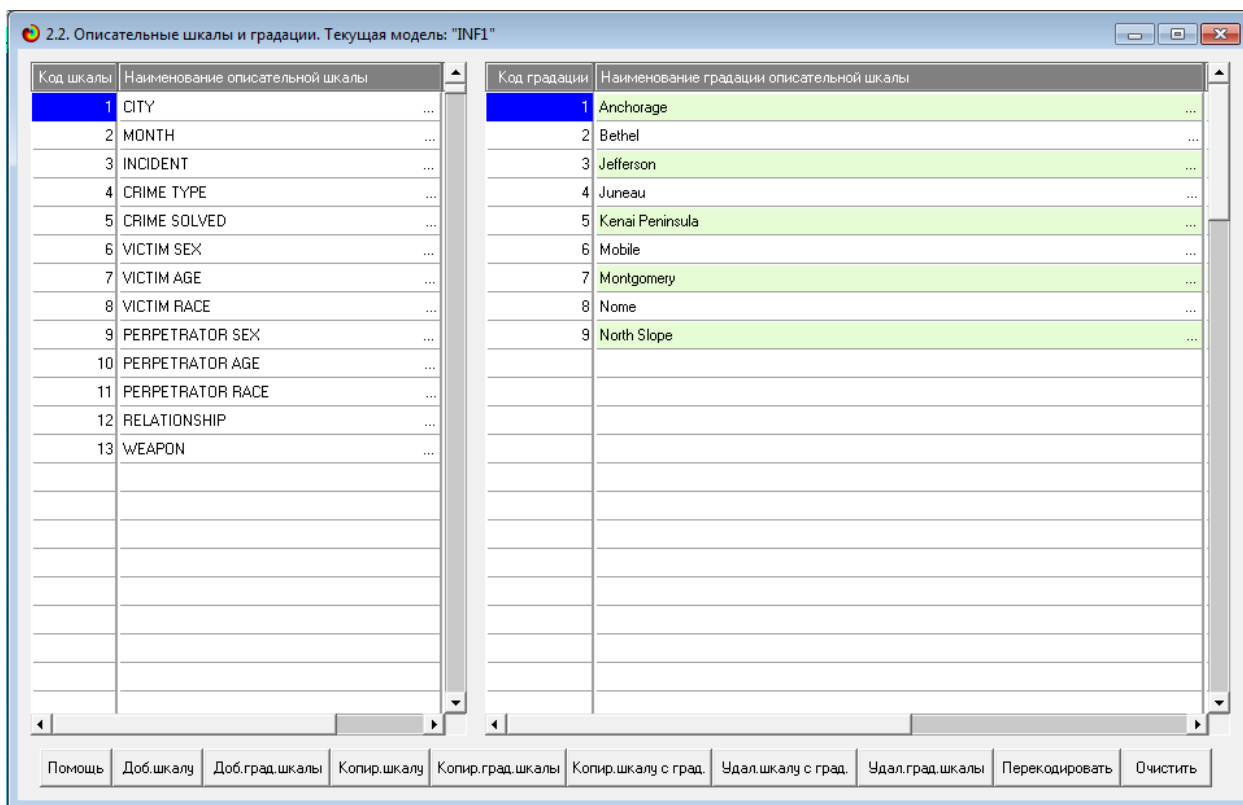


Рисунок 5 – Описательные шкалы и градации

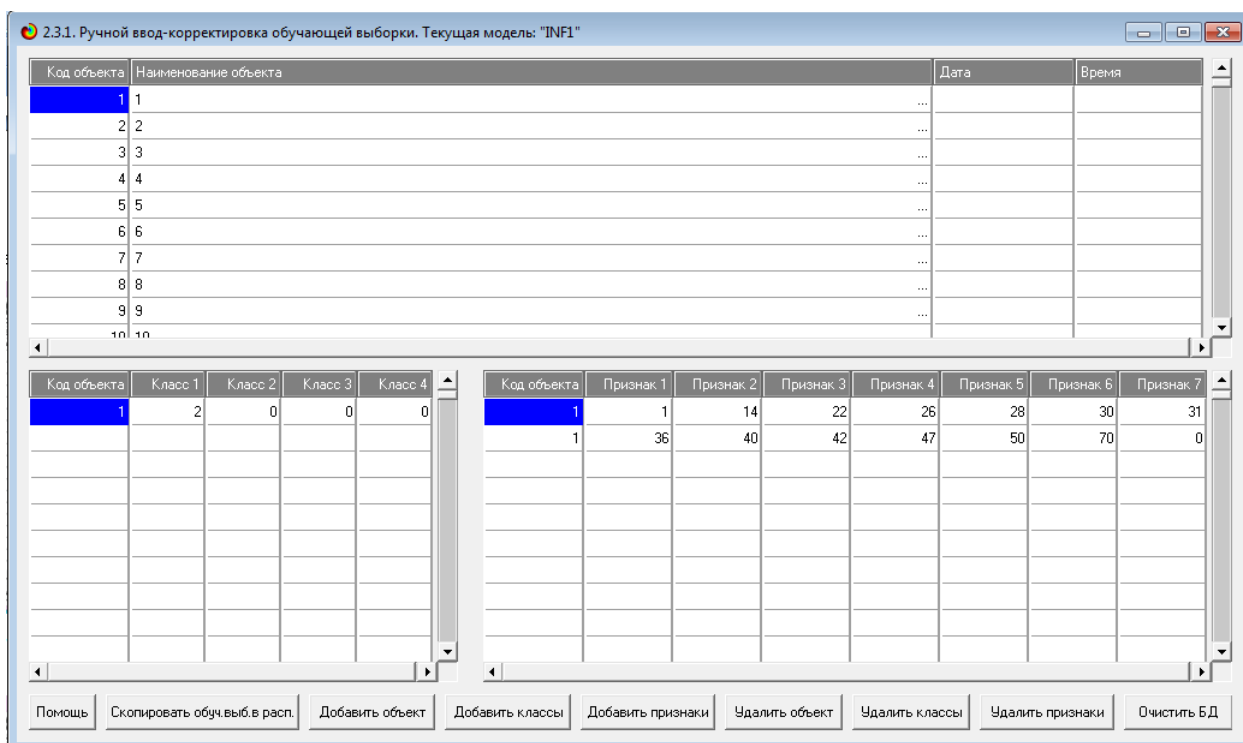


Рисунок 6 – Обучающая выборка (фрагмент)

Таким образом, созданы все необходимые и достаточные предпосылки для выявления силы и направления причинно-следственных связей между

значениями факторов и результатами их совместного системного воздействия (с учетом нелинейности системы).

### 1.3. Синтез и верификация статистических и интеллектуальных моделей

Далее запускаем режим 3.5, в котором задаются модели для синтеза и верификации, а также задается модель, которой по окончании режима присваивается статус текущей (рисунок 7).

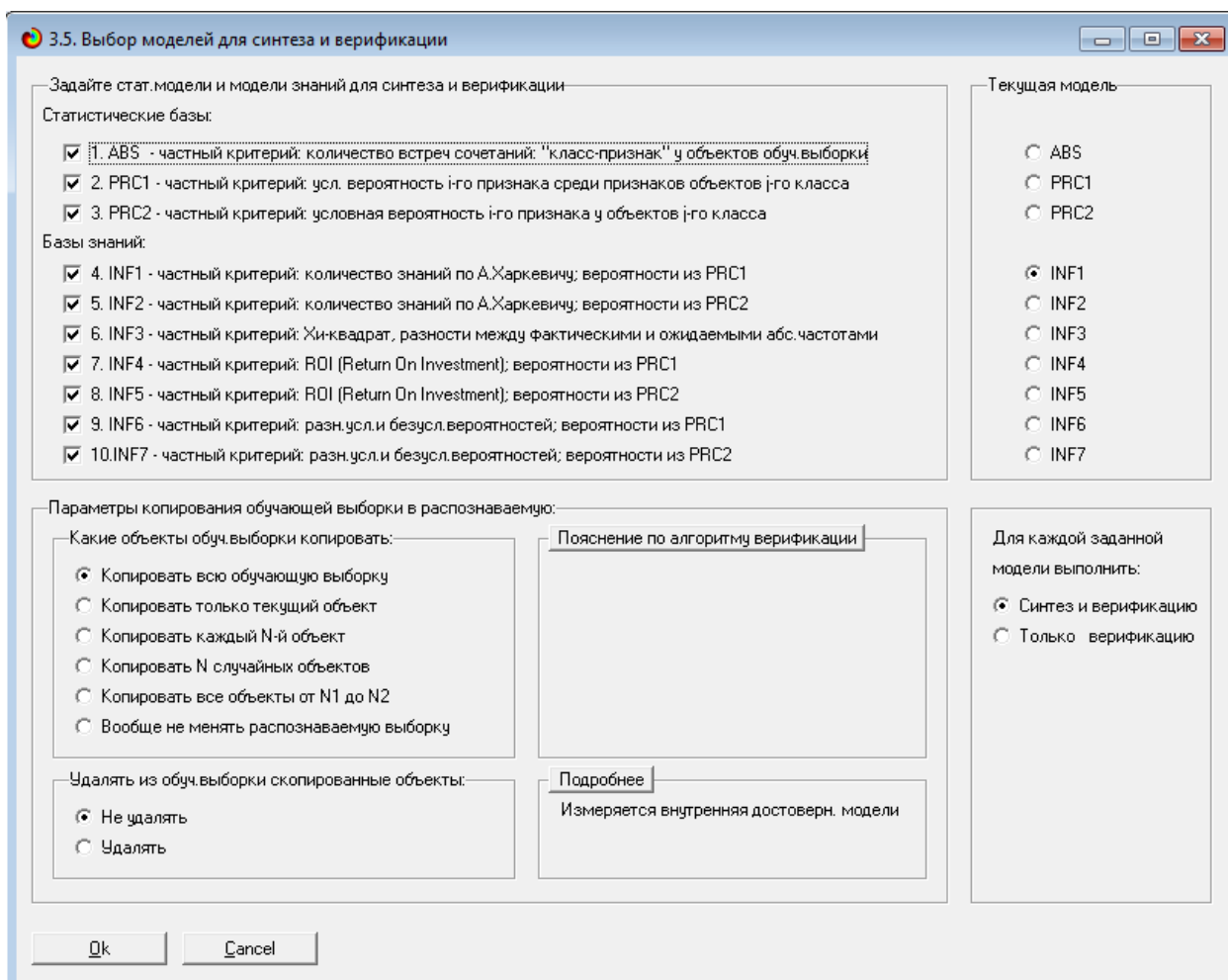


Рисунок 7 – Выбор моделей для синтеза и верификации, а также текущей модели

В данном режиме имеется много различных методов верификации моделей, в том числе и поддерживающие бутстрепный метод. Но мы используем параметры по умолчанию. Стадия процесса исполнения режима

3.5 и прогноз времени его окончания отображаются на экранной форме, приведенной на рисунке 8.

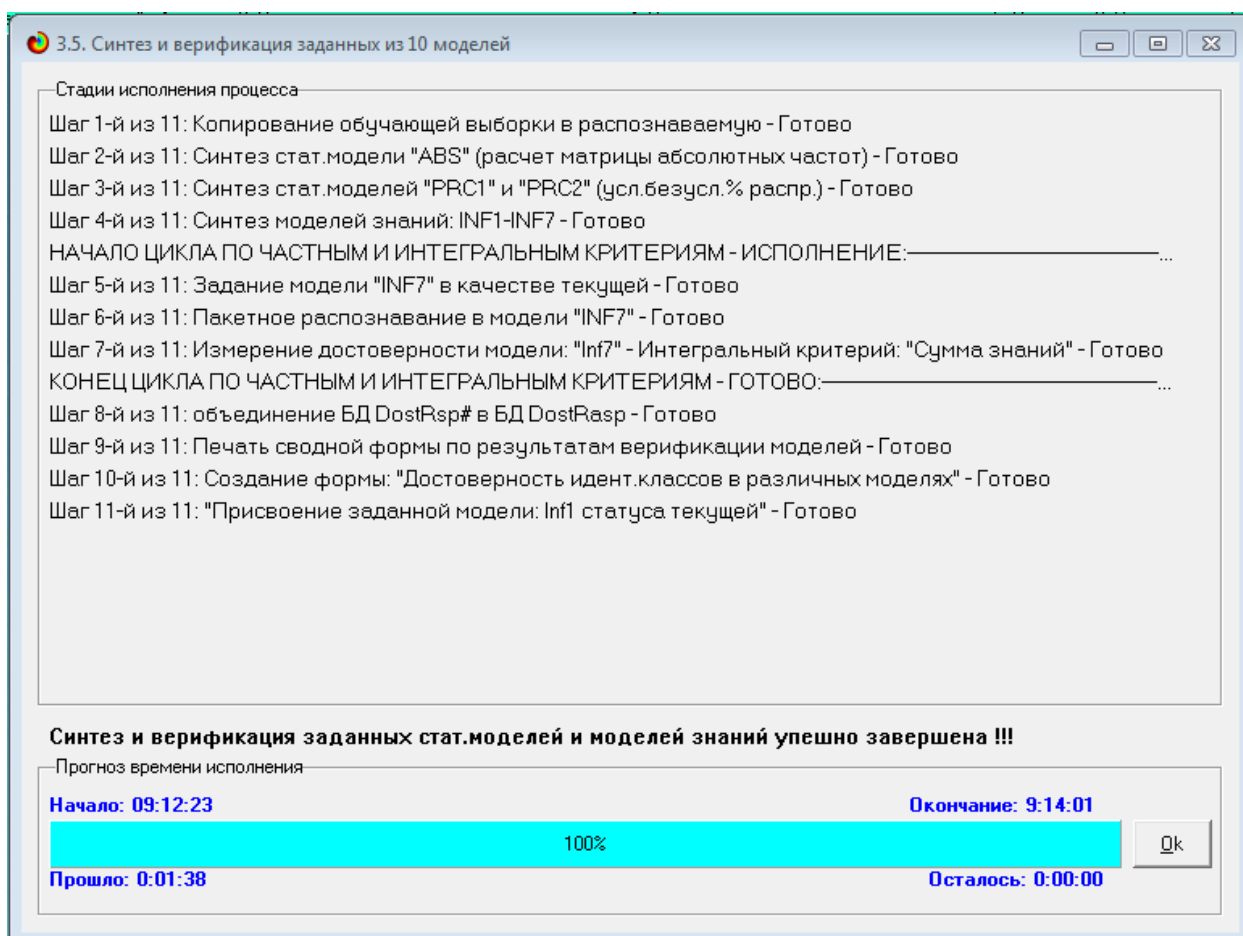


Рисунок 8 – Синтез и верификация статистических моделей и моделей знаний

Синтез и верификация всех моделей на данной задаче заняли 1,38 минут. При этом верификация (оценка достоверности моделей) проводилась на всех 100 примерах наблюдения из обучающей выборки. В результате выполнения режима 3.5 созданы все модели, со всеми частными критериями, перечисленные на рисунке 8, но ниже приведем лишь некоторые из них (таблицы 2, 3, 4).

#### 1.4. Виды моделей системы «Эйдос»

Рассмотрим решение задачи идентификации на примере модели INF1, в которой рассчитано количество информации по А.Харкевичу, которое мы

получаем о принадлежности идентифицируемого объекта к каждому из классов, если знаем, что у этого объекта есть некоторый признак.

По сути, частные критерии представляют собой просто формулы для преобразования матрицы абсолютных частот (таблица 2) в матрицы условных и безусловных процентных распределений, и матрицы знаний (таблицы 3 и 4) (проф. В.И.Лойко).

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

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | 1. STATE ALABAMA | 2. STATE ALASKA | Сумма | Среднее | Средн. квадр. |
|--------------|--------------------------------------------|------------------|-----------------|-------|---------|---------------|
| 1            | CITY-Anchorage                             |                  | 17              | 17    | 8.500   | 12.021        |
| 2            | CITY-Bethel                                |                  | 1               | 1     | 0.500   | 0.707         |
| 3            | CITY-Jefferson                             | 130              |                 | 130   | 65.000  | 91.924        |
| 4            | CITY-Juneau                                |                  | 22              | 22    | 11.000  | 15.556        |
| 5            | CITY-Kenai Peninsula                       |                  | 1               | 1     | 0.500   | 0.707         |
| 6            | CITY-Mobile                                | 88               |                 | 88    | 44.000  | 62.225        |
| 7            | CITY-Montgomery                            | 34               |                 | 34    | 17.000  | 24.042        |
| 8            | CITY-Nome                                  |                  | 1               | 1     | 0.500   | 0.707         |
| 9            | CITY-North Slope                           |                  | 5               | 5     | 2.500   | 3.536         |
| 10           | MONTH-April                                | 19               | 3               | 22    | 11.000  | 11.314        |
| 11           | MONTH-August                               | 23               | 8               | 31    | 15.500  | 10.607        |
| 12           | MONTH-December                             | 16               | 3               | 19    | 9.500   | 9.192         |
| 13           | MONTH-February                             | 19               | 5               | 24    | 12.000  | 9.899         |
| 14           | MONTH-January                              | 23               | 1               | 24    | 12.000  | 15.556        |
| 15           | MONTH-July                                 | 25               | 7               | 32    | 16.000  | 12.728        |
| 16           | MONTH-June                                 | 22               | 6               | 28    | 14.000  | 11.314        |
| 17           | MONTH-March                                | 27               | 2               | 29    | 14.500  | 17.678        |
| 18           | MONTH-May                                  | 21               | 3               | 24    | 12.000  | 12.728        |
| 19           | MONTH-November                             | 18               | 5               | 23    | 11.500  | 9.192         |
| 20           | MONTH-October                              | 26               | 4               | 30    | 15.000  | 15.556        |
| 21           | MONTH-September                            | 13               |                 | 13    | 6.500   | 9.192         |
| 22           | INCIDENT-1/3-{1.0000000, 14.3333333}       | 250              | 47              | 297   | 148.500 | 143.543       |
| 23           | INCIDENT-2/3-{14.3333333, 27.6666667}      |                  |                 |       |         |               |
| 24           | INCIDENT-3/3-{27.6666667, 41.0000000}      | 2                |                 | 2     | 1.000   | 1.414         |

Таблица 2 – Матрица абсолютных частот (модель ABS) и условных и безусловных процентных распределений (фрагменты)



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

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | 1. STATE ALABAMA | 2. STATE ALASKA | Сумма  | Среднее | Средн. квадрат. |
|--------------|--------------------------------------------|------------------|-----------------|--------|---------|-----------------|
| 1            | CITY-Anchorage                             |                  | 0.225           | 0.225  | 0.112   | 0.159           |
| 2            | CITY-Bethel                                |                  | 0.225           | 0.225  | 0.112   | 0.159           |
| 3            | CITY-Jefferson                             | 0.021            |                 | 0.021  | 0.010   | 0.015           |
| 4            | CITY-Juneau                                |                  | 0.225           | 0.225  | 0.112   | 0.159           |
| 5            | CITY-Kenai Peninsula                       |                  | 0.225           | 0.225  | 0.112   | 0.159           |
| 6            | CITY-Mobile                                | 0.021            |                 | 0.021  | 0.010   | 0.015           |
| 7            | CITY-Montgomery                            | 0.021            |                 | 0.021  | 0.010   | 0.015           |
| 8            | CITY-Nome                                  |                  | 0.225           | 0.225  | 0.112   | 0.159           |
| 9            | CITY-North Slope                           |                  | 0.225           | 0.225  | 0.112   | 0.159           |
| 10           | MONTH-April                                | 0.003            | -0.017          | -0.014 | -0.007  | 0.014           |
| 11           | MONTH-August                               | -0.016           | 0.061           | 0.045  | 0.023   | 0.054           |
| 12           | MONTH-December                             | 0.000            | 0.001           | 0.001  | 0.000   | 0.001           |
| 13           | MONTH-February                             | -0.008           | 0.035           | 0.027  | 0.014   | 0.030           |
| 14           | MONTH-January                              | 0.015            | -0.160          | -0.145 | -0.072  | 0.124           |
| 15           | MONTH-July                                 | -0.009           | 0.041           | 0.031  | 0.016   | 0.035           |
| 16           | MONTH-June                                 | -0.009           | 0.038           | 0.030  | 0.015   | 0.033           |
| 17           | MONTH-March                                | 0.012            | -0.099          | -0.087 | -0.044  | 0.079           |
| 18           | MONTH-May                                  | 0.004            | -0.027          | -0.023 | -0.011  | 0.022           |
| 19           | MONTH-November                             | -0.009           | 0.040           | 0.031  | 0.015   | 0.035           |
| 20           | MONTH-October                              | 0.003            | -0.019          | -0.016 | -0.008  | 0.016           |
| 21           | MONTH-September                            | 0.021            |                 | 0.021  | 0.010   | 0.015           |
| 22           | INCIDENT-1/3-{1.0000000, 14.3333333}       | 0.000            | 0.001           | 0.001  | 0.001   | 0.001           |
| 23           | INCIDENT-2/3-{14.3333333, 27.6666667}      |                  |                 |        |         |                 |
| 24           | INCIDENT-3/3-{27.6666667, 41.0000000}      | 0.021            |                 | 0.021  | 0.010   | 0.015           |
| 25           | CRIME TYPE-Manslaughter by Negligence      | -0.162           | 0.194           | 0.033  | 0.016   | 0.252           |

Таблица 3 – Матрица информативностей (модель INF1) в битах (фрагмент)

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

| Код признака | Наименование описательной шкалы и градации | 1. STATE ALABAMA | 2. STATE ALASKA | Сумма | Среднее | Средн. квадрат |
|--------------|--------------------------------------------|------------------|-----------------|-------|---------|----------------|
| 1            | CITY-Anchorage                             | -14.342          | 14.342          |       |         | 20.283         |
| 2            | CITY-Bethel                                | -0.844           | 0.844           |       |         | 1.193          |
| 3            | CITY-Jefferson                             | 20.325           | -20.325         |       |         | 28.744         |
| 4            | CITY-Juneau                                | -18.560          | 18.560          |       |         | 26.248         |
| 5            | CITY-Kenai Peninsula                       | -0.844           | 0.844           |       |         | 1.193          |
| 6            | CITY-Mobile                                | 13.759           | -13.759         |       |         | 19.458         |
| 7            | CITY-Montgomery                            | 5.316            | -5.316          |       |         | 7.518          |
| 8            | CITY-Nome                                  | -0.844           | 0.844           |       |         | 1.193          |
| 9            | CITY-North Slope                           | -4.218           | 4.218           |       |         | 5.966          |
| 10           | MONTH-April                                | 0.440            | -0.440          |       |         | 0.622          |
| 11           | MONTH-August                               | -3.153           | 3.153           |       |         | 4.459          |
| 12           | MONTH-December                             | -0.029           | 0.029           |       |         | 0.042          |
| 13           | MONTH-February                             | -1.248           | 1.248           |       |         | 1.764          |
| 14           | MONTH-January                              | 2.752            | -2.752          |       |         | 3.892          |
| 15           | MONTH-July                                 | -1.997           | 1.997           |       |         | 2.824          |
| 16           | MONTH-June                                 | -1.622           | 1.622           |       |         | 2.294          |
| 17           | MONTH-March                                | 2.534            | -2.534          |       |         | 3.584          |
| 18           | MONTH-May                                  | 0.752            | -0.752          |       |         | 1.064          |
| 19           | MONTH-November                             | -1.404           | 1.404           |       |         | 1.986          |
| 20           | MONTH-October                              | 0.690            | -0.690          |       |         | 0.976          |
| 21           | MONTH-September                            | 2.033            | -2.033          |       |         | 2.874          |
| 22           | INCIDENT-1/3-{1.0000000, 14.3333333}       | -0.565           | 0.565           |       |         | 0.799          |
| 23           | INCIDENT-2/3-{14.3333333, 27.6666667}      |                  |                 |       |         |                |
| 24           | INCIDENT-3/3-{27.6666667, 41.0000000}      | 0.313            | -0.313          |       |         | 0.442          |
| 25           | CRIME TYPE-Manslaughter by Negligence      | -5.593           | 5.593           |       |         | 7.910          |

Таблица 4 – Матрица знаний (модель INF3) (фрагмент)

### 1.5. Результаты верификации моделей

Результаты верификации (оценки достоверности) моделей (режим 4.1.3.6), отличающихся частными критериями с двумя приведенными выше интегральными критериями приведены на рисунке 9.

4.1.3.6. Обобщенная форма по достов. моделей 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 ложн.-положительных решений (FP) | Число ложн.-отрицательных решений (FN) | Точность модели | Полнота модели | Ф-мера Ван Ризбергера | Сила между уровнем истинно-полож. решений (ST) | Сила между уровнем истинно-отриц. решений (ST) | Сила между уровнем ложно-полож. решений (SFP) | Сила между уровнем ложно-отриц. решений (SF) | S-T |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----|
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "х.лас"       | Корреляция абс частот с абс частот по признакам         | 299                               | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000          | 0.667                 | 229.263                                        |                                                | 167.337                                       |                                              |     |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "х.лас"       | Сила абс частот по признакам                            | 299                               | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000          | 0.667                 | 215.894                                        |                                                | 59.704                                        |                                              |     |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред.     | Корреляция усл.отн частот с усл.отн частот по признакам | 299                               | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000          | 0.667                 | 229.263                                        |                                                | 167.337                                       |                                              |     |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред.     | Сила усл.отн частот по признакам                        | 299                               | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000          | 0.667                 | 242.955                                        |                                                | 187.736                                       |                                              |     |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака.      | Корреляция усл.отн частот с усл.отн частот по признакам | 299                               | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000          | 0.667                 | 229.262                                        |                                                | 167.336                                       |                                              |     |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака.      | Сила усл.отн частот по признакам                        | 299                               | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000          | 0.667                 | 242.744                                        |                                                | 186.729                                       |                                              |     |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.     | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 274                                      | 279                                      | 20                                     | 25                                     | 0.932           | 0.916          | 0.924                 | 70.672                                         | 165.492                                        | 2.927                                         | 4.402                                        |     |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.     | Сила знаний                                             | 299                               | 249                                      | 260                                      | 39                                     | 50                                     | 0.865           | 0.833          | 0.848                 | 36.155                                         | 113.309                                        | 3.839                                         | 2.503                                        |     |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.     | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 274                                      | 279                                      | 20                                     | 25                                     | 0.932           | 0.916          | 0.924                 | 70.732                                         | 165.514                                        | 2.928                                         | 4.415                                        |     |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, в.     | Сила знаний                                             | 299                               | 250                                      | 264                                      | 35                                     | 49                                     | 0.877           | 0.836          | 0.856                 | 36.368                                         | 115.418                                        | 3.697                                         | 2.484                                        |     |
| 6. INF3 - частный критерий: Уинкварт, разности между фактич.         | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 284                                      | 284                                      | 15                                     | 15                                     | 0.959           | 0.950          | 0.950                 | 158.195                                        | 158.195                                        | 1.659                                         | 1.659                                        |     |
| 6. INF3 - частный критерий: Уинкварт, разности между фактич.         | Сила знаний                                             | 299                               | 284                                      | 284                                      | 15                                     | 15                                     | 0.950           | 0.950          | 0.950                 | 157.895                                        | 157.895                                        | 1.645                                         | 1.645                                        |     |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно...   | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 247                                      | 283                                      | 16                                     | 52                                     | 0.939           | 0.826          | 0.879                 | 100.790                                        | 224.991                                        | 2.663                                         | 10.022                                       |     |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно...   | Сила знаний                                             | 299                               | 262                                      | 238                                      | 61                                     | 37                                     | 0.811           | 0.876          | 0.842                 | 30.949                                         | 20.253                                         | 4.557                                         | 0.472                                        |     |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно...   | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 249                                      | 283                                      | 16                                     | 50                                     | 0.940           | 0.833          | 0.883                 | 101.016                                        | 224.978                                        | 2.667                                         | 10.009                                       |     |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно...   | Сила знаний                                             | 299                               | 262                                      | 238                                      | 61                                     | 37                                     | 0.811           | 0.876          | 0.842                 | 31.048                                         | 20.775                                         | 4.455                                         | 0.459                                        |     |
| 9. INF6 - частный критерий: разн усл и безуслов вероятностей; вер... | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 271                                      | 272                                      | 27                                     | 28                                     | 0.909           | 0.906          | 0.908                 | 144.392                                        | 143.070                                        | 3.076                                         | 4.028                                        |     |
| 9. INF6 - частный критерий: разн усл и безуслов вероятностей; вер... | Сила знаний                                             | 299                               | 284                                      | 258                                      | 41                                     | 15                                     | 0.874           | 0.950          | 0.910                 | 47.403                                         | 136.814                                        | 3.533                                         | 1.596                                        |     |
| 10. INF7 - частный критерий: разн усл и безуслов вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна.                             | 299                               | 271                                      | 272                                      | 27                                     | 28                                     | 0.909           | 0.906          | 0.908                 | 144.811                                        | 143.284                                        | 3.047                                         | 3.934                                        |     |
| 10. INF7 - частный критерий: разн усл и безуслов вероятностей; ве... | Сила знаний                                             | 299                               | 285                                      | 257                                      | 42                                     | 14                                     | 0.872           | 0.953          | 0.911                 | 46.987                                         | 138.027                                        | 3.280                                         | 1.677                                        |     |

Поиск

Рисунок 9 Оценки достоверности моделей

Наиболее достоверной в данном приложении оказались модели INF4 и INF5 при интегральном критерии «Семантический резонанс знаний». При этом точность модели INF5 составляет 0,465. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры, предложенное проф.Е.В.Луценко (L-мера), при этом точность модели составляет 0,824 и 0,911 по L1 и L2-мерам. Таким образом, уровень достоверности прогнозирования с применением модели выше, чем экспертных оценок, достоверность которых считается равной примерно 70%.

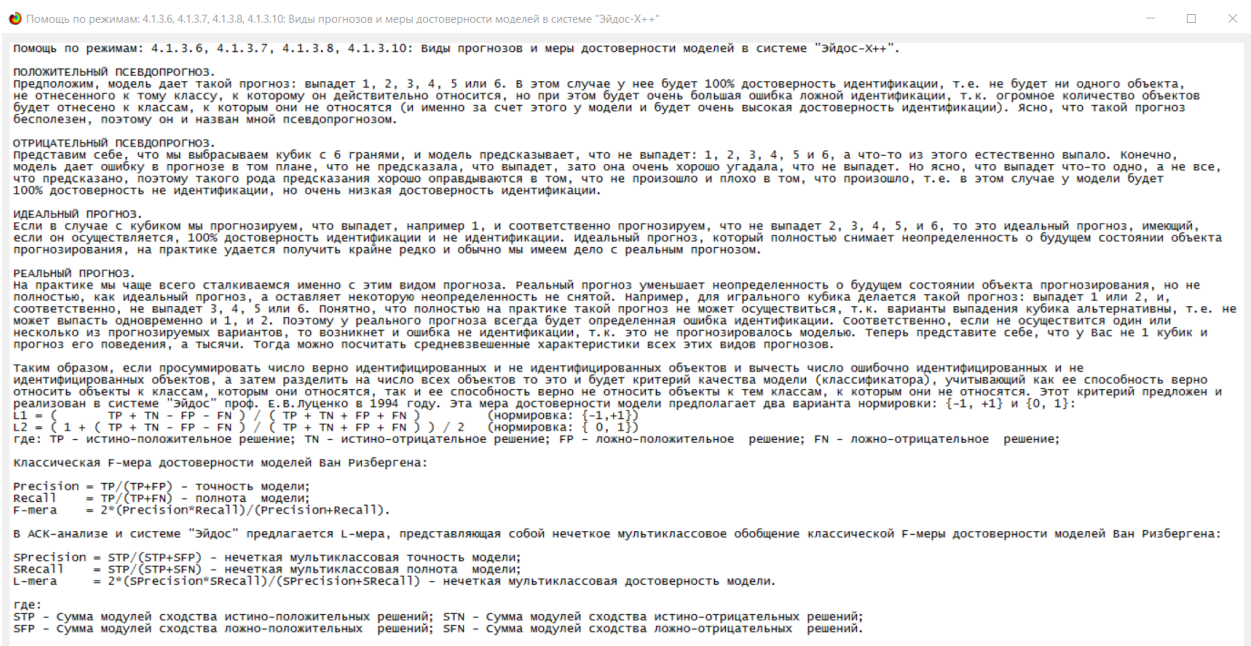


Рисунок 10. Виды прогнозов и принцип определения достоверности моделей по авторскому варианту метрики, сходной с F-критерием

Также 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 11 приведены частные распределения уровней сходства и различия для верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных ситуаций в наиболее достоверной модели INF5.

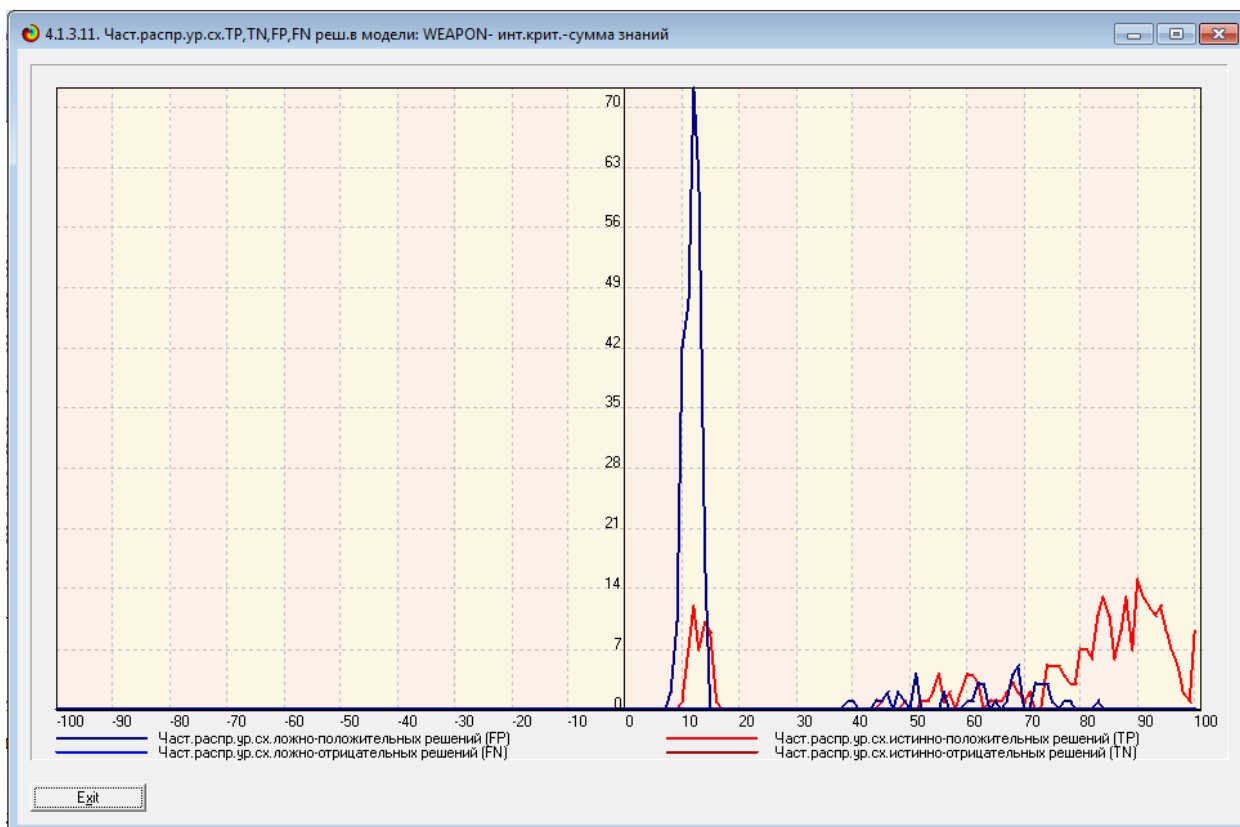


Рисунок 11. Частное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных состояний объекта моделирования в модели INF5

Из рисунка 11 видно, что:

- наиболее достоверная модель INF5 лучше определяет непринадлежность объекта к классу, чем принадлежность (что видно также из рисунка 9);

- модуль уровня сходства-различия в наиболее достоверной модели INF5 для верно идентифицированных и верно неидентифицированных объектов выше, чем для ошибочно идентифицированных и ошибочно неидентифицированных. Это верно практически для всего диапазона уровней сходства-различия, кроме небольших по модулю значений в диапазоне от 0 до 15% уровня сходства. Для больших значений уровней сходства-различия (более 50%) различие между верно и ошибочно идентифицированными и неидентифицированными ситуациями настолько велико, что учитывая уровень сходства-различия не представляет никакой проблемы разделить

истинные положительные и отрицательные решения от ложных положительных и отрицательных решений. Это и стало основой для нечеткого обобщения F-меры Ван Ризбергена, т.е. такого ее обобщения, которое учитывает не только сам факт ложно или истинно положительного или отрицательного решения, но и его надежность.

Возьмем любые данные о наблюдениях как сумму истинного значения и шума, однако ни первое, ни второе неизвестны. Поэтому необходимо сравнить созданные модели с чисто случайными моделями, совпадающими по основным характеристикам. В системе «Эйдос» есть лабораторная работа № 2.01: «Исследование RND-модели при различных объемах выборки». Если данная работа устанавливается при отсутствии текущего приложения, то все параметры создаваемых моделей задаются вручную, если же текущая модель существует, как в нашем случае, то все основные ее параметры определяются автоматически.



Рисунок 12. Экранная форма управления созданием случайных моделей, совпадающих с текущей по размерностям основных баз данных

На рисунке 13 показано частное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных состояний в случайной модели INF5.

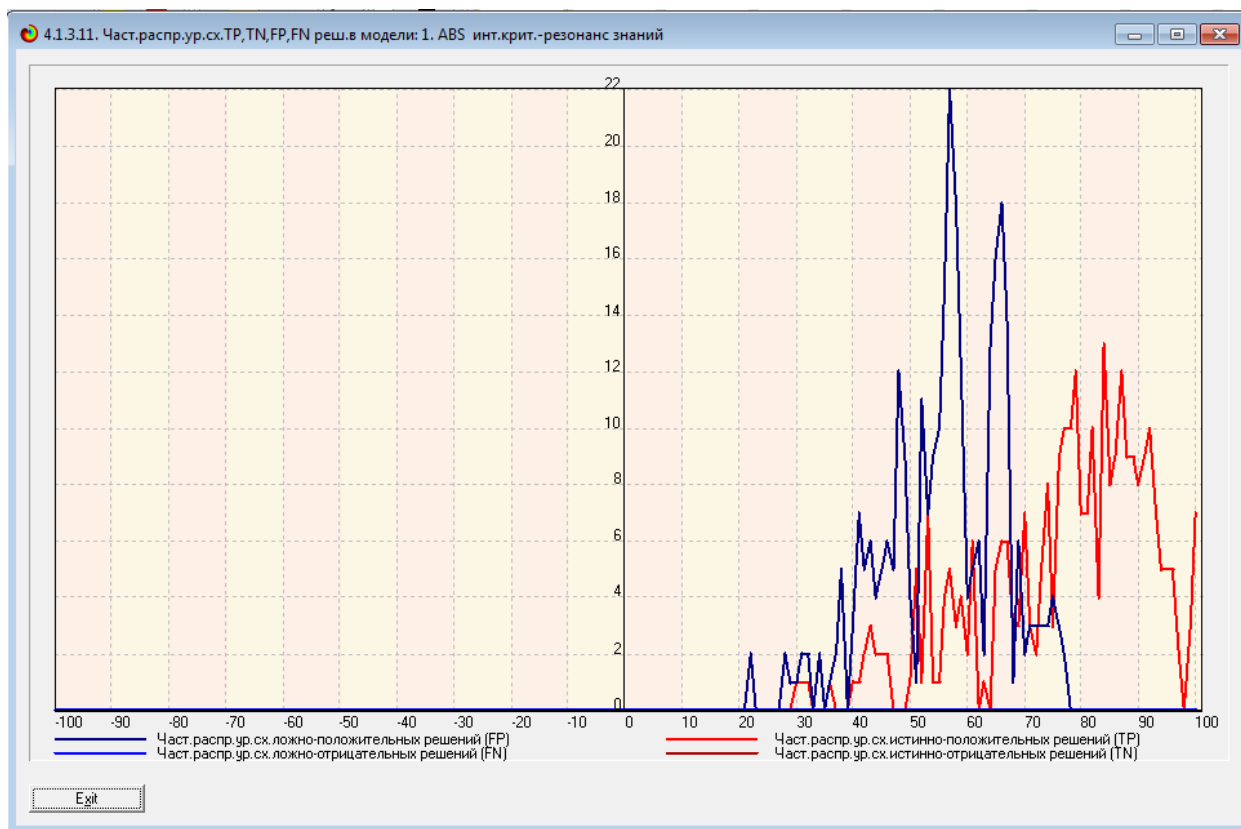


Рисунок 13. Частное распределение сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных состояний в случайной модели INF4

Различие частотных распределений уровней сходства-различия верно и ошибочно идентифицированных и неидентифицированных состояний объекта моделирования и случайной модели объясняется тем, что в реальных моделях кроме шума есть также и информация об истинных причинно-следственных взаимосвязях факторов и их значений с одной стороны, и состояниями объекта моделирования, которые ими обуславливаются, с другой стороны.

На рисунке 14 приведены данные по достоверности статистических и когнитивных моделей, созданных на основе случайной выборки.

| Наименование модели и частного критерия                                 | Интегральный критерий                                  | Всего объектов выборки | Число истинно-положительных решений (TP) | Число истинно-отрицательных решений (TN) | Число ложно-положительных решений (FP) | Число ложно-отрицательных решений (FN) | Точность модели | Полная модель | Функция Ризбергена | Сумма квадратов отклонений от истинно-положительных решений (ST) | Сумма квадратов отклонений от истинно-отрицательных решений (ST) | Сумма квадратов отклонений от ложно-положительных решений (ST) | Сумма квадратов отклонений от ложно-отрицательных решений (ST) |
|-------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------|-----------------|---------------|--------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс"          | Корреляция абс частот с абс частот по признаку         | 299                    | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000         | 0.667              | 229.263                                                          | 167.337                                                          | 167.337                                                        | 167.337                                                        |
| 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс"          | Сумма абс частот по признаку                           | 299                    | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000         | 0.667              | 215.894                                                          | 167.337                                                          | 167.337                                                        | 167.337                                                        |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред.         | Корреляция усл отн частот с усл отн частот по признаку | 299                    | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000         | 0.667              | 229.263                                                          | 167.337                                                          | 167.337                                                        | 167.337                                                        |
| 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред.         | Сумма усл отн частот по признаку                       | 299                    | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000         | 0.667              | 242.955                                                          | 167.337                                                          | 167.337                                                        | 167.337                                                        |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака           | Корреляция усл отн частот с усл отн частот по признаку | 299                    | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000         | 0.667              | 229.262                                                          | 167.336                                                          | 167.336                                                        | 167.336                                                        |
| 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака           | Сумма усл отн частот по признаку                       | 299                    | 299                                      | 299                                      | 299                                    | 299                                    | 0.500           | 1.000         | 0.667              | 242.744                                                          | 166.729                                                          | 166.729                                                        | 166.729                                                        |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в.         | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 274                                      | 279                                      | 20                                     | 25                                     | 0.932           | 0.916         | 0.924              | 70.872                                                           | 165.492                                                          | 2.927                                                          | 4.402                                                          |
| 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в.         | Сумма знаний                                           | 299                    | 249                                      | 260                                      | 39                                     | 50                                     | 0.865           | 0.833         | 0.848              | 36.155                                                           | 113.309                                                          | 3.839                                                          | 2.503                                                          |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в.         | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 274                                      | 279                                      | 20                                     | 25                                     | 0.932           | 0.916         | 0.924              | 70.732                                                           | 165.514                                                          | 2.928                                                          | 4.415                                                          |
| 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу; в.         | Сумма знаний                                           | 299                    | 250                                      | 264                                      | 35                                     | 49                                     | 0.877           | 0.836         | 0.856              | 36.368                                                           | 115.418                                                          | 3.697                                                          | 2.484                                                          |
| 6. INF3 - частный критерий: "линейный", разности между фактин...        | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 284                                      | 284                                      | 15                                     | 15                                     | 0.950           | 0.950         | 0.950              | 158.195                                                          | 158.195                                                          | 1.658                                                          | 1.658                                                          |
| 6. INF3 - частный критерий: "линейный", разности между фактин...        | Сумма знаний                                           | 299                    | 284                                      | 284                                      | 15                                     | 15                                     | 0.950           | 0.950         | 0.950              | 157.895                                                          | 157.895                                                          | 1.645                                                          | 1.645                                                          |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероя...        | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 247                                      | 283                                      | 16                                     | 52                                     | 0.939           | 0.826         | 0.879              | 100.790                                                          | 224.991                                                          | 2.663                                                          | 10.022                                                         |
| 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероя...        | Сумма знаний                                           | 299                    | 262                                      | 238                                      | 61                                     | 37                                     | 0.811           | 0.876         | 0.842              | 30.949                                                           | 20.253                                                           | 4.557                                                          | 0.472                                                          |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероя...        | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 249                                      | 283                                      | 16                                     | 50                                     | 0.940           | 0.833         | 0.883              | 101.016                                                          | 224.978                                                          | 2.667                                                          | 10.009                                                         |
| 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероя...        | Сумма знаний                                           | 299                    | 262                                      | 238                                      | 61                                     | 37                                     | 0.811           | 0.876         | 0.842              | 31.048                                                           | 20.775                                                           | 4.455                                                          | 0.459                                                          |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер... | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 271                                      | 272                                      | 27                                     | 28                                     | 0.909           | 0.906         | 0.908              | 144.382                                                          | 143.070                                                          | 3.076                                                          | 4.028                                                          |
| 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вер... | Сумма знаний                                           | 299                    | 284                                      | 258                                      | 41                                     | 15                                     | 0.874           | 0.950         | 0.910              | 47.403                                                           | 136.814                                                          | 3.533                                                          | 1.596                                                          |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Семантический резонанс зна...                          | 299                    | 271                                      | 272                                      | 27                                     | 28                                     | 0.909           | 0.906         | 0.908              | 144.811                                                          | 143.284                                                          | 3.047                                                          | 3.934                                                          |
| 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве... | Сумма знаний                                           | 299                    | 285                                      | 257                                      | 42                                     | 14                                     | 0.872           | 0.953         | 0.911              | 46.987                                                           | 138.027                                                          | 3.280                                                          | 1.677                                                          |

Рисунок 14. Достоверность статистических и когнитивных моделей, созданных на основе случайной выборки

На основе его сравнения с рисунком 9 можно сделать следующие выводы:

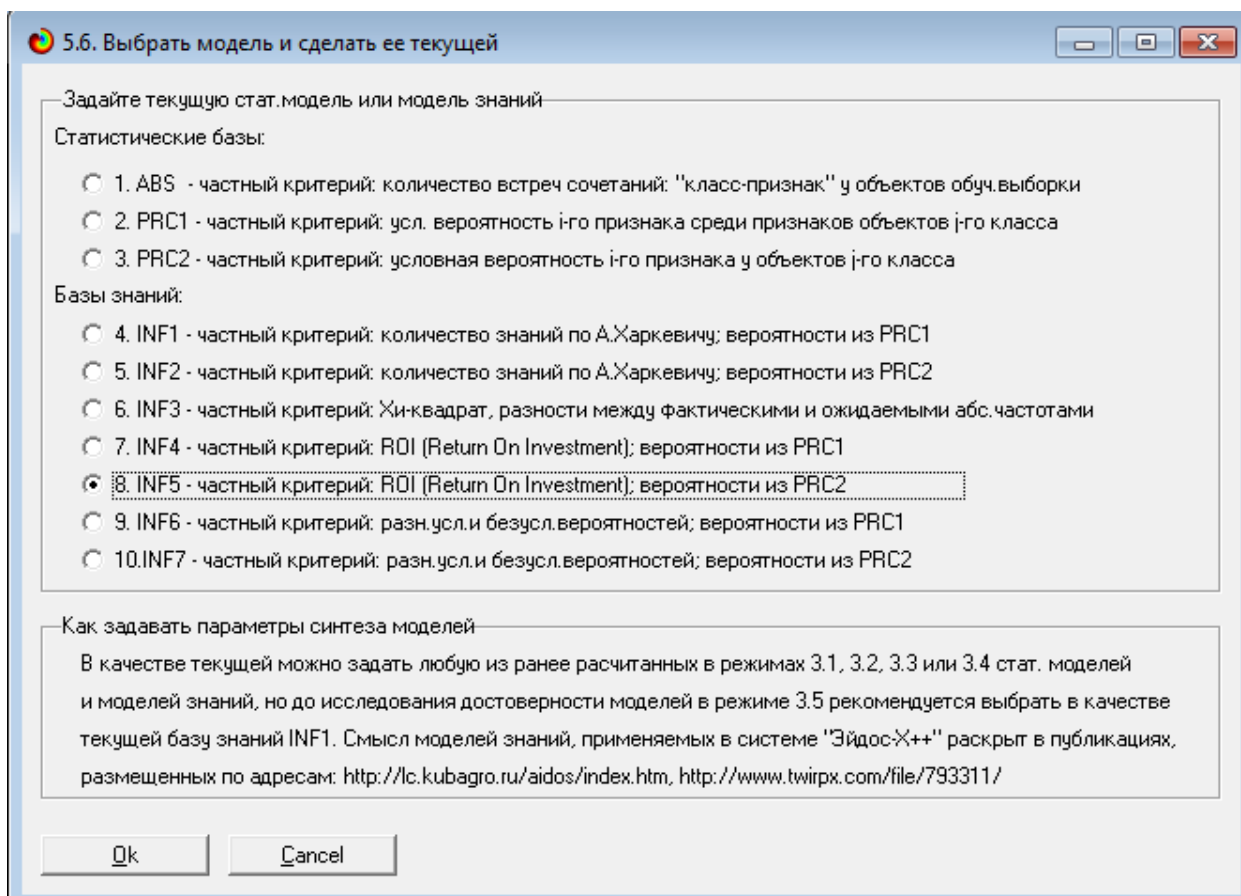
- достоверность лучшей модели INF5, отражающей реальный объект моделирования, примерно на 17% выше, чем аналогичной случайной модели;
- различие между достоверностью статистических моделей и моделей знаний, созданных на основе случайной выборки, значительно меньше, чем у моделей, отражающих реальный объект моделирования;
- в реальных моделях кроме шума есть также и информация об истинных причинно-следственных взаимосвязях факторов и их значений с одной стороны, и состояниями объекта моделирования, которые ими обуславливаются, с другой стороны, причем примерно 1/3 достоверности обусловлена отражением в реальных моделях закономерностей предметной области, а 2/3 достоверности обусловлено наличием шума в исходных данных. На основании этого можно предположить, что в исходных данных уровень сигнала о реальных причинно-следственных связях в моделируемой предметной области примерно в два раза ниже уровня шума.



## 2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ В НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ

### 2.1. Решение задачи

В соответствии с технологией АСК-анализа зададим текущей модель INF4 (режим 5.6) (рисунок 15) и проведем пакетное распознавание в режиме 4.2.1 (рисунок 16).



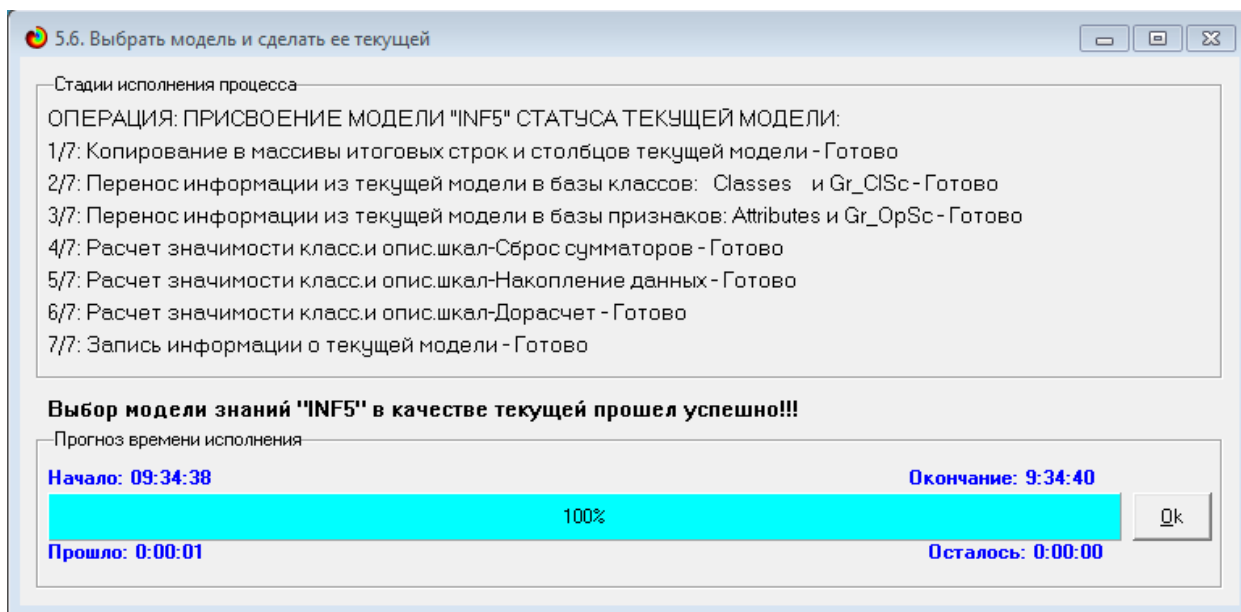


Рисунок 15. Экранные формы режима задания модели в качестве текущей

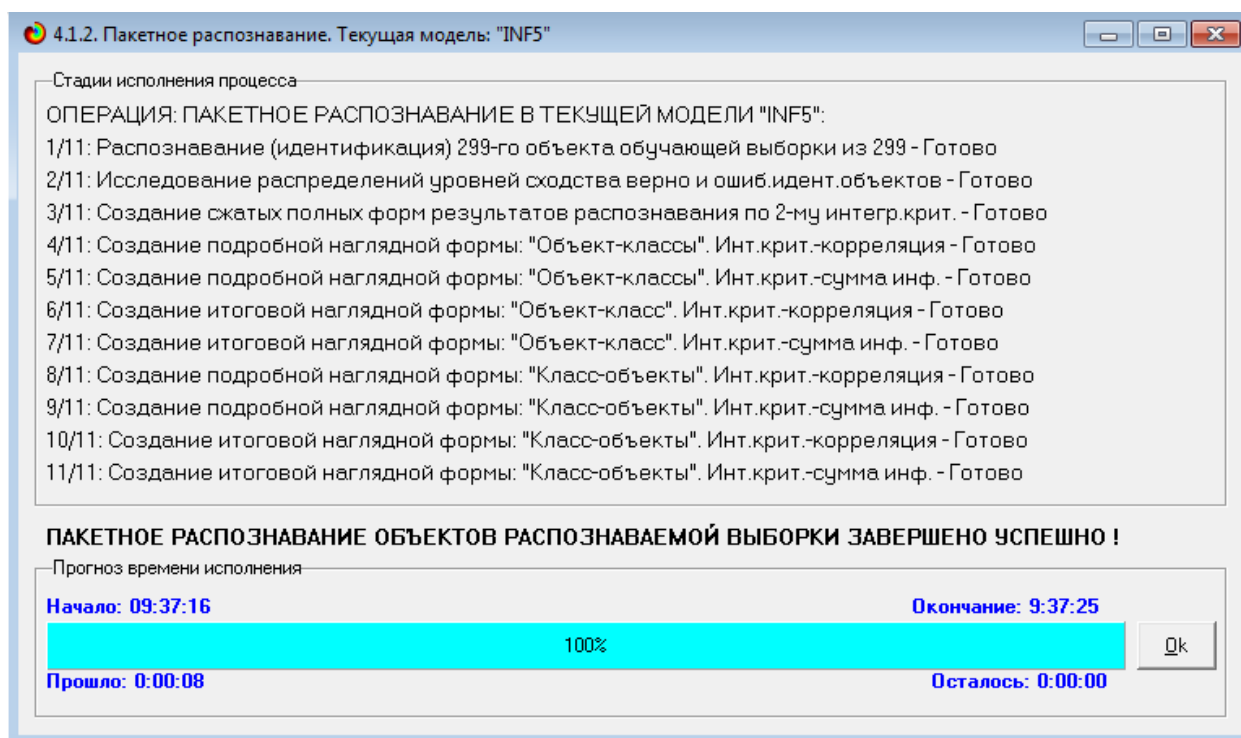


Рисунок 16. Экранная форма режима пакетного распознавания в текущей модели

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 отображение результатов идентификации и прогнозирования в различных формах:

1. Подробно наглядно: "Объект – классы".
2. Подробно наглядно: "Класс – объекты".
3. Итоги наглядно: "Объект – классы".
4. Итоги наглядно: "Класс – объекты".
5. Подробно сжато: "Объект – классы".
6. Обобщенная форма по достоверности моделей при разных интегральных критериях.
7. Обобщенный статистический анализ результатов идентификации по моделям и интегральным критериям.
8. Статистический анализ результатов идентификации по классам, моделям и интегральным критериям.
9. Распознавание уровня сходства при разных моделях и интегральных критериях.
10. Достоверность идентификации классов при разных моделях и интегральных критериях.

Ниже кратко рассмотрим некоторые из них.

На рисунках 17 и 18 приведены примеры прогнозов по штатам, в которых происходили убийства, в зависимости от оружия, состояния убийцы и состояния жертвы в наиболее достоверной модели INF5 на основе наблюдения предыстории оплаты платежей:

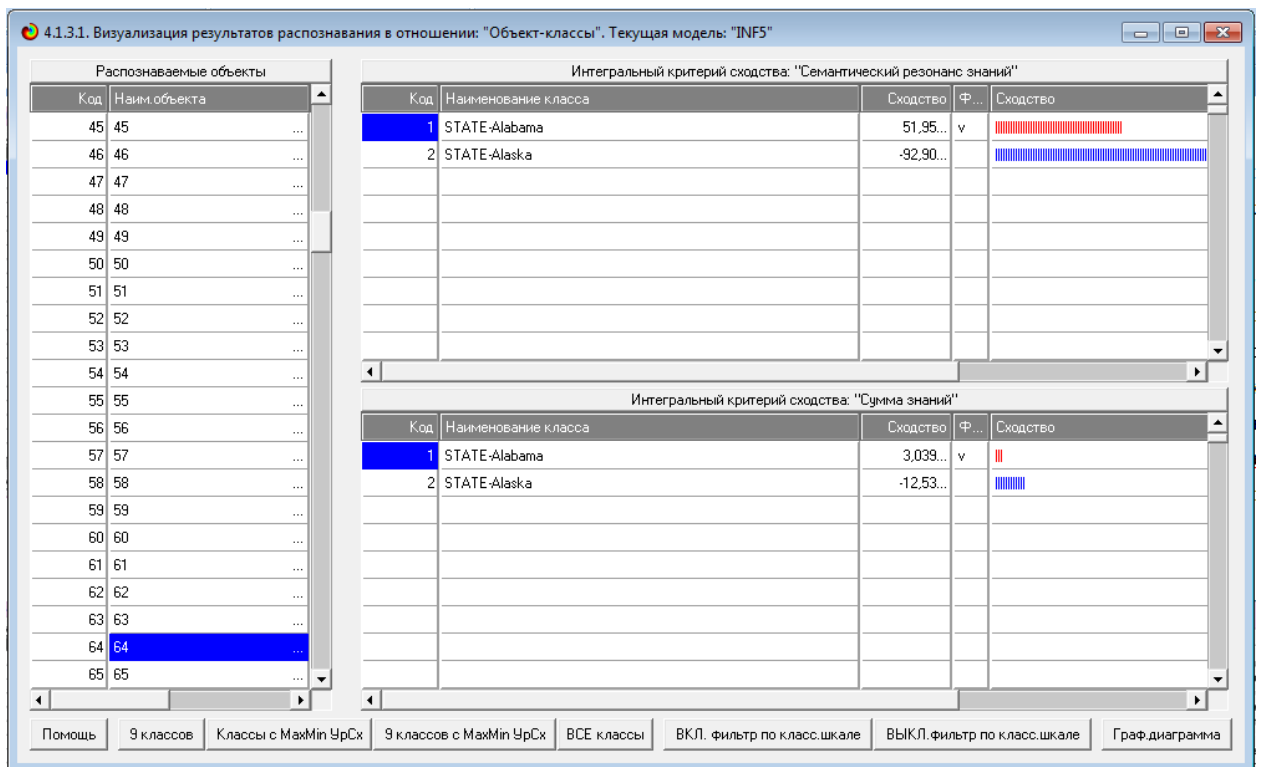


Рисунок 17. Пример идентификации дисциплины оплаты услуг в модели INF5

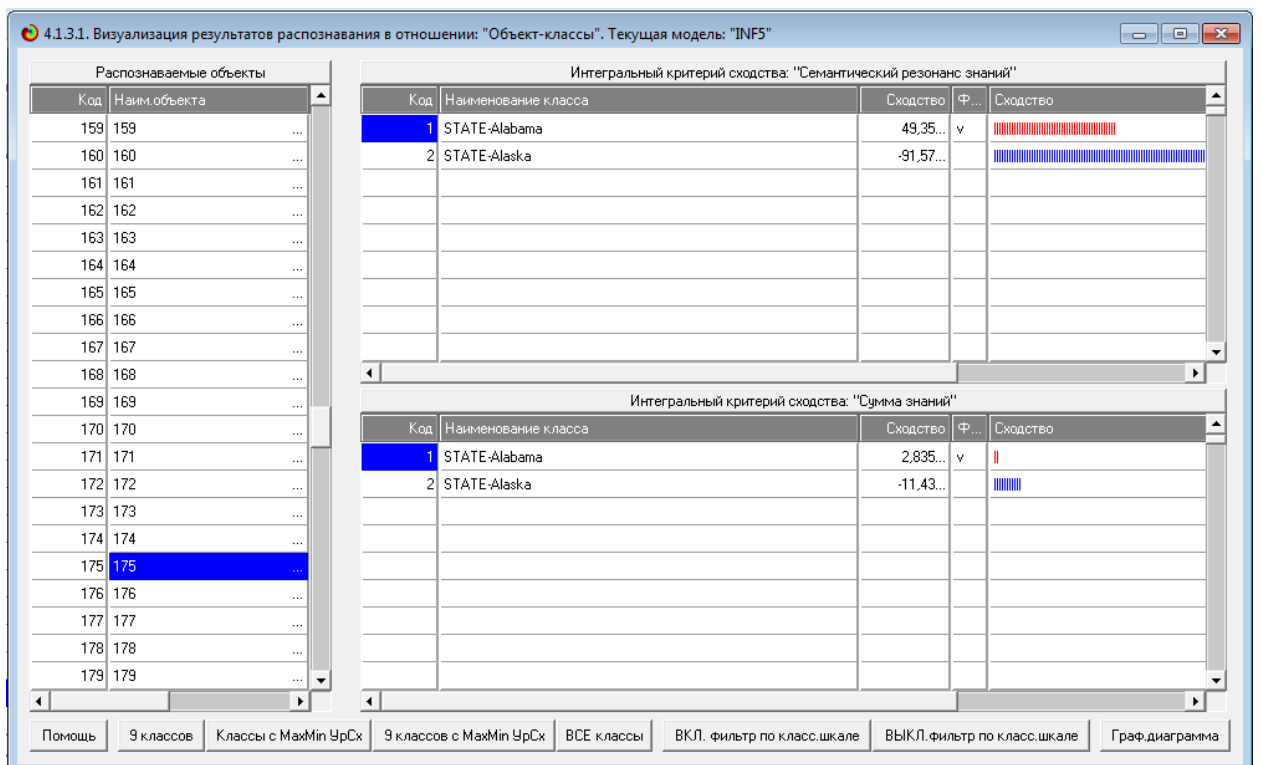


Рисунок 18. Пример идентификации дисциплины оплаты услуг в модели INF5

## 2.2. Когнитивные функции

Рассмотрим режим 4.5, в котором реализована возможность визуализации когнитивных функций для любых моделей и любых сочетаний классификационных и описательных шкал.

Применительно к задаче, рассматриваемой в данной работе, когнитивная функция показывает, какое количество информации содержится в различных значениях факторов о том, что объект моделирования перейдет в те или иные будущие состояния. Когнитивным функциям посвящено много работ, поэтому здесь не будем останавливаться на описании того, что представляют собой когнитивные функции в АСК-анализе. На рисунке 20 приведены визуализации всех когнитивных функций данного приложения для модели INF5.

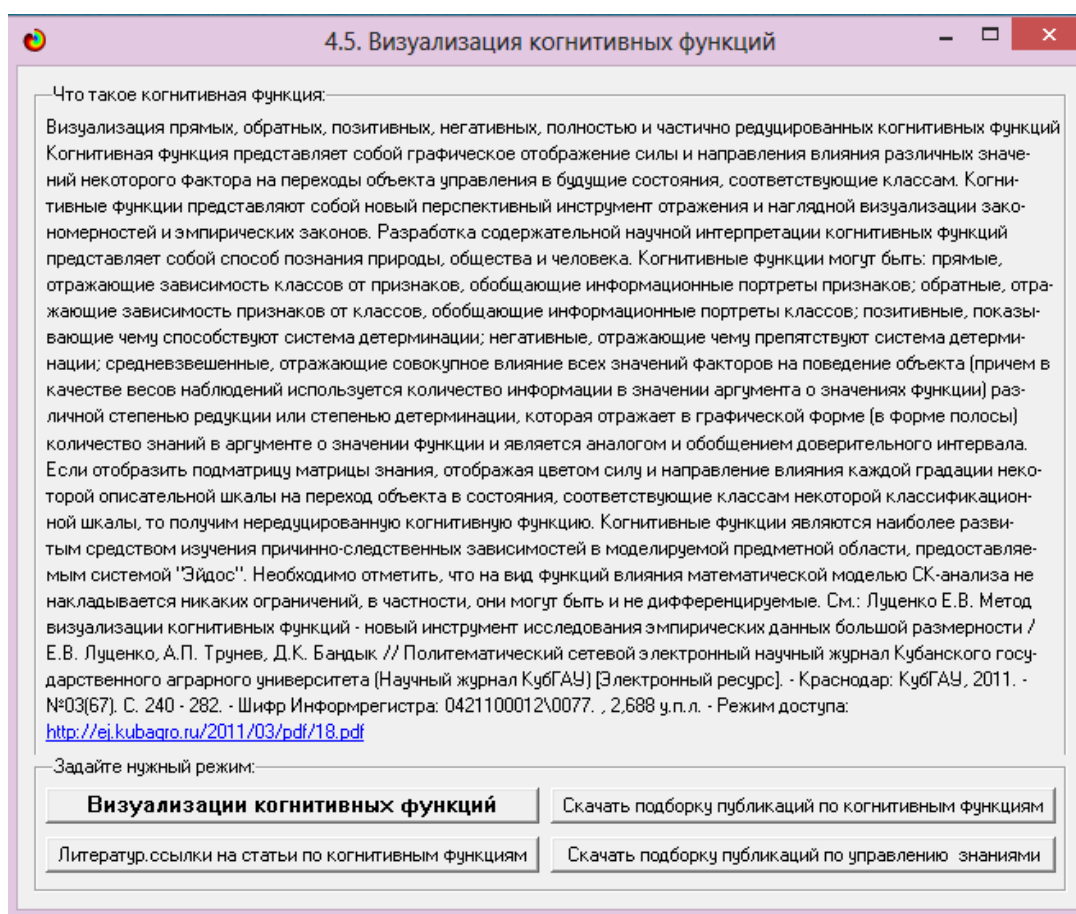
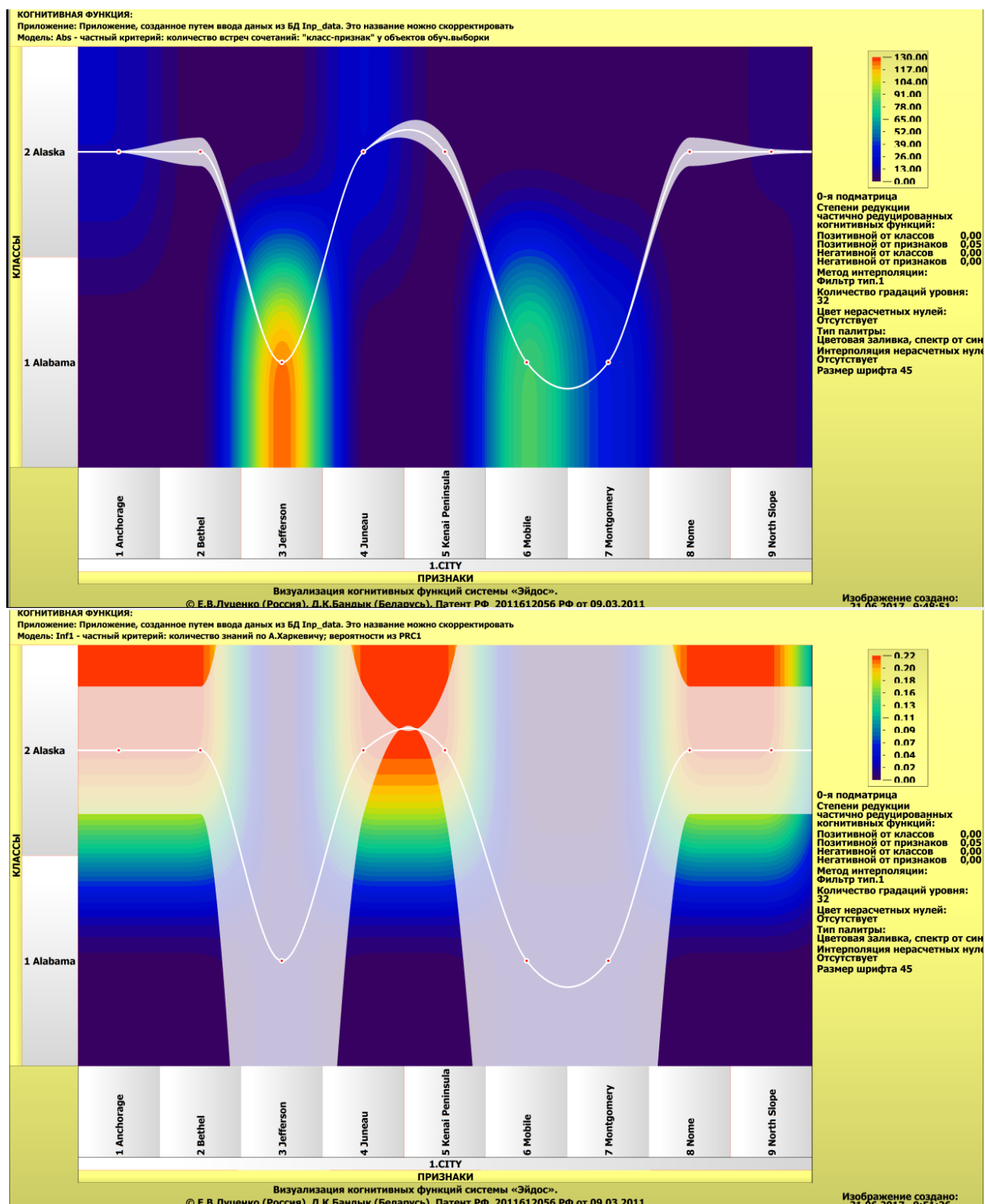


Рисунок 19. Экранная форма режима 4.5 системы «Эйдос-X++»  
«Визуализация когнитивных функций»



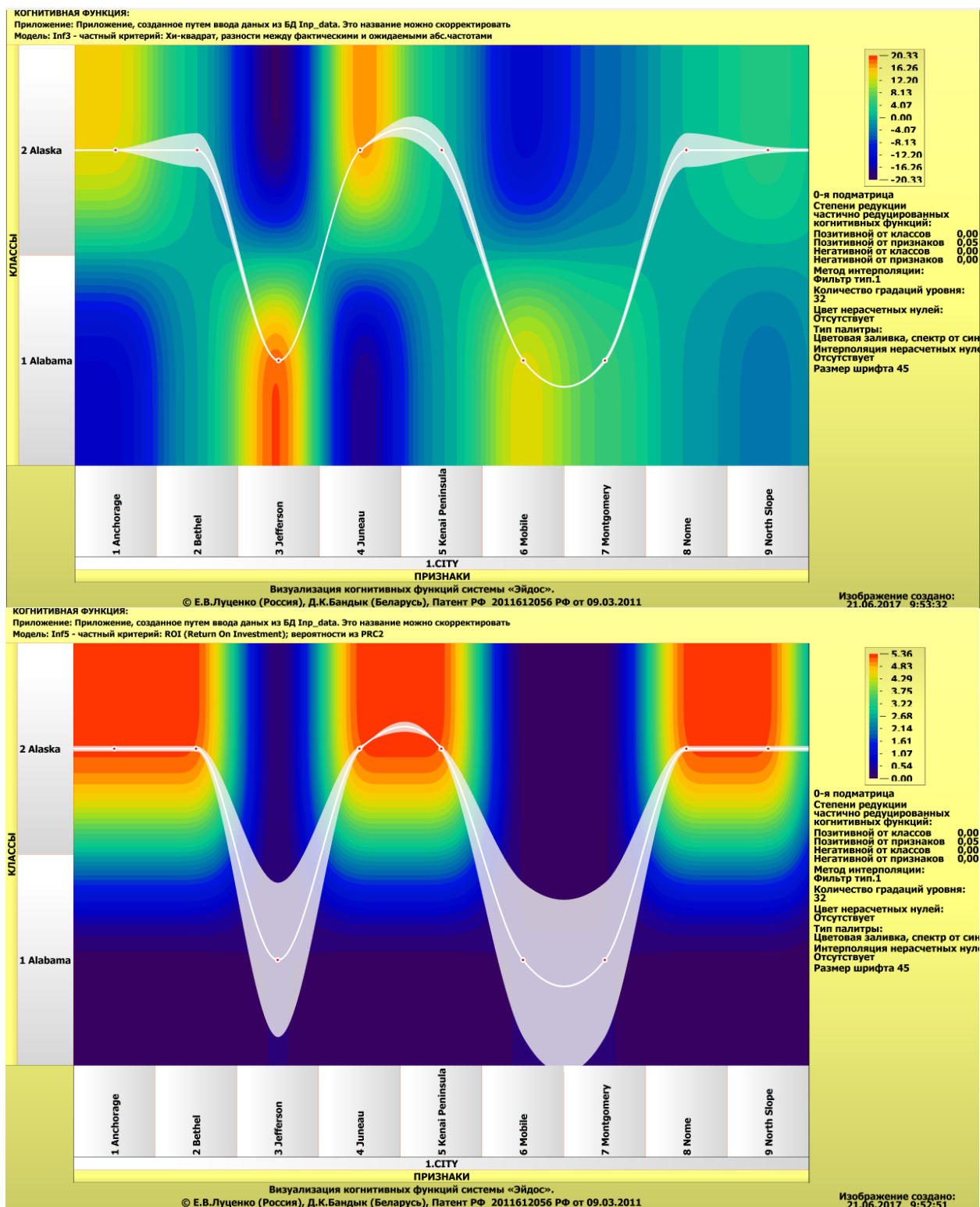


Рисунок 20. Визуализация когнитивных функций для обобщенных классов и описательных шкал для модели INF5

На основе полученных данных сделаем следующие прогнозы по дисциплине оплаты услуг благоустройства города на основе количества человек в семье:

- 1). В семьях с малым количеством людей гораздо более высокая вероятность оплаты услуг;
- 2). Самая высокая задолженность в семьях с большим и средним количеством человек;
- 3). Наиболее часто переплачивают семьи с малым и средним количеством человек;

В выборке были представлены как многоквартирные дома, так и частный сектор. Визуализация показала, что жильцы многоквартирных домов являются надежными плательщиками, однако вероятность выплат более высокая именно среди владельцев частного сектора. Более подробные данные по улицам представлены на рисунке 20.

Также отметим, что высока вероятность задолженности на конец месяца при наличии задолженности на начало месяца.

### **2.3. SWOT и PEST матрицы и диаграммы**

SWOT-анализ является широко известным и общепризнанным методом стратегического планирования. Однако это не мешает тому, что он подвергается критике, часто вполне справедливой, обоснованной и хорошо аргументированной. В результате критического рассмотрения SWOT-анализа выявлено довольно много его слабых сторон (недостатков), источником которых является необходимость привлечения экспертов, в частности для оценки силы и направления влияния факторов. Ясно, что эксперты это делают неформализуемым путем (интуитивно), на основе своего профессионального опыта и компетенции. Но возможности экспертов имеют свои ограничения и часто по различным причинам они не могут и не хотят это сделать. Таким образом, возникает проблема проведения SWOT-



анализа без привлечения экспертов. Эта проблема может решаться путем автоматизации функций экспертов, т.е. путем измерения силы и направления влияния факторов непосредственно на основе эмпирических данных. Подобная технология разработана давно, ей уже около 30 лет, но она малоизвестна – это интеллектуальная система «Эйдос». Данная система всегда обеспечивала возможность проведения количественного автоматизированного SWOT-анализа без использования экспертных оценок непосредственно на основе эмпирических данных. Результаты SWOT-анализа выводились в форме информационных портретов. В версии системы под MS Windows: «Эйдос-X++» предложено автоматизированное количественное решение прямой и обратной задач SWOT-анализа с построением традиционных SWOT-матриц и диаграмм (рисунок 21).

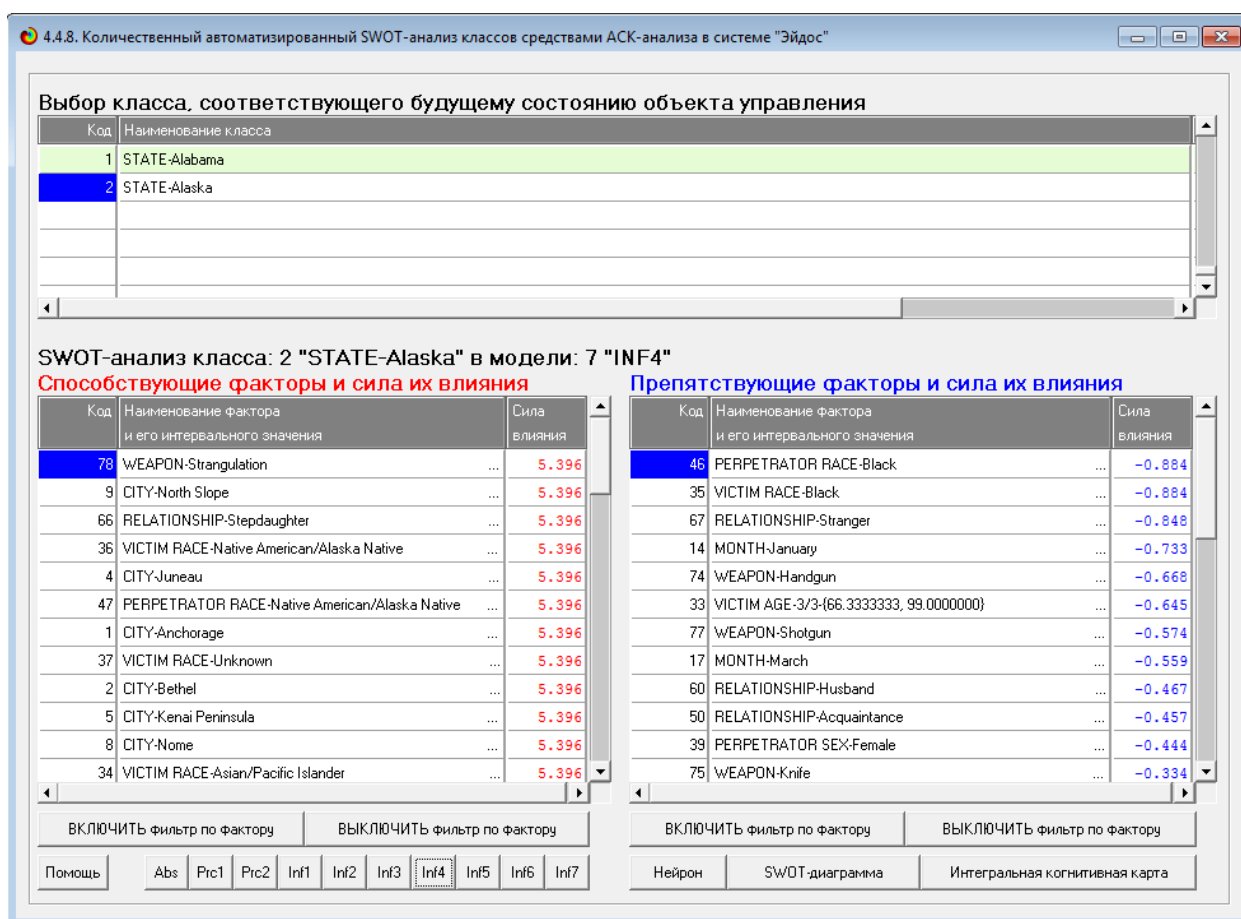


Рисунок 21. Пример SWOT-матрицы в модели INF4

На рисунке 22 приведены примеры инвертированной SWOT- матрицы и инвертированной SWOT-диаграммы в модели INF5.

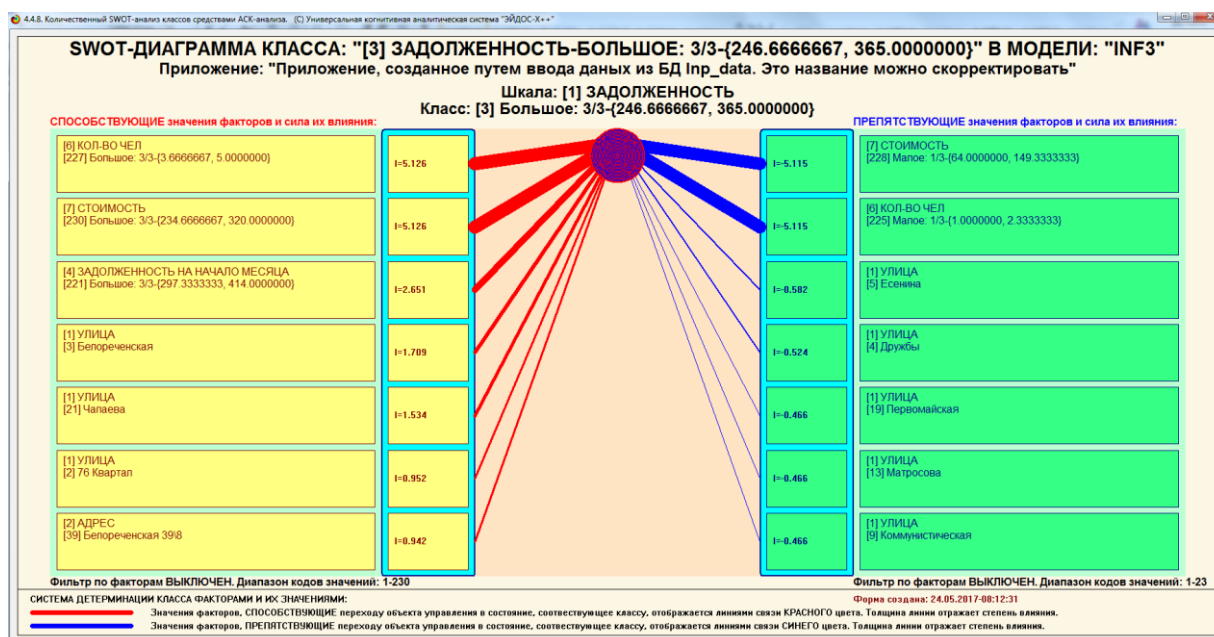


Рисунок 22. Пример SWOT-матрицы в модели INF5

## 2.4. Нелокальные нейроны и нейронная сеть

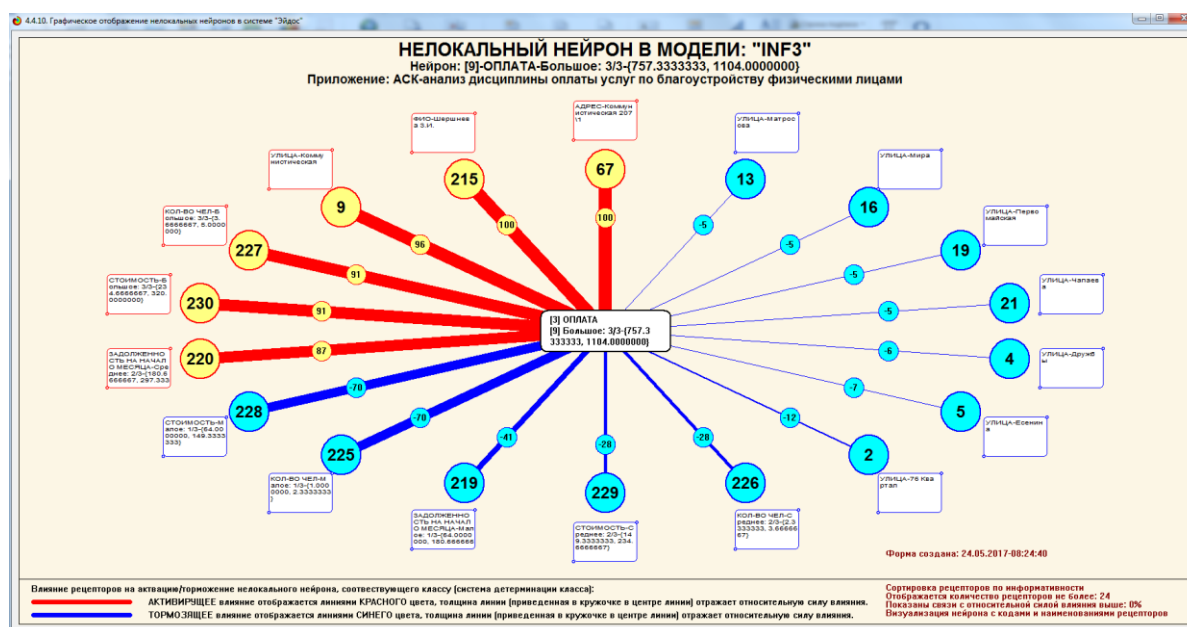


Рисунок 23. Пример графического отображения нелокальных нейронов

В качестве примера приведено графическое отображение нелокальных нейронов в модели INF3 на основе признака «Оплата-Большое». Каждому классу соответствует нейрон, совокупность которых образует нелокальную нейронную сеть [9].

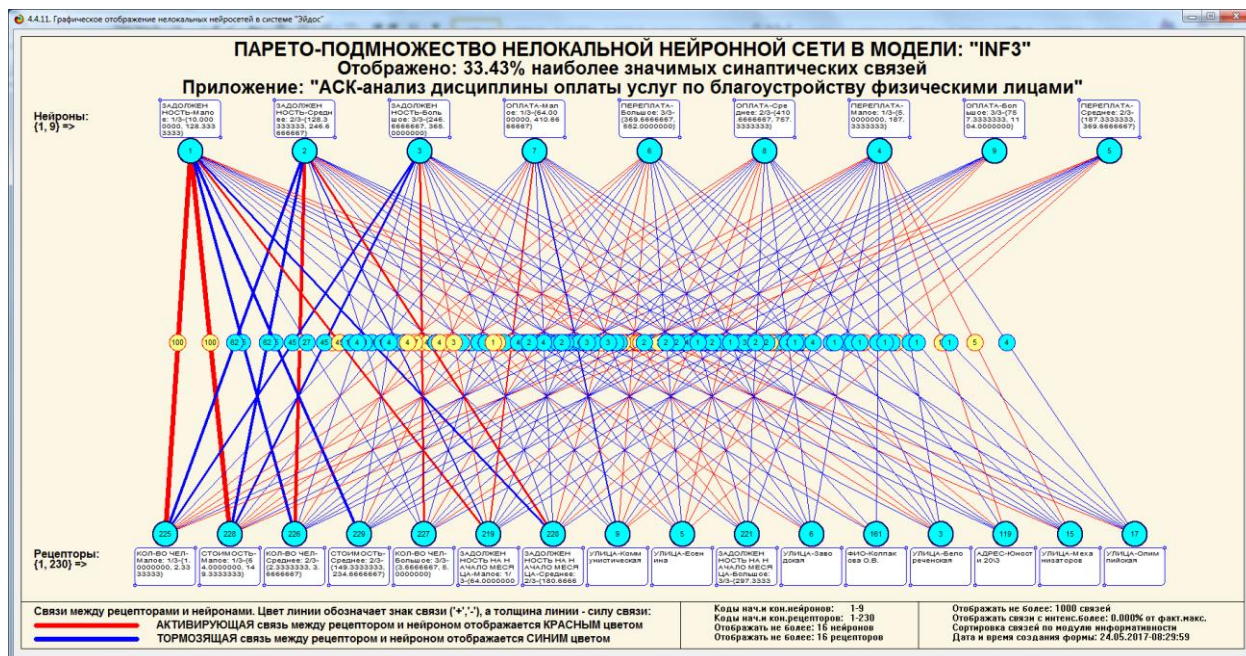


Рисунок 24. Пример графического отображения парето-подмножества нелокальной нейронной сети

На рисунке 24 в графическом отображения парето-подмножества нелокальной нейронной сети в модели INF3 у классов слева сильнее связи между значениями факторов и результатом [9].

Из рисунка 26 видно, что, например, 6 и 9 (переплата и оплата) признаки имеют сходство.

## 2.5. Кластерный и конструктивный анализ классов

4.4.8. Количественный автоматизированный SWOT-анализ классов средствами ACK-анализа в системе "Эйдос"

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

| Код | Наименование класса |
|-----|---------------------|
| 1   | STATE-Alabama       |
| 2   | STATE-Alaska        |

SWOT-анализ класса: 2 "STATE-Alaska" в модели: 7 "INF4"

**Способствующие факторы и сила их влияния**

| Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния |
|-----|---------------------------------------------------|--------------|
| 78  | WEAPON-Strangulation                              | 5.396        |
| 9   | CITY-North Slope                                  | 5.396        |
| 66  | RELATIONSHIP-Stepdaughter                         | 5.396        |
| 36  | VICTIM RACE-Native American/Alaska Native         | 5.396        |
| 4   | CITY-Juneau                                       | 5.396        |
| 47  | PERPETRATOR RACE-Native American/Alaska Native    | 5.396        |
| 1   | CITY-Anchorage                                    | 5.396        |
| 37  | VICTIM RACE-Unknown                               | 5.396        |
| 2   | CITY-Bethel                                       | 5.396        |
| 5   | CITY-Kenai Peninsula                              | 5.396        |
| 8   | CITY-Nome                                         | 5.396        |
| 34  | VICTIM RACE-Asian/Pacific Islander                | 5.396        |

**Препятствующие факторы и сила их влияния**

| Код | Наименование фактора и его интервального значения | Сила влияния |
|-----|---------------------------------------------------|--------------|
| 46  | PERPETRATOR RACE-Black                            | -0.884       |
| 35  | VICTIM RACE-Black                                 | -0.884       |
| 67  | RELATIONSHIP-Stranger                             | -0.848       |
| 14  | MONTH-January                                     | -0.733       |
| 74  | WEAPON-Handgun                                    | -0.668       |
| 33  | VICTIM AGE-3/3-(66.3333333, 99.0000000)           | -0.645       |
| 77  | WEAPON-Shotgun                                    | -0.574       |
| 17  | MONTH-March                                       | -0.559       |
| 60  | RELATIONSHIP-Husband                              | -0.467       |
| 50  | RELATIONSHIP-Acquaintance                         | -0.457       |
| 39  | PERPETRATOR SEX-Female                            | -0.444       |
| 75  | WEAPON-Knife                                      | -0.334       |

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору    ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь    Abs    Prc1    Prc2    Inf1    Inf2    Inf3    **Inf4**    Inf5    Inf6    Inf7

Нейрон    SWOT-диаграмма    Интегральная когнитивная карта

Рисунок 25. Результаты кластерного и конструктивного анализа классов

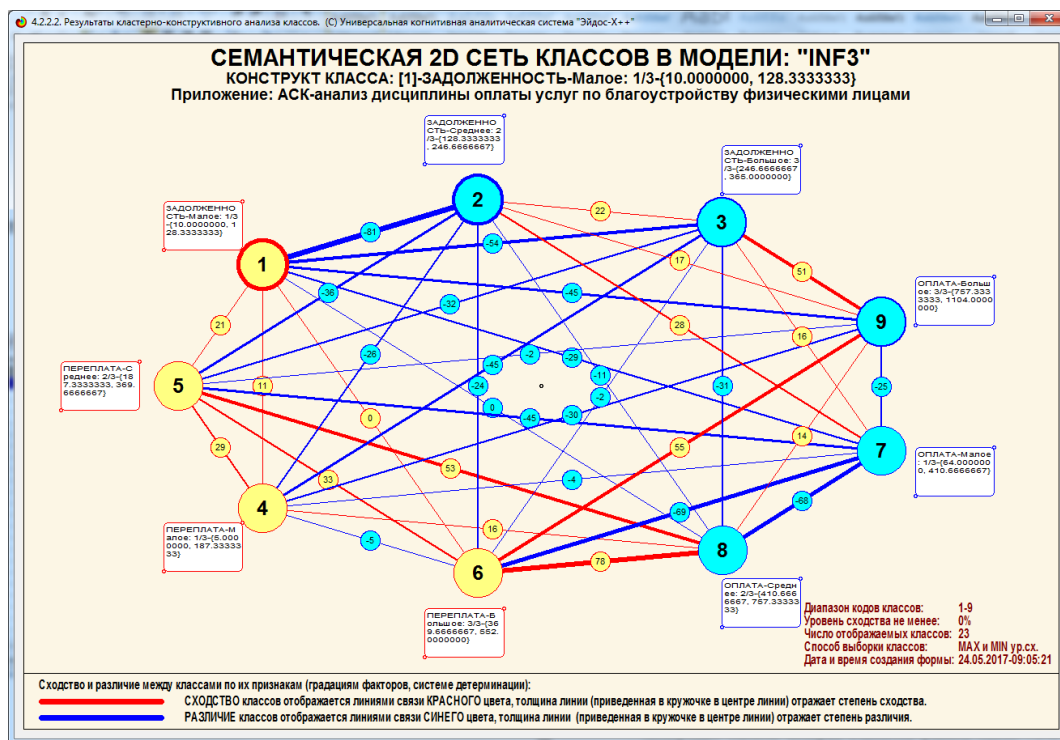


Рисунок 26. Графические результаты кластерного и конструктивного анализа классов

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На сегодняшний день все больше проявилась потребность в системах, не только представляющих информацию, но и выполняющих некоторый ее предварительный анализ, способных давать некоторые советы и рекомендации, осуществлять прогнозирование развития ситуаций, отбирать наиболее перспективные альтернативы решений, взять на себя значительную часть рутинных операций, а также функции предварительного анализа и оценок.

В данной курсовой работе была разработана системно-когнитивной модель убийств в США на основе данных репозитория UCI за 1980-2014 годы с помощью программного инструментария системы искусственного интеллекта «Эйдос». При этом наиболее достоверной в данном приложении оказались модели INF5, основанная на семантической мере целесообразности информации А.Харкевича при интегральном критерии «Сумма знаний». Точность модели составляет 0,911, что заметно выше, чем достоверность

экспертных оценок, которая считается равной около 70%. Для оценки достоверности моделей в АСК-анализе и системе «Эйдос» используется метрика, сходная с F-критерием. Также обращает на себя внимание, что статистические модели в данном приложении дают примерно на 17% более низкую средневзвешенную достоверность идентификации и не идентификации, чем модели знаний, что, как правило, наблюдается и в других приложениях. Этим и оправдано применение моделей знаний.

Обработка данных, их систематизация и визуализация позволили сделать прогнозы и обоснованные выводы по дисциплине оплаты услуг. Таким образом, повышены качество и оперативность принятия решений, а также эффективность управления знаниями.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Луценко Е.В. АСК-анализ, моделирование и идентификация живых существ на основе их фенотипических признаков / Е.В. Луценко, Ю.Н. Пенкина // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: Куб- ГАУ, 2014. – №06(100). С. 1346 – 1395. – IDA [article ID]: 1001406090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/90.pdf>, 3,125 у.п.л.
2. Луценко Е.В. Теоретические основы, технология и инструментарий автоматизированного системно-когнитивного анализа и возможности его применения для сопоставимой оценки эффективности вузов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: Куб- ГАУ, 2013. – №04(088). С. 340 – 359. – IDA [article ID]: 0881304022. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/04/pdf/22.pdf>, 1,25 у.п.л.
3. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с.
4. Сайт профессора Е.В.Луценко [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/>, свободный. - Загл. с экрана. Яз. рус.
5. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос- X++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №09(083). С. 328 – 356. – IDA [article ID]: 0831209025. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/09/pdf/25.pdf>, 1,812 у.п.л.



6. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.
7. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных большой размерности в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №07(091). С. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 у.п.л.
8. Луценко Е.В. Нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе «Эйдос» / Луценко Е.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – №09(123). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/01.pdf>, 1,813 у.п.л. – IDA [article ID]: 1231609001. <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-123-001>
9. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.