

УДК 004.8

UDC 004.8

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния

Veterinary and Zootechnics

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ АНТИБИОТИКОВ В ВЕТЕРИНАРИИ****AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF ANTIBIOTICS IN VETERINARY MEDICINE**

Луценко Евгений Вениаминович

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich

д.э.н., к.т.н., профессор

Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor

Scopus Author ID: 57191193316

Scopus Author ID: 57191193316

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

RSCI SPIN-code: 9523-7101

[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com) <http://lc.kubagro.ru>[prof.lutsenko@gmail.com](mailto:prof.lutsenko@gmail.com) <http://lc.kubagro.ru>*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия**Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Антибактериальные химиотерапевтические препараты, к которым относятся антибиотики и синтетические противомикробные средства, широко применяются в ветеринарии для профилактики и лечения заболеваний, вызываемых микроорганизмами. Антибактериальные средства можно классифицировать по типу действия и химической структуре. Известно также, что при применении нескольких препаратов в сочетании друг с другом они взаимодействуют внутри организма друг с другом, что может приводить к усилению или ослаблению их действия. По этим причинам представляет научный и практический интерес разработка классификации антибиотиков по их характеристикам и принципу действия (задача 1), а также по взаимной совместимости (задача 2). Эти задачи решаются в статье с применением нового метода агломеративной когнитивной кластеризации, реализованного в автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ). Этот метод кластеризации имеет ряд преимуществ перед известными традиционными методами кластеризации. Эти преимущества позволяют получить результаты кластеризации, понятные специалистам и поддающиеся содержательной интерпретации, хорошо согласующиеся с оценками экспертов, их опытом и интуитивными ожиданиями, что часто представляет собой проблему для классических методов кластеризации. В статье приводятся подробные численные примеры решения двух поставленных задач. Универсальная автоматизированная система «Эйдос», являющаяся инструментарием АСК-анализа, находится в полном открытом бесплатном доступе на сайте автора по адресу: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm). Численные примеры решения задач ветеринарии с применением технологий искусственного интеллекта размещены как облачные Эйдос-приложения и доступны всем желающим

Antibacterial chemotherapeutic drugs, which include antibiotics and synthetic antimicrobial agents, are widely used in veterinary medicine for the prevention and treatment of diseases caused by microorganisms. Antibacterial agents can be classified by type of action and chemical structure. It is also known that when several drugs are used in combination with each other, they interact within the body with each other, which can lead to strengthening or weakening of their action. For these reasons, it is of scientific and practical interest to develop a classification of antibiotics by their characteristics and principle of action (task 1), as well as by mutual compatibility (task 2). The article solves these problems using a new method of agglomerative cognitive clustering, implemented in automated system-cognitive analysis (ASK-analysis). This method of clustering has a number of advantages over the known traditional methods of clustering. These advantages allow us to obtain clustering results that are understandable to specialists and amenable to meaningful interpretation, which are well consistent with the experts' assessments, their experience and intuitive expectations, which is often a problem for classical clustering methods. The article provides detailed numerical examples of solving two problems. The universal automated system called "Eidos", which is a tool of ASK-analysis, is in full open access on the author's website: [http://lc.kubagro.ru/aidos/\\_Aidos-X.htm](http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm). Numerical examples of solving veterinary problems with the use of artificial intelligence technologies are placed as cloud Eidos-applications and are available to everyone

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», КОГНИТИВНОЕ ПРОСТРАНСТВО

Keywords: AUTOMATIVE SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, INTELLECTUAL SYSTEM "EIDOS", COGNITIVE SPACE

Doi: 10.21515/1990-4665-140-033

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>2</b>
<b>1. КРАТКО ОБ АСК-АНАЛИЗЕ И СИСТЕМЕ «ЭЙДОС» .....</b>	<b>4</b>
<b>2. КЛАССИФИКАЦИЯ АНТИБИОТИКОВ ПО ИХ ХАРАКТЕРИСТИКАМ И ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ (ЗАДАЧА 1).....</b>	<b>4</b>
2.1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ПОДГОТОВКА EXCEL-ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	4
2.2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ .....	7
2.3. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	10
2.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ И ПРИДАНИЕ ЕЙ СТАТУСА ТЕКУЩЕЙ .....	12
2.5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ДИАГНОСТИКИ, КЛАССИФИКАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	14
2.6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	15
2.7. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ .....	17
2.7.1. <i>Когнитивные диаграммы классов</i> .....	17
2.7.2. <i>Агломеративная когнитивная кластеризация классов</i> .....	19
2.7.3. <i>Когнитивные диаграммы признаков</i> .....	20
2.7.4. <i>Агломеративная когнитивная кластеризация признаков</i> .....	21
2.7.5. <i>Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети</i> .....	22
2.7.6 <i>Когнитивные функции</i> .....	23
<b>3. КЛАССИФИКАЦИЯ АНТИБИОТИКОВ ПО ИХ СОВМЕСТИМОСТИ (ЗАДАЧА 2).....</b>	<b>25</b>
3.1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ И ПОДГОТОВКА EXCEL-ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	25
3.2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ (РАЗРАБОТКА КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ И ОБУЧАЮЩЕЕ ВЫБОРКИ) .....	27
3.3. СИНТЕЗ И ВЕРИФИКАЦИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	28
3.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ И ПРИДАНИЕ ЕЙ СТАТУСА ТЕКУЩЕЙ .....	30
3.5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ДИАГНОСТИКИ, КЛАССИФИКАЦИИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ.....	31
3.6. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	32
3.7. ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ .....	33
3.7.1. <i>Когнитивные диаграммы классов</i> .....	33
3.7.2. <i>Агломеративная когнитивная кластеризация классов</i> .....	35
3.7.3. <i>Когнитивные диаграммы признаков</i> .....	36
3.7.4. <i>Агломеративная когнитивная кластеризация признаков</i> .....	38
3.7.5. <i>Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети</i> .....	39
3.7.6 <i>Когнитивные функции</i> .....	40
3.8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОРГАНИЗМА ЖИВОТНОГО КАК НЕЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ СОВМЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ НА НЕГО НЕСКОЛЬКИХ АНТИБИОТИКОВ .....	40
3.8.1. <i>Постановка задачи лечения как задачи управления</i> .....	40
3.8.2. <i>Понятие нелинейности объекта управления в теории управления</i> .....	41
3.8.3. <i>Проявление нелинейности объекта управления в ветеринарии</i> .....	41
<b>4. НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ.....</b>	<b>42</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	<b>45</b>

### Введение

Антибактериальные химиотерапевтические препараты, к которым относятся антибиотики и синтетические противомикробные средства, широко применяются в ветеринарии для профилактики и лечения заболеваний, вызываемых микроорганизмами [1]. Антибактериальные средства

можно классифицировать по типу действия и химической структуре [1]. Известно также, что при применении нескольких препаратов в сочетании друг с другом они взаимодействуют внутри организма друг с другом, что может приводить к усилению или ослаблению их действия [2].

По этим причинам представляет научный и практический интерес разработка классификации антибиотиков по их характеристикам и принципу действия (задача 1), а также по их взаимной совместимости (задача 2).

Эти задачи решаются в статье с применением нового метода агломеративной когнитивной кластеризации, реализованного в автоматизированном системно-когнитивном анализе (АСК-анализ) [3, 4]. При этом используется интеллектуальная система «Эйдос», представляющая собой программный инструмент АСК-анализа [5-9]<sup>1</sup>. Реализация кластеризации в АСК-анализе отличается от известных традиционных тем, что:

а) в нем параметры обобщенного образа кластера вычисляются не как средние от исходных объектов (симптомов) или их центр тяжести, а определяются с помощью той же самой базовой когнитивной операции АСК-анализа, которая применяется и для формирования обобщенных образов классов на основе примеров объектов и которая действительно корректно обеспечивает обобщение;

б) в качестве критерия сходства используется не евклидово расстояние или его варианты, а интегральный критерий неметрической природы: «суммарное количество информации», применение которого теоретически корректно и дает хорошие результаты в неортонормированных пространствах, которые как правило и встречаются на практике;

в) кластерный анализ проводится не на основе исходных переменных, матриц частот или матрицы сходства (различий), зависящих от единиц измерения по осям (измерительным шкалам), а в когнитивном пространстве, в котором по всем осям используется одна единица измерения: количество информации, и поэтому результаты кластеризации не зависят от исходных единиц измерения признаков объектов.

Все это позволяет получить результаты кластеризации, понятные специалистам и поддающиеся содержательной интерпретации, хорошо согласующиеся с оценками экспертов, их опытом и интуитивными ожиданиями, что часто представляет собой проблему для классических методов кластеризации

Применим режим агломеративной когнитивной кластеризации для решения поставленных в данной работе задач.

---

<sup>1</sup> См. также: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf)

## **1. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»**

Об АСК-анализе и системе «Эйдос» есть много информации, представленной в 33 монографиях, 514 статьях, 30 свидетельствах РосПатента и других источниках, доступ к которым можно получить на сайте автора [10]. Обзор АСК-анализа и системы «Эйдос» дан в работе [9]. Математическая модель и основные теоретические понятия АСК-анализа кратко раскрыты в работе [11].

Поэтому в данной работе мы считаем целесообразным привести в упрощенной форме только этапы АСК-анализа, т.к. они по сути представляют собой этапы решения поставленных в работе задач [11]:

1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка Excel-файла исходных данных.

2. Формализация предметной области, т.е. автоматизированный ввод в систему Эйдос-Х++ исходных данных из Excel-файла с помощью стандартного программного интерфейса системы (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающее выборки).

3. Синтез и верификация 3-х статистических и 7 системно-когнитивных моделей.

4. Определение наиболее достоверной модели и придание ей статуса текущей.

5. Решение задач идентификации, диагностики, классификации и прогнозирования.

6. Решение задач поддержки принятия решений.

7. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Ниже на простых численных примерах рассмотрим решение поставленных в работе двух задач, давая краткие пояснения по тексту и ссылаясь в необходимых случаях на другие работы, где те или иные вопросы рассмотрены более подробно.

## **2. Классификация антибиотиков по их характеристикам и принципу действия (задача 1)**

### **2.1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка Excel-файла исходных данных**

На этапе когнитивной структуризации предметной области мы решаем, что будем исследовать и на основе чего. В данном случае мы хотели бы сравнить ветеринарные антибиотики по их характеристикам. В качестве источника исходных данных о характеристиках антибиотиков мы использовали таблицу 1 с сайта [1] <http://zoovetnab.ru/antibiotiki>.

Для удобства ввода в систему «Эйдос» таблица 1 преобразована к виду, представленному в таблице 2:

Колонка классов антибиотиков выделена желтым фоном, правее ее находятся колонки с описанием характеристик антибиотиков.

**Таблица 1 – Классификация антибактериальных химиотерапевтических средств по типу действия и химической структуре**

Группа	Подгруппы и типичные представители	Тип действия	Механизм действия	Скорость выработки резистентности у микробов	
<b>Природные, полусинтетические или синтетические аналоги природных</b>					
Содержащие бета-лактамное кольцо	Пенициллины (бензилпенициллин, амоксициллин)	Бактерицидный	Нарушают синтез клеточной стенки во время деления	Медленно (к природным – быстро)	
	Цефалоспорины (цефазолин)				
	Карбапенемы (имипенем)				
	Монобактамы (азтреонам)				
Гликопептиды	Ванкомицин				
Содержащие аминосахар	Аминогликозиды (стрептомицин, гентамицин)	Бактериостатический, реже бактерицидный	Нарушают синтез белка на уровне рибосом	Медленно (у стрептомицина – быстро)	
Содержащие 4 конденсированных шестичленных цикла	Тетрациклины (доксикалин)			Медленно	
Производные диоксиаминофенилпропана	Амфениколы (левомицетин, фторфеникол)			Медленно (у эритромицина – быстро)	
Содержащие макроциклическое лактонное кольцо	Макролиды (эритромицин)			Нарушают синтез РНК	Быстро
Линкозамиды	Линкомицин				
Ансамцины	Рифампицин				
Полипептиды	Полимиксины (колистин, бацитрацин)	Бактерицидный	Нарушают функцию клеточных мембран	Медленно	
Полиэферы	Салиномицин	Бактерицидный			
<b>Синтетические</b>					
Сульфаниламиды	Сульфаметоксазол	Бактериостатический	Нарушают синтез РНК	Медленно	
Диаминопиримидины	Триметоприм	Бактериостатический			
Нитроимидазолы	Метронидазол	Бактерицидный	Нарушают синтез ДНК	Очень медленно	
Нитрофураны	Фуразолидон				
Фторхинолоны	Энрофлоксацин				

**Таблица 2 – Классификация антибактериальных химиотерапевтических средств по типу действия и химической структуре в форме, соответствующей требованиям системы «Эйдос»**

Антибиотик	Подгруппы и типичные представители	Группа	Тип действия	Механизм действия	Скорость выработки резистентности у микробов	Происхождение
Пенициллины (бензилпенициллин,	Пенициллины (бензилпенициллин,	Содержащие бета-лактамное	Бактерицидный	Нарушают синтез клеточной стенки во	Медленно (к природным – быстро)	Природные, полусинтетические или синтетические аналоги

амоксциллин)	амоксциллин)	кольцо		время деле- ния		природных
Цефалоспори- ны (цефазо- лин)	Цефалоспо- рины (цефа- золин)	Содержащие бета- лактамно е кольцо	Бактерицид- ный	Нарушают синтез клеточ- ной стенки во время деле- ния	Медленно (к природным – быстро)	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Карбапенемы (имипенем)	Карбапенемы (имипенем)	Содержащие бета- лактамно е кольцо	Бактерицид- ный	Нарушают синтез клеточ- ной стенки во время деле- ния	Медленно (к природным – быстро)	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Монобактамы (азтреонам)	Монобактамы (азтреонам)	Содержащие бета- лактамно е кольцо	Бактерицид- ный	Нарушают синтез клеточ- ной стенки во время деле- ния	Медленно (к природным – быстро)	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Ванкомицин	Ванкомицин	Гликопептиды	Бактерицид- ный	Нарушают синтез клеточ- ной стенки во время деле- ния	Медленно (к природным – быстро)	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Аминогликози- ды (стрепто- мицин, гента- мицин)	Аминоглико- зиды (стреп- томицин, гента- мицин)	Содержащие аминосахар	Бактриостати- ческий, реже бактерицид- ный	Нарушают синтез белка на уровне рибосом	Медленно (у стрепто- мицина – быстро)	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Тетрациклины (доксциклин)	Тетрациклины (доксциклин)	Содержащие 4 конденсиро- ванных ше- стичленных цикла	Бактриостати- ческий, реже бактерицид- ный	Нарушают синтез белка на уровне рибосом	Медленно	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Амфениколы (левомицетин, фторфеникол)	Амфениколы (левомицетин, фторфеникол)	Производные диоксиамино- фенилпропана	Бактриостати- ческий, реже бактерицид- ный	Нарушают синтез белка на уровне рибосом	Медленно	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Макролиды (эритромицин)	Макролиды (эритромицин)	Содержащие макроциклическое лак- тонное кольцо	Бактриостати- ческий, реже бактерицид- ный	Нарушают синтез белка на уровне рибосом	Медленно (у эритро- мицина – быстро)	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Линкомицин	Линкомицин	Линкозамиды	Бактриостати- ческий, реже бактерицид- ный	Нарушают синтез белка на уровне рибосом	Быстро	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Рифампицин	Рифампицин	Ансамицины	Бактриостати- ческий, реже бактерицид- ный	Нарушают синтез РНК	Быстро	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Полимиксины (колистин, бацитрацин)	Полимиксины (колистин, бацитрацин)	Полипептиды	Бактерицид- ный	Нарушают функцию кле- точных мем- бран	Медленно	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Салиномицин	Салиномицин	Полизифры	Бактерицид- ный	Нарушают функцию кле- точных мем- бран	Медленно	Природные, полусин- тетические или синте- тические аналоги природных
Сульфаметок- сазол	Сульфаметок- сазол	Сульфанила- миды	Бактериоста- тический	Нарушают синтез РНК	Медленно	Синтетические
Триметоприм	Триметоприм	Диаминопири- мидины	Бактериоста- тический	Нарушают синтез РНК	Медленно	Синтетические
Метронидазол	Метронидазол	Нитроимида- золы	Бактерицид- ный	Нарушают синтез ДНК	Очень мед- ленно	Синтетические
Фуразолидон	Фуразолидон	Нитрофураны	Бактерицид- ный	Нарушают синтез ДНК	Очень мед- ленно	Синтетические
Энрофлокса- цин	Энрофлокса- цин	Фторхинолоны	Бактерицид- ный	Нарушают синтез ДНК	Очень мед- ленно	Синтетические

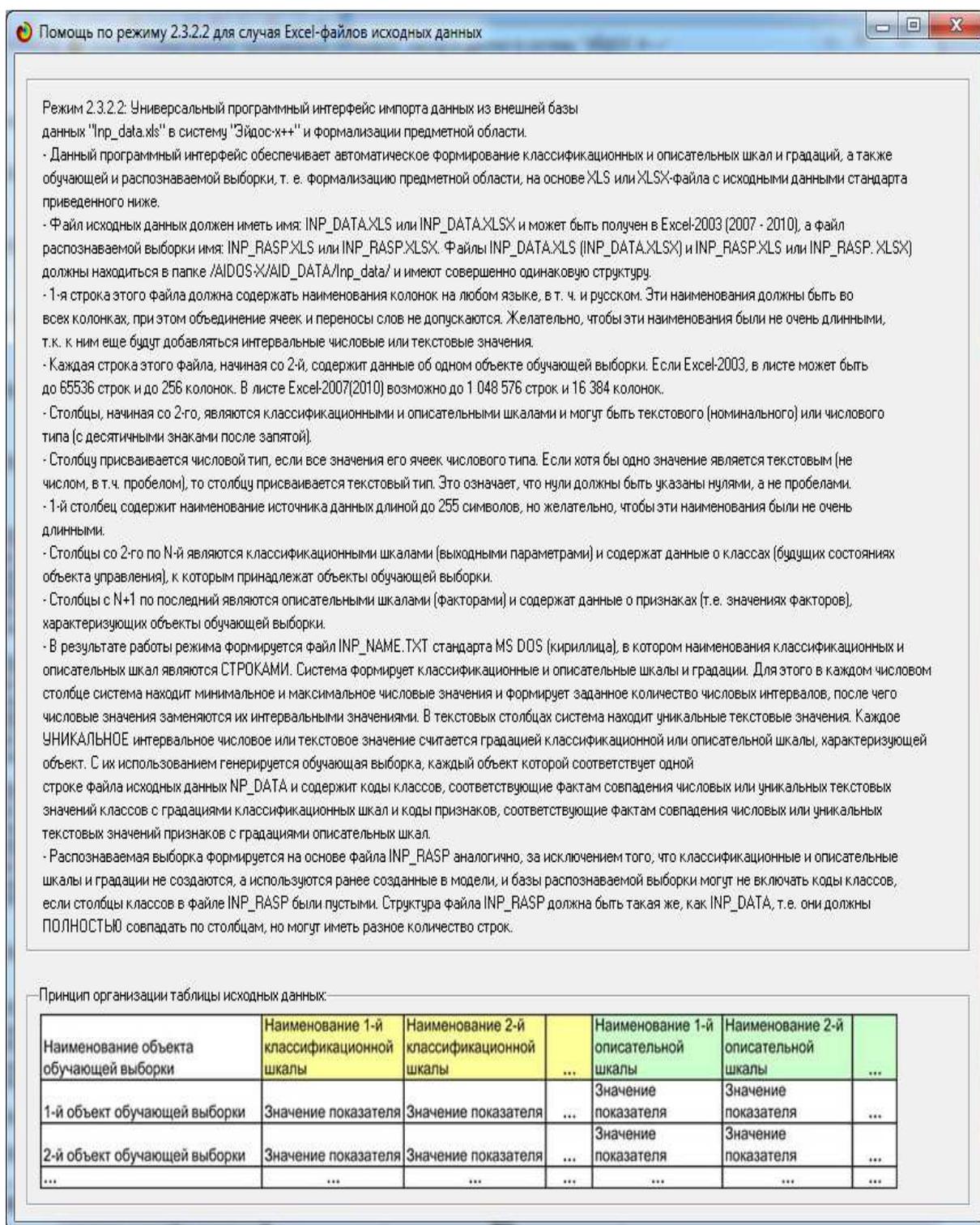
## 2.2. Формализация предметной области

На этапе формализации предметной области разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации и с их помощью кодируются исходные данные, в результате чего получается обучающая выборка. В системе «Эйдос» процесс формализации предметной области полностью автоматизирован и реализуется в режиме 2.3.2.2 ( ):



Рисунок 1. Экранная форма режима 2.3.2.2 системы «Эйдос»

На рисунке 2 приведены требования к файлу исходных данных:



**Рисунок 2. Требования к файлу исходных данных**

В результате выполнения данного режима формируются классификационные и описательные шкалы и градации и обучающая выборка (рисунки 3, 4 и 5):

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

Код шкалы	Наименование классификационной шкалы	Код градации	Наименование градации классификационной шкалы	DEL
1	ПОДГРУППЫ И ТИПИЧНЫЕ ПРЕДСТАВИТ...	1	Пенициллины (бензилпенициллин, амоксициллин)	...
		2	Цефалоспорины (цефазолин)	...
		3	Карбапенемы (имипенем)	...
		4	Монобактамы (азтреонам)	...
		5	Ванкомицин	...
		6	Аминогликозиды (стрептомицин, гентамицин)	...
		7	Тетрациклины (доксциклин)	...
		8	Амфениколы (левомицетин, фторфеникол)	...
		9	Макролиды (эритромицин)	...
		10	Линкомицин	...
		11	Рифампицин	...
		12	Полимиксины (колистин, бацитрацин)	...
		13	Салиномицин	...
		14	Сульфаметоксазол	...
		15	Триметоприм	...
		16	Метронидазол	...
		17	Фуразолидон	...
		18	Энрофлоксацин	...

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

Рисунок 3. Классификационные шкалы и градации

2.2. Описательные шкалы и градации. Текущая модель: "INF1"

Код шкалы	Наименование описательной шкалы	Код градации	Наименование градации описательной шкалы
1	ГРУППА	1	Ансамцины
2	ТИП ДЕЙСТВИЯ	2	Гликопептиды
3	МЕХАНИЗМ ДЕЙСТВИЯ	3	Диаминопиримидины
4	СКОРОСТЬ ВЫРАБОТКИ РЕЗИСТЕНТНОСТ...	4	Линкозамиды
5	ПРОИСХОЖДЕНИЕ	5	Нитроимидазолы
		6	Нитрофураны
		7	Полипептиды
		8	Полизифиры
		9	Производные диоксиаминофенилпропана
		10	Содержащие 4 конденсированных шестиленных цикла
		11	Содержащие аминсахар
		12	Содержащие бета-лактамное кольцо
		13	Содержащие макроциклическое лактонное кольцо
		14	Сульфаниламиды
		15	Фторхинолоны

Помощь   Доб. шкалу   Доб. град. шкалы   Копир. шкалу   Копир. град. шкалы   Копир. шкалу с град.   Удал. шкалу с град.   Удал. град. шкалы   Перекодировать   Очистить

Рисунок 4. Описательные шкалы и градации

№	Наименование объекта	2. ПОДГРУППЫ И ТИПИЧНЫЕ ПРЕДСТАВИТЕ...	3. ГРУППА	4. ТИП ДЕЙСТВИЯ	5. МЕХАНИ... ДЕЙСТВИЯ	6. СКОРОСТЬ ВЫРАБОТКИ РЕЗИСТЕНТНОСТИ У МИКРОБОВ	7. ПРОИСХОЖДЕ...
1	Пенициллины (бензилпенициллин, амоксициллин)...	1	12	17	21	26	30
2	Цефалоспорины (цефазолин) ...	2	12	17	21	26	30
3	Карбапенемы (имипенем) ...	3	12	17	21	26	30
4	Монобактамы (азтреонам) ...	4	12	17	21	26	30
5	Ванкомицин ...	5	2	17	21	26	30
6	Аминогликозиды (стрептомицин, гентамицин) ...	6	11	18	19	27	30
7	Тетрациклины (доксциклин) ...	7	10	18	19	25	30
8	Амфениколы (левомицетин, фторфеникол) ...	8	9	18	19	25	30
9	Макролиды (эритромицин) ...	9	13	18	19	28	30
10	Линкомицин ...	10	4	18	19	24	30
11	Рифампицин ...	11	1	18	22	24	30
12	Полимиксины (колистин, бацитрацин) ...	12	7	17	23	25	30
13	Салиномицин ...	13	8	17	23	25	30
14	Сальфаметоксазол	14	14	16	22	25	31

Рисунок 5. Обучающая выборка (фрагмент)

Обучающая выборка по сути представляет собой нормализованную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций базу исходных данных.

### 2.3. Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Синтез и верификация моделей осуществляется в режиме 3.5 (рисунок 6):

Рисунок 6. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей

Ниже на рисунке 7 приведены фрагменты созданных системно-когнитивных моделей ABS, INF1 и INF3:

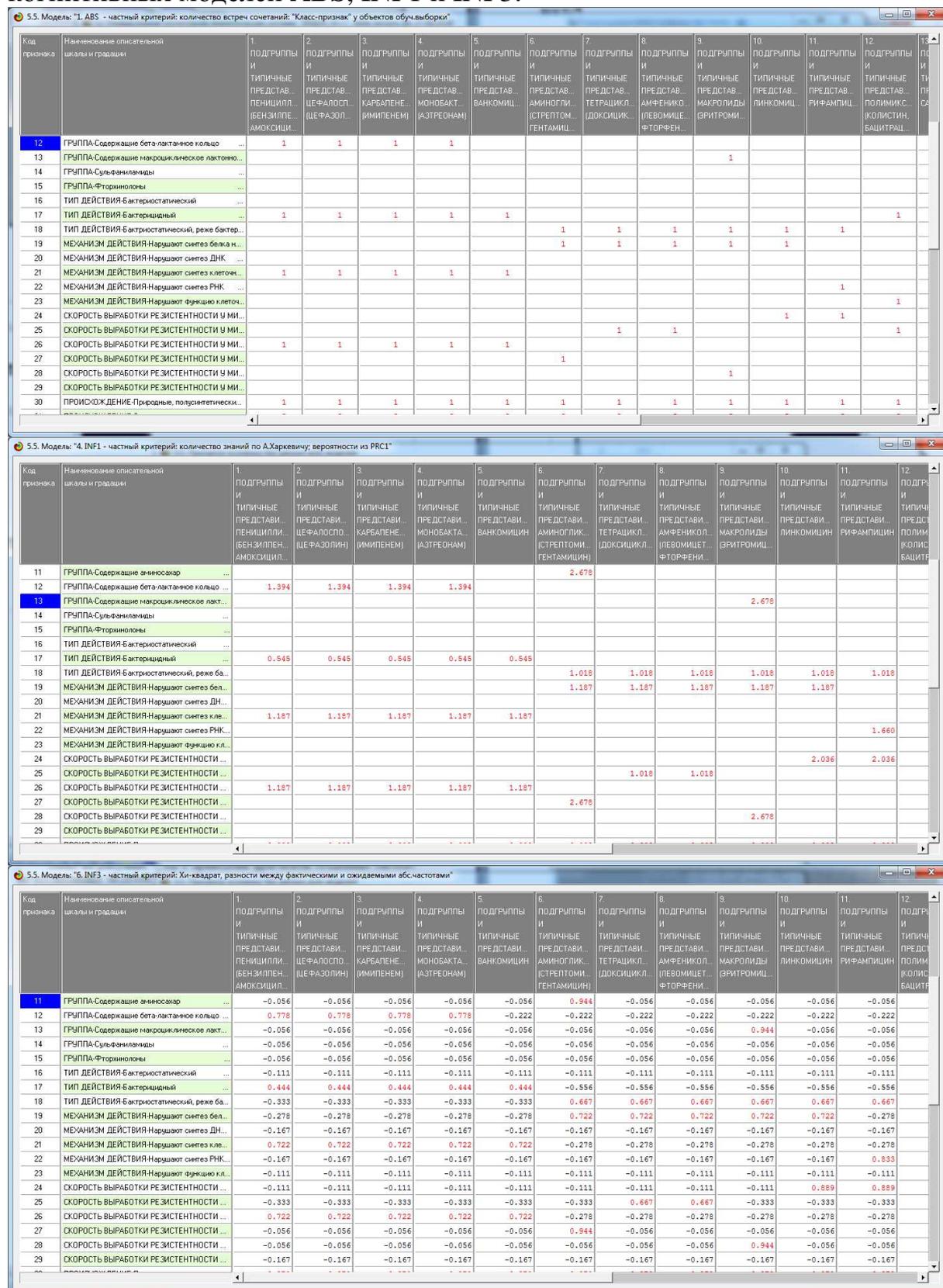


Рисунок 7. Фрагменты созданных системно-когнитивных моделей: ABS, INF1 и INF3

Описание этих моделей приведено в работе [14].

### 2.4. Определение наиболее достоверной модели и придание ей статуса текущей

В режиме 4.1.3.6 мы видим, что наиболее достоверной по критерию L2 является модель INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний» (рисунки 8):

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	На надежность оценки (SFP)	Средняя надежность оценки (SFP)	S-Точность модели	F-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В. Лущенко	Средняя надежность оценки истинно-полож. решений	Средняя надежность оценки истинно-отрицат. решений	Средняя надежность оценки ложно-полож. решений	Средняя надежность оценки ложно-отрицат. решений	A-Точность модели A-Precision = ATR/ATP	A-Полнота модели A-Recall = ATR/ATP	L2-мера проф. Е.В. Лущенко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."	Корреляция абс. частот с обр...	54.862	0.247	1.000	0.396	1.000	0.231	0.192	0.813	1.000	0.897		
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."	Сумма абс. частот по призна...	84.400	0.176	1.000	0.299	1.000	0.355	0.738	1.000	0.849			
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	54.862	0.247	1.000	0.396	1.000	0.231	0.192	0.813	1.000	0.897		
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Сумма усл.отн. частот по призна...	84.400	0.176	1.000	0.299	1.000	0.355	0.738	1.000	0.849			
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	54.862	0.247	1.000	0.396	1.000	0.231	0.192	0.813	1.000	0.897		
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность иго признака...	Сумма усл.отн. частот по призна...	84.400	0.176	1.000	0.299	1.000	0.355	0.738	1.000	0.849			
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Семантический резонанс: зна...	27.139	0.380	1.000	0.551	0.925	0.323	0.117	0.741	1.000	0.851		
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Сумма знаний	36.240	0.280	1.000	0.437	0.783	0.152	0.837	1.000	0.911			
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Семантический резонанс: зна...	27.139	0.380	1.000	0.551	0.925	0.323	0.117	0.741	1.000	0.851		
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Сумма знаний	36.240	0.280	1.000	0.437	0.783	0.152	0.837	1.000	0.911			
6. INF3 - частный критерий: Жиквадат, разности между факти...	Семантический резонанс: зна...	37.162	0.325	1.000	0.490	0.993	0.387	0.244	0.719	1.000	0.837		
6. INF3 - частный критерий: Жиквадат, разности между факти...	Сумма знаний	30.082	0.335	1.000	0.502	0.843	0.313	0.216	0.729	1.000	0.843		
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Семантический резонанс: зна...	18.323	0.453	1.000	0.624	0.844	0.416	0.123	0.670	1.000	0.802		
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Сумма знаний	16.417	0.422	1.000	0.594	0.667	0.069	0.906	1.000	0.961			
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Семантический резонанс: зна...	18.323	0.453	1.000	0.624	0.844	0.416	0.123	0.670	1.000	0.802		
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Сумма знаний	16.417	0.422	1.000	0.594	0.667	0.069	0.906	1.000	0.961			
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Семантический резонанс: зна...	36.529	0.320	1.000	0.485	0.956	0.304	0.110	0.759	1.000	0.863		
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Сумма знаний	51.973	0.226	1.000	0.369	0.843	0.218	0.110	0.794	1.000	0.885		
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Семантический резонанс: зна...	36.529	0.320	1.000	0.485	0.956	0.304	0.110	0.759	1.000	0.863		
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Сумма знаний	51.973	0.226	1.000	0.369	0.843	0.218	0.110	0.794	1.000	0.885		

Рисунок 8. экранная форма результатов верификации моделей

На в работе [12] рисунке 9 приведено описание различных мер достоверности моделей, в настоящее время применяемых в системе «Эйдос»:

Помощь по режимам: 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++"

Помощь по режимам: 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".

**ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ**  
Предполагая, модель дает такой прогноз: выпадет 1, 2, 3, 4, 5 или 6. В этом случае у нее будет 100% достоверность идентификации, т.е. не будет ни одного объекта, не относящегося к тому классу, к которому он действительно относится, но при этом будет очень большая ошибка ложной идентификации, т.к. огромное количество объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся (и именно за счет этого у модели и будет очень высокая достоверность идентификации). Ясно, что такой прогноз бесплезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.

**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ**  
Представив себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что из этого естественно выпало. Конечно, модель дает ошибку в прогнозе в том плане, что не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо угадала, что не выпадет. Но ясно, что выпадет что-то одно, а не все, что предсказано, поэтому такого рода предсказание хорошо оправдывается в том, что не произошло и плохо в том, что произошло, т.е. в этом случае у модели будет 100% достоверность не идентификации, но очень низкая достоверность идентификации.

**ИДЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ**  
Если в случае с кубиком мы прогнозируем, что выпадет, например 1, и соответственно прогнозируем, что не выпадет 2, 3, 4, 5, и 6, то это идеальный прогноз, имеющий, если он осуществляется, 100% достоверность идентификации и не идентификации. Идеальный прогноз, который полностью снимает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, на практике удается получить крайне редко и обычно мы имеем дело с реальным прогнозом.

**РЕАЛЬНЫЙ ПРОГНОЗ**  
На практике мы чаще всего сталкиваемся именно с этим видом прогноза. Реальный прогноз уменьшает неопределенность о будущем состоянии объекта прогнозирования, но не полностью, как идеальный прогноз, а оставляет некоторую неопределенность не снятой. Например, для игрального кубика делается такой прогноз: выпадет 1 или 2, и соответственно, не выпадет 3, 4, 5 или 6. Понятно, что полностью на практике такой прогноз не может осуществляться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпадать одновременно и 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществятся один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалось моделью. Теперь представьте себе, что у Вас не 1 кубик и прогноз его поведения, а тысячи. Тогда можно посчитать средневзвешенные характеристики всех этих видов прогнозов.

Таким образом, если просуммировать число верно идентифицированных и не идентифицированных объектов и вычесть число ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов, а затем разделить на число всех объектов то это и будет критерий качества модели (классификатора), учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно не относить объекты к тем классам, к которым они не относятся. Этот критерий предложен и реализован в системе "Эйдос" проф. Е.В. Лущенко в 1994 году. Эта мера достоверности модели предполагает два варианта нормировки:  $\{1, +1\}$  и  $\{0, 1\}$ :  
 $L1 = \frac{TP + TN - FP - FN}{TP + TN + FP + FN}$  (нормировка:  $\{1, +1\}$ )  
 $L2 = \frac{1 + (TP + TN - FP - FN)}{(TP + TN + FP + FN) / 2}$  (нормировка:  $\{0, 1\}$ )

где количество: TP - истинно-положительных решений; TN - истинно-отрицательных решений; FP - ложно-положительных решений; FN - ложно-отрицательных решений.

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Ризбергера (колонка выделена ярко-голубым фоном):  
 $F\text{-мера} = 2 * (Precision * Recall) / (Precision + Recall)$   
 Precision =  $TP / (TP + FP)$  - точность модели;  
 Recall =  $TP / (TP + FN)$  - полнота модели;

L1-мера проф. Е.В. Лущенко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СУММ уровней сходства (колонка выделена ярко-зеленым фоном):  
 $L1\text{-мера} = 2 * (SPrecision * SRecall) / (SPrecision + SRecall)$   
 $SPrecision = STP / (STP + SFP)$  - точность с учетом сумм уровней сходства;  
 $SRecall = STP / (STP + SFN)$  - полнота с учетом сумм уровней сходства;  
 STP - Сумма моделей сходства истинно-положительных решений; SFN - Сумма моделей сходства истинно-отрицательных решений;  
 SFP - Сумма моделей сходства ложно-положительных решений; SFN - Сумма моделей сходства ложно-отрицательных решений.

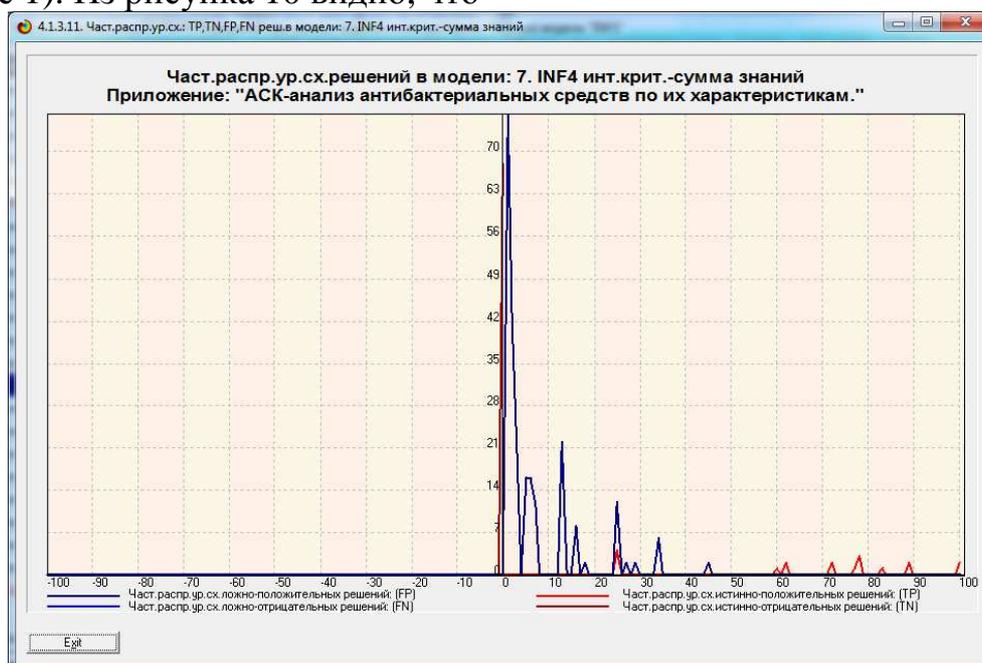
L2-мера проф. Е.В. Лущенко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):  
 $A\text{-Precision} = ATP / (ATP + AFP)$  - точность с учетом средних уровней сходства;  
 $A\text{-Recall} = ATP / (ATP + AFN)$  - полнота с учетом средних уровней сходства;  
 $ATP = STP / TP$  - Среднее моделей сходства истинно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее моделей сходства истинно-отрицательных решений;  
 $AFP = SFP / FP$  - Среднее моделей сходства ложно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее моделей сходства ложно-отрицательных решений.

Строки с максимальными значениями F-меры, L1-меры и L2-меры выделены фоном цвета, соответствующего колонке.

Лущенко Е.В. Инвариантно относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е.В. Лущенко // Полупланетарный сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Научный журнал КубГАУ] [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №02(126). С. 1 - 32. - IDA [article ID]: 1261702301. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.

Рисунок 9. Описание используемых в системе «Эйдос» метрик достоверности

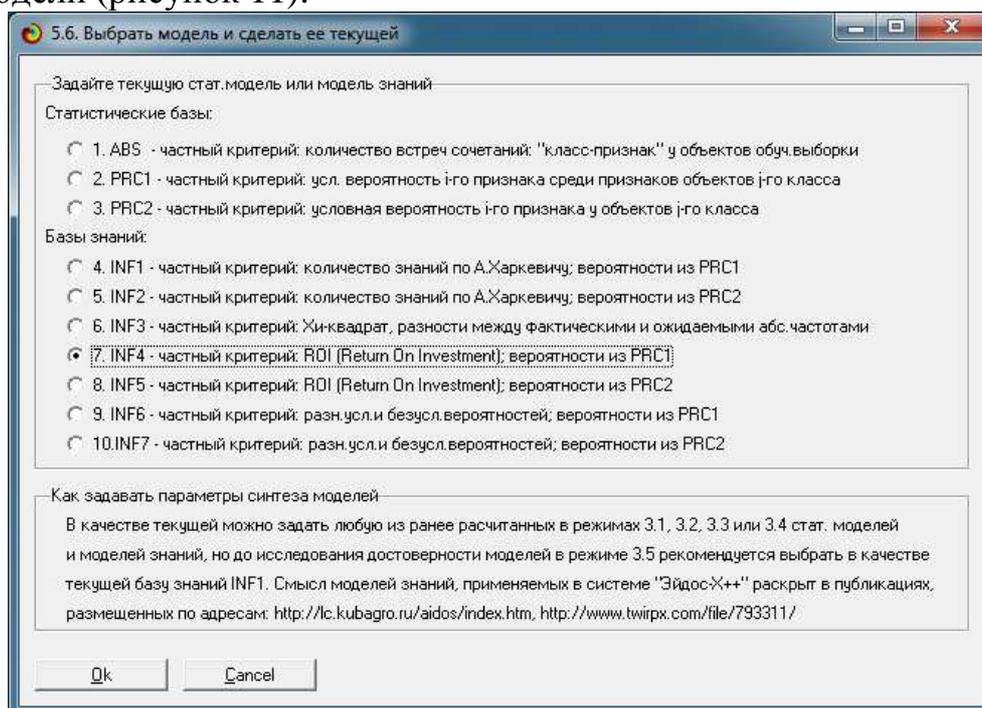
Видно, что достоверность модели довольно высока: 0,951 (при максимуме 1). Из рисунка 10 видно, что



**Рисунок 10. Частное распределение уровней сходства лонных и истинных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной модели INF4 с интегральным критерием «Сумма знаний»**

Из рисунка 10 видно, что чем выше уровень сходства, тем меньше ложно-положительных решений и при уровне сходства выше 60% их вообще нет, т.е. все положительные решения истинные.

Поэтому придадим системно-когнитивной модели INF4 статус текущей модели (рисунок 11):



**Рисунок 11. Экранная форма режима 5.6 придания модели статуса текущей**



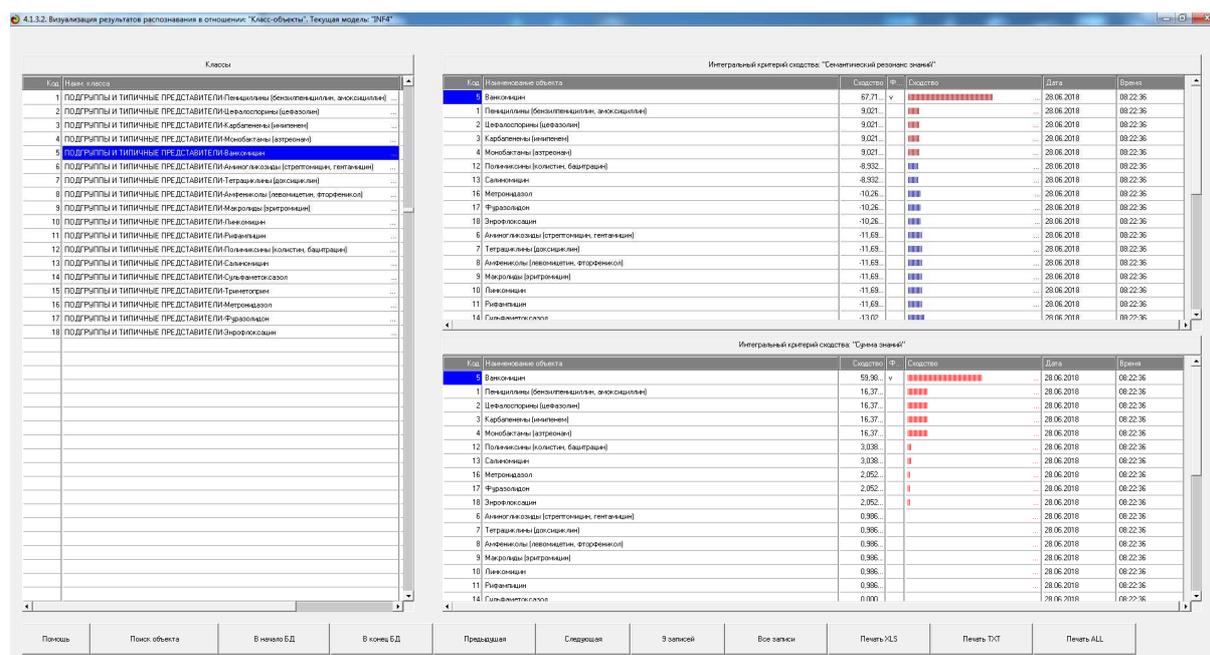


Рисунок 14. Экранная форма режима пакетного распознавания

### 2.6. Решение задач поддержки принятия решений

В АСК-анализе есть две метафоры (способа интерпретации) классификационных и описательных шкал и градаций: статичная и динамичная.

В статичной метафоре градации классификационных шкал рассматриваются как группы объектов (классы), описательные шкалы рассматриваются как свойства объектов, а градации описательных шкал как степень выраженности этих свойств (признаки).

Например: люди могут быть молодые, среднего возраста и старые (классы). У них есть свойство: «Вес», которое имеет разную степень выраженности: измеряемую в килограммах.

В динамичной метафоре градации классификационных шкал (классы) представляют собой прошлые, текущие и будущие состояния объекта управления, как желательные (целевые), так и нежелательные, описательные шкалы представляют собой факторы, воздействующие на объект управления, а градации – значения этих факторов. Классификационные шкалы позволяют описывать различные аспекты объекта управления, давать его количественную и качественную характеристику как в натуральном, так и в стоимостном выражении.

Задача поддержки принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования. Если при прогнозировании мы значениям факторов определяем будущее поведение объекта управления, то при принятии решений наоборот, по заданному будущему целевому состоянию объекта управления определяем значения факторов, с наибольшей силой способствующие и препятствующие переходу объекта управления в это целевое состояние.

Если говорить о задаче классификации медицинских препаратов по их характеристикам, то задача поддержки принятия решений позволяет дать их SWOT-характеристику, т.е. описать не просто наличие тех или иных признаков, но и указать как наиболее характерные, так и наиболее нехарактерные из них с количественной оценкой степени характерности и не характерности (рисунок 15).

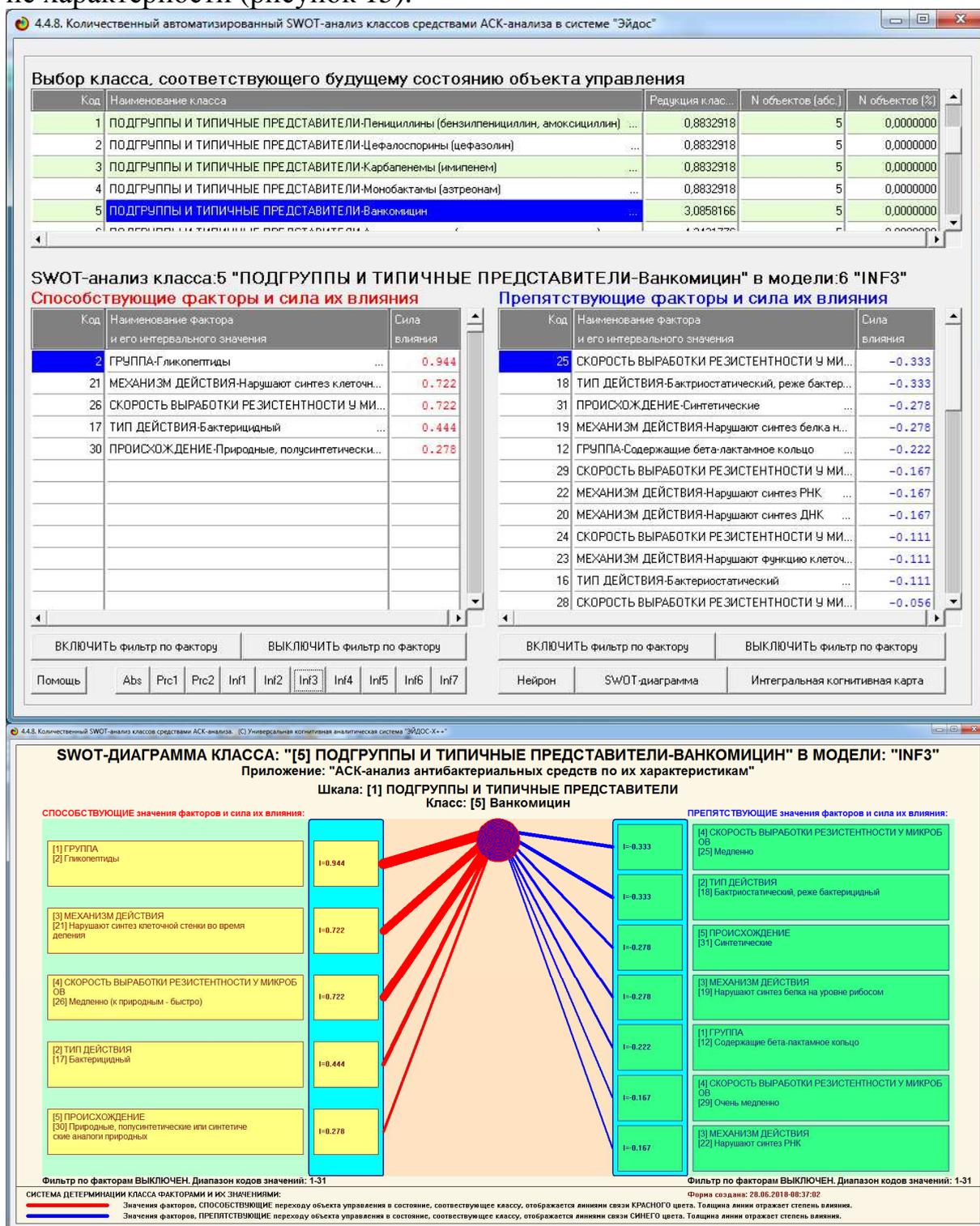


Рисунок 15. SWOT-характеристика конкретного антибиотика в модели INF3

Причем эти **количественные** оценки даются с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции. Не характерность не означает отсутствия свойства, а означает, что его вероятность встречи у данного антибиотика ниже, чем в среднем.

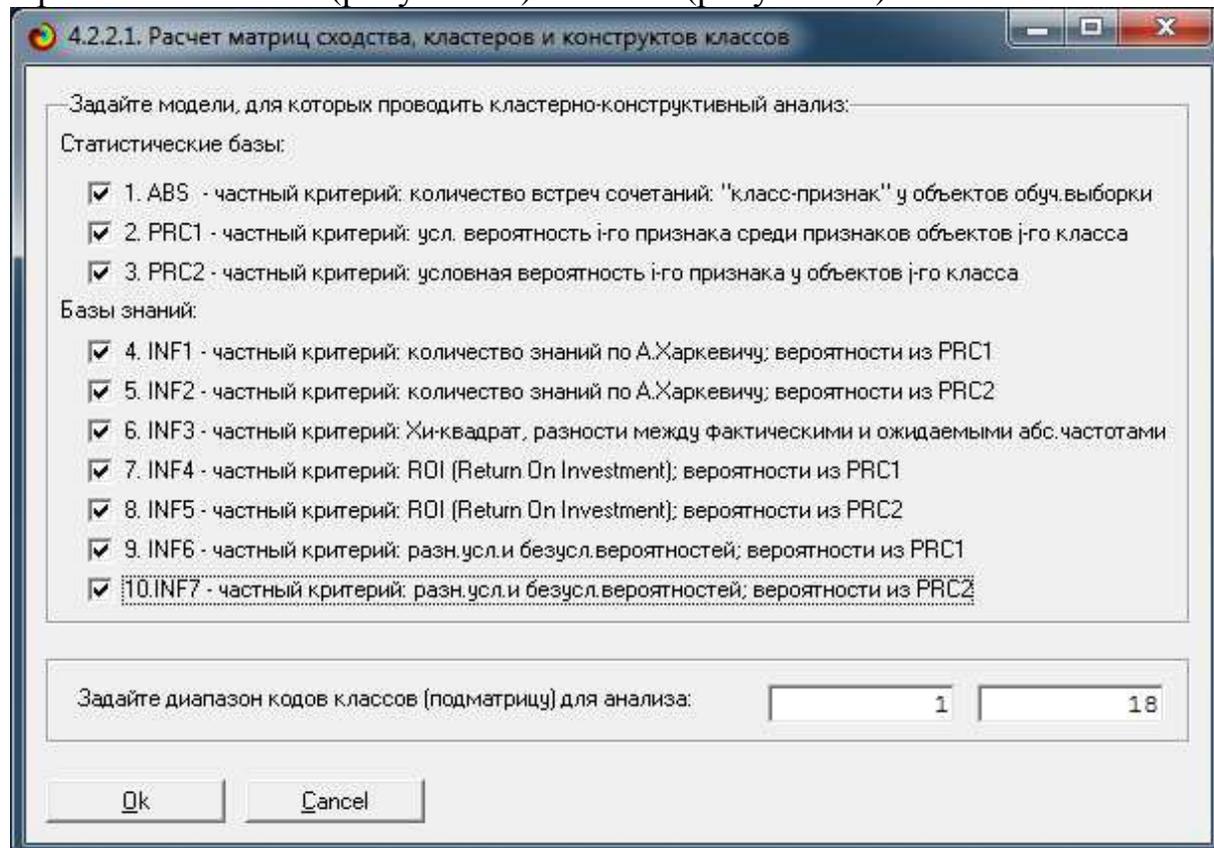
Аналогично можно получить SWOT-характеристики других антибиотиков. В данной работе они не приводятся только из-за ограничения на ее объем.

## **2.7. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели**

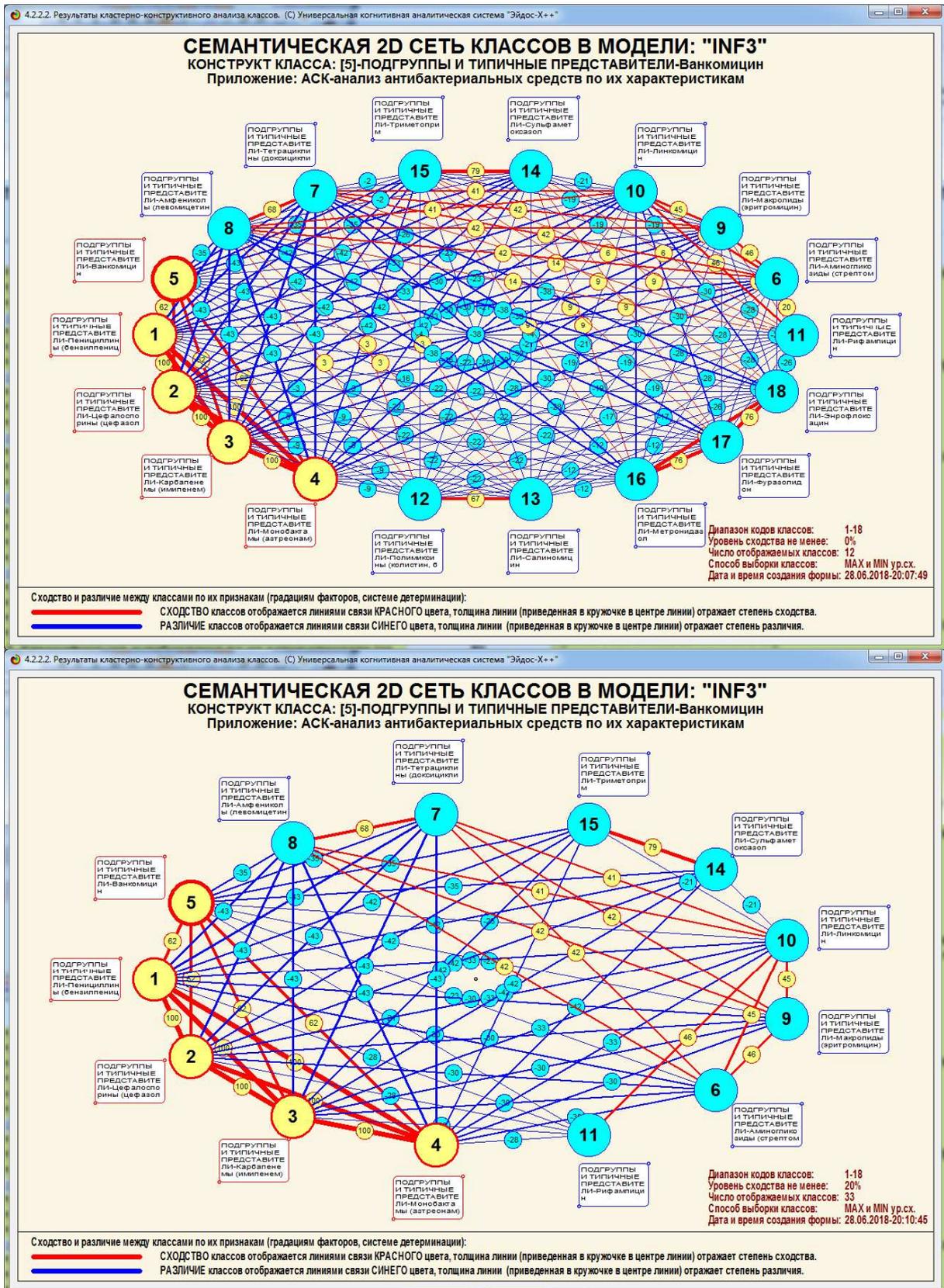
Если модель предметной области достоверна, то исследование модели можно считать исследованием самого моделируемого объекта. В системе «Эйдос» есть довольно много возможностей для этого. Но мы рассмотрим только результаты кластерно-конструктивного анализа классов и признаков (когнитивные диаграммы и дендрограммы), а также нелокальные нейроны, нелокальные нейронные сети и когнитивные функции.

### **2.7.1. Когнитивные диаграммы классов**

Эти диаграммы отражают сходство/различие классов. Мы получаем в режимах 4.2.2.1 и (рисунок 16) и 4.2.2.2 (рисунок 17):



**Рисунок 16. Экранная форма расчета матриц сходства классов в разных моделях**



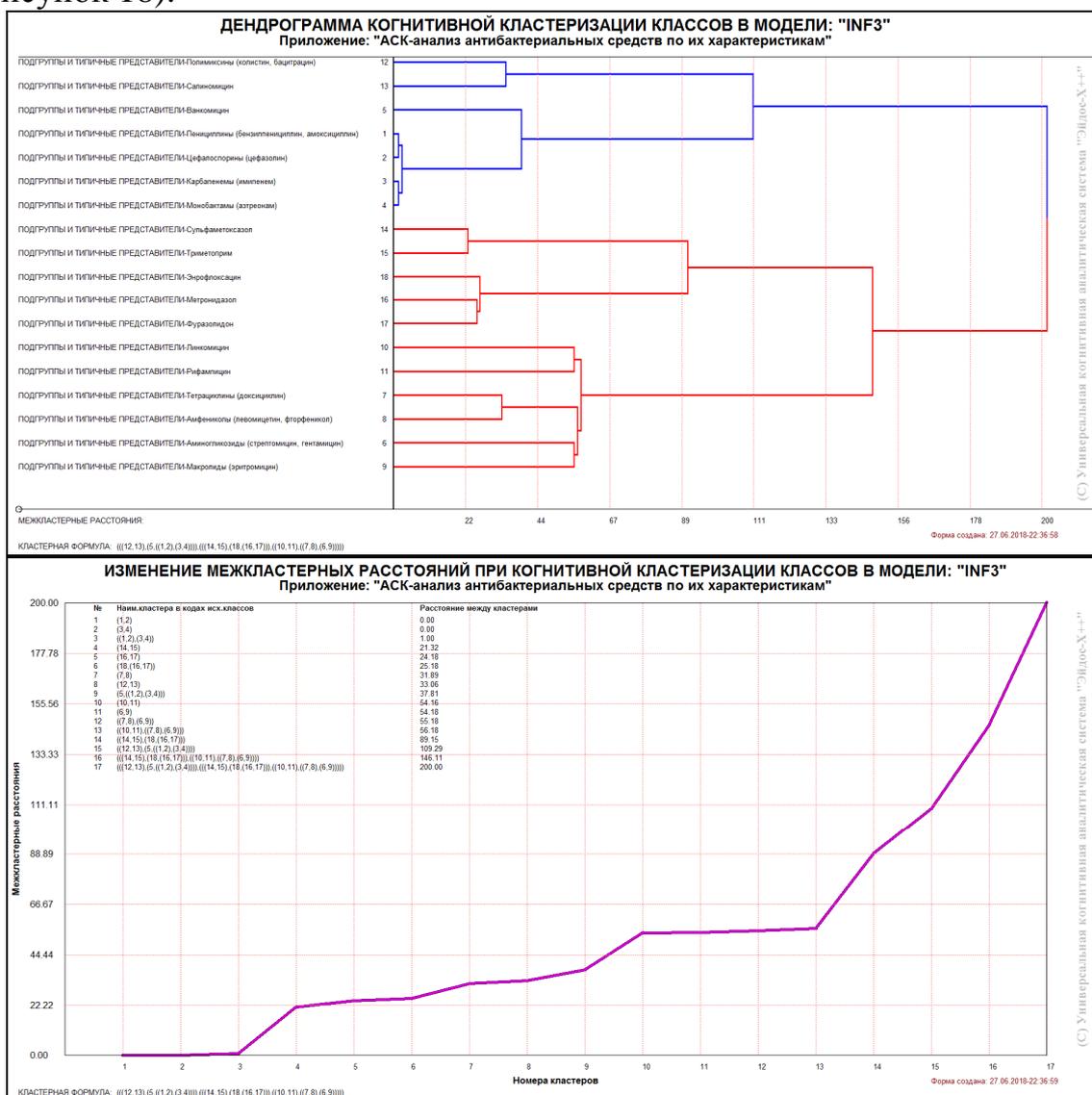
**Рисунок 17. Когнитивная диаграмма классов (антибиотиков) и конструкт с полюсом: «Ванкомицин»**

На 1-й когнитивной диаграмме показаны все связи между классами, а на второй только больше по модулю чем 20%.

Отметим, что на когнитивных диаграммах, приведенных на рисунке 16, приведены *количественные* оценки сходства/различия классов, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

### 2.7.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Информация о сходстве/различии классов, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, примеры которых приведены на рисунке 16, но и в форме дендрограмм, полученных в результате когнитивной кластеризации [16, 17] (рисунок 18):



**Рисунок 18. Дендрограмма когнитивной кластеризации классов и график изменения межкластерных расстояний**

### 2.7.3. Когнитивные диаграммы признаков

Эти диаграммы отражают сходство/различие признаков. Мы получаем в режимах 4.3.2.1 и 4.3.2.2 (рисунок 19):

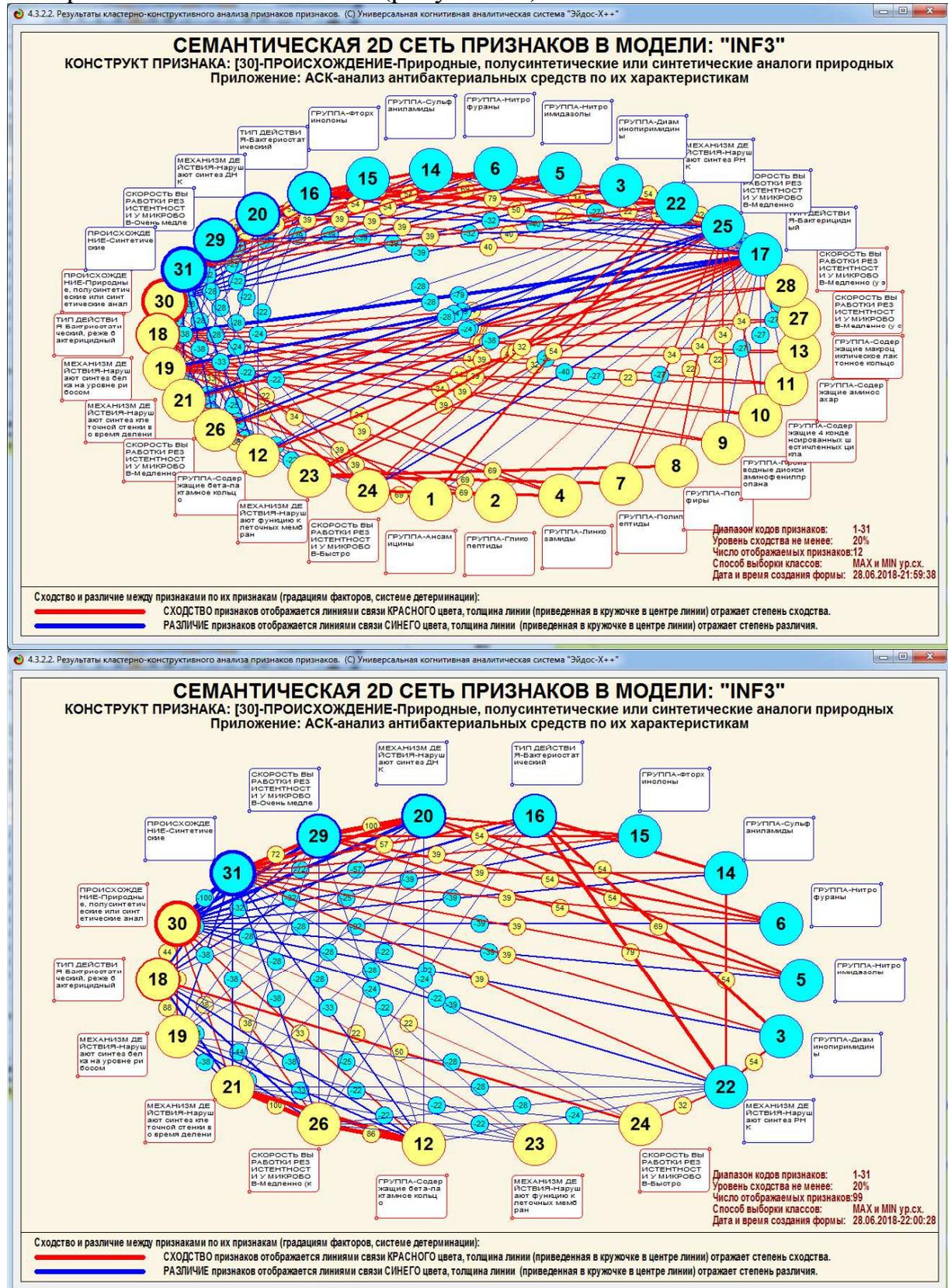


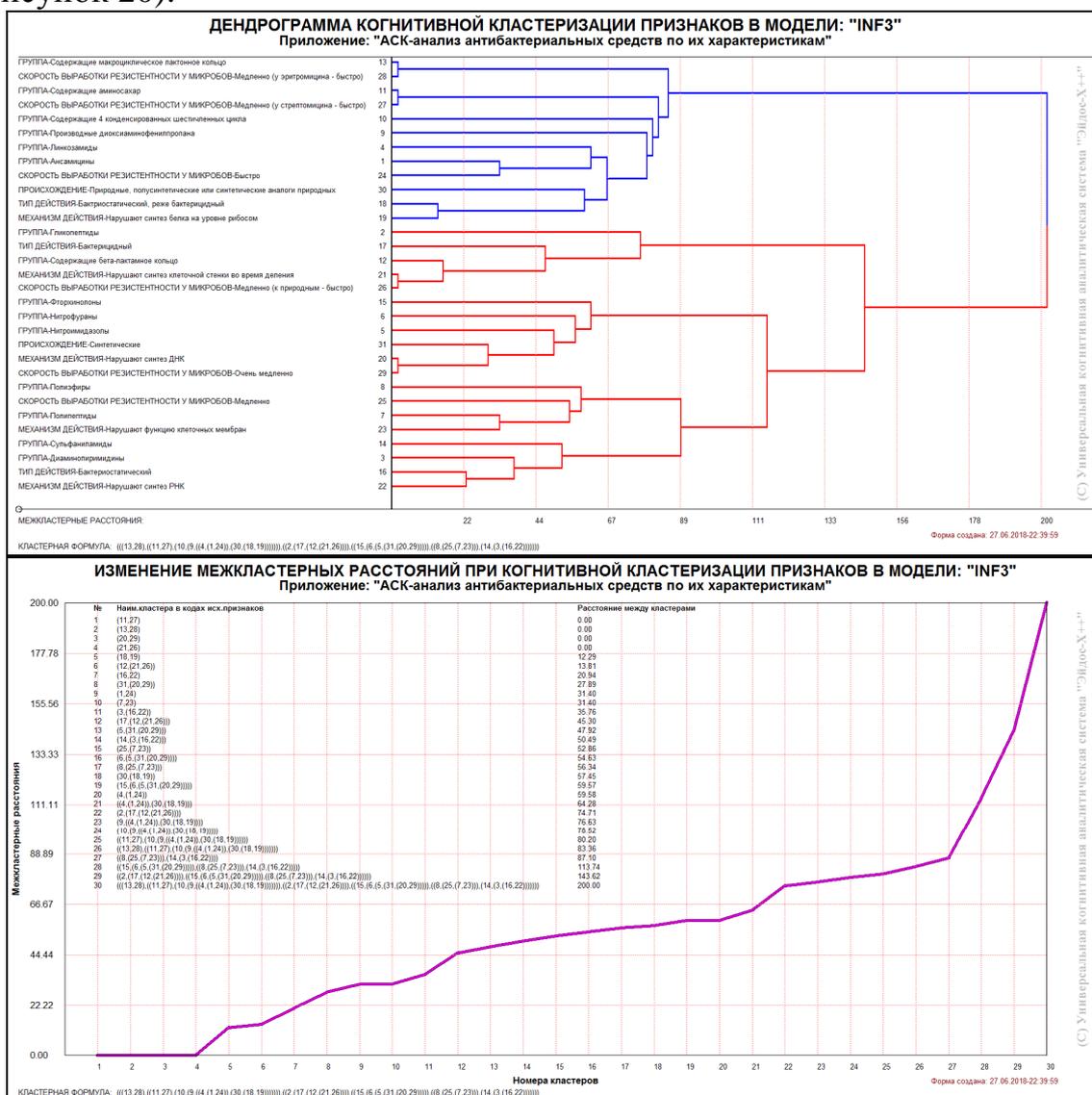
Рисунок 19. Когнитивная диаграмма признаков антибиотиков и конструкт с полюсом: «Природные...»

На 1-й когнитивной диаграмме показаны все связи между признаками, а на второй только больше по модулю чем 20%.

Отметим, что на когнитивных диаграммах, приведенных на рисунке 19, приведены **количественные** оценки сходства/различия признаков, полученные с применением системно-когнитивной модели, созданной непосредственно на основе эмпирических данных, а не как традиционно делается на основе экспертных оценок неформализуемым путем на основе опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

### 2.7.4. Агломеративная когнитивная кластеризация признаков

Информация о сходстве/различии признаков, содержащаяся в матрице сходства, может быть визуализирована не только в форме, когнитивных диаграмм, примеры которых приведены на рисунке 19, но и в форме дендрограмм, полученных в результате когнитивной кластеризации [16, 17] (рисунок 20):



**Рисунок 20. Дендрограмма когнитивной кластеризации признаков и график изменения межкластерных расстояний**

### 2.7.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети

Модель знаний системы «Эйдос» относится к нечетким декларативным гибридным моделям и объединяет в себе некоторые особенности нейросетевой [20] и фреймовой моделей представления знаний.

Классы нейронам и фреймам, а признаки рецепторам и шпациям (описательные шкалы – слотам).

На рисунках 21 и 22 приведены примеры нелокального нейрона и фрагмента однослойной нейронной сети:

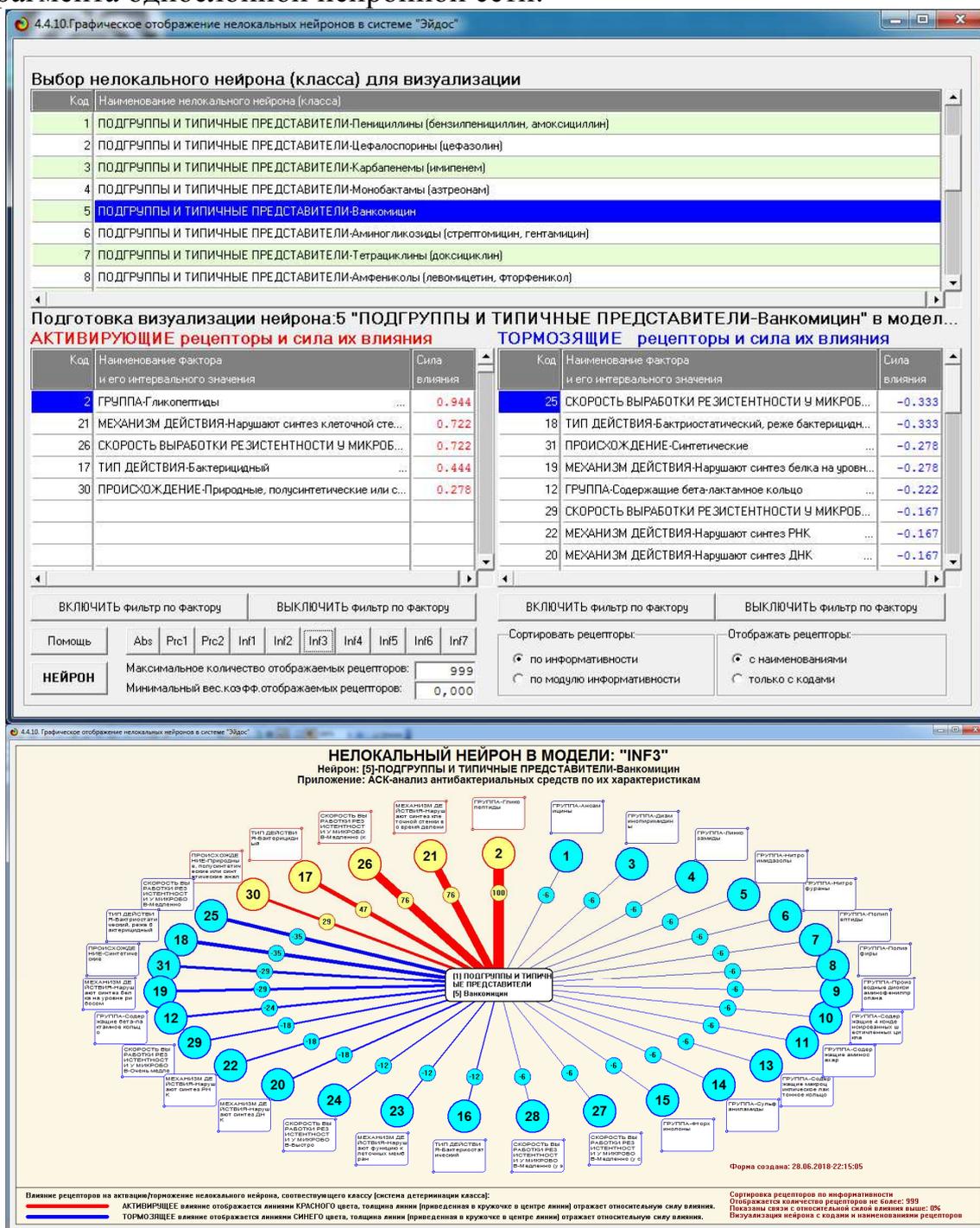


Рисунок 21. Пример нелокального нейрона

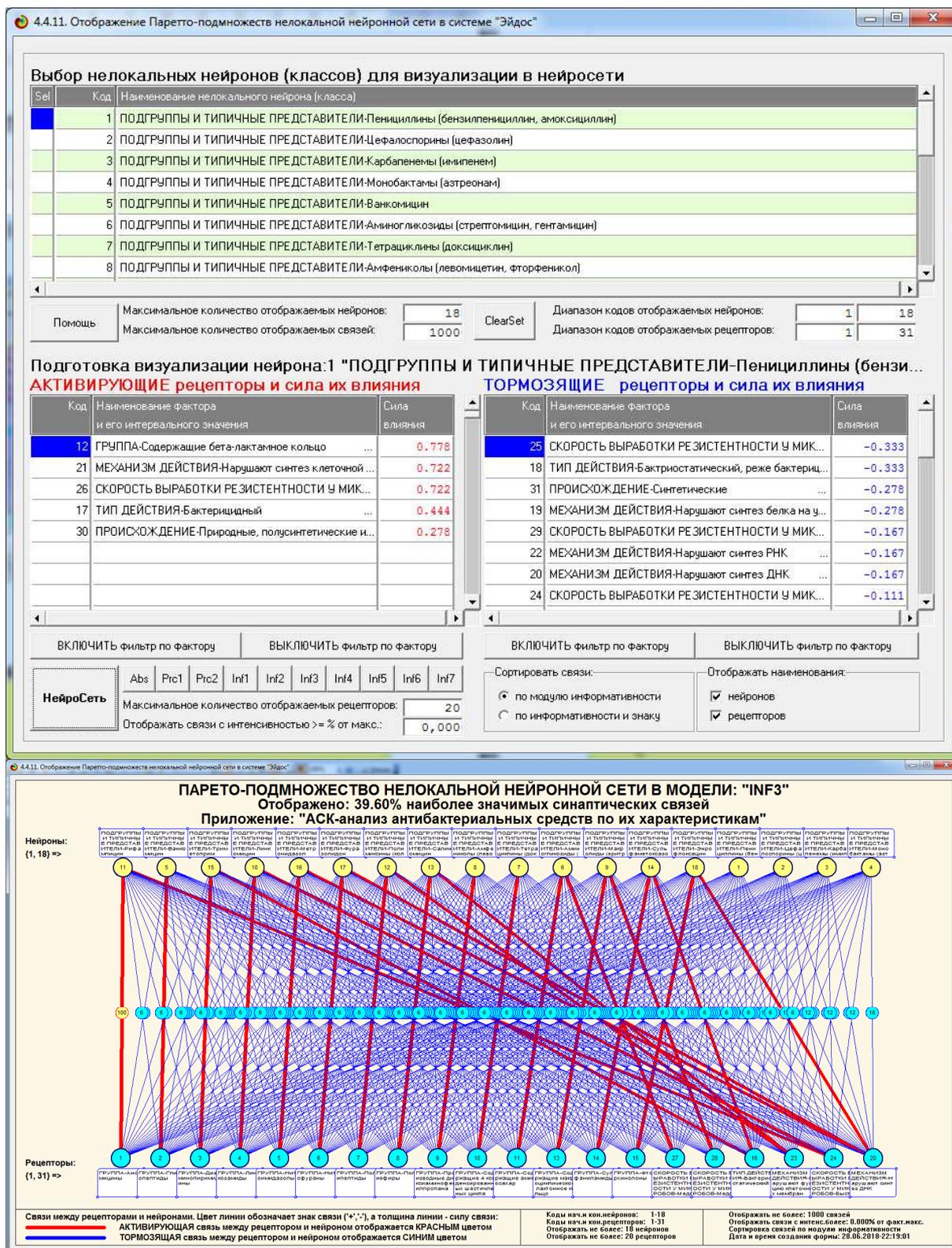


Рисунок 22. Фрагмент однослойной нейронной сети

### 2.7.6 Когнитивные функции

Когнитивные функции отражают в визуальной форме количество информации в градациях описательных шкал (признаках) о принадлежно-

сти объектов с этими признаками к градациям классификационных шкал (классам) [18] (рисунок 23):

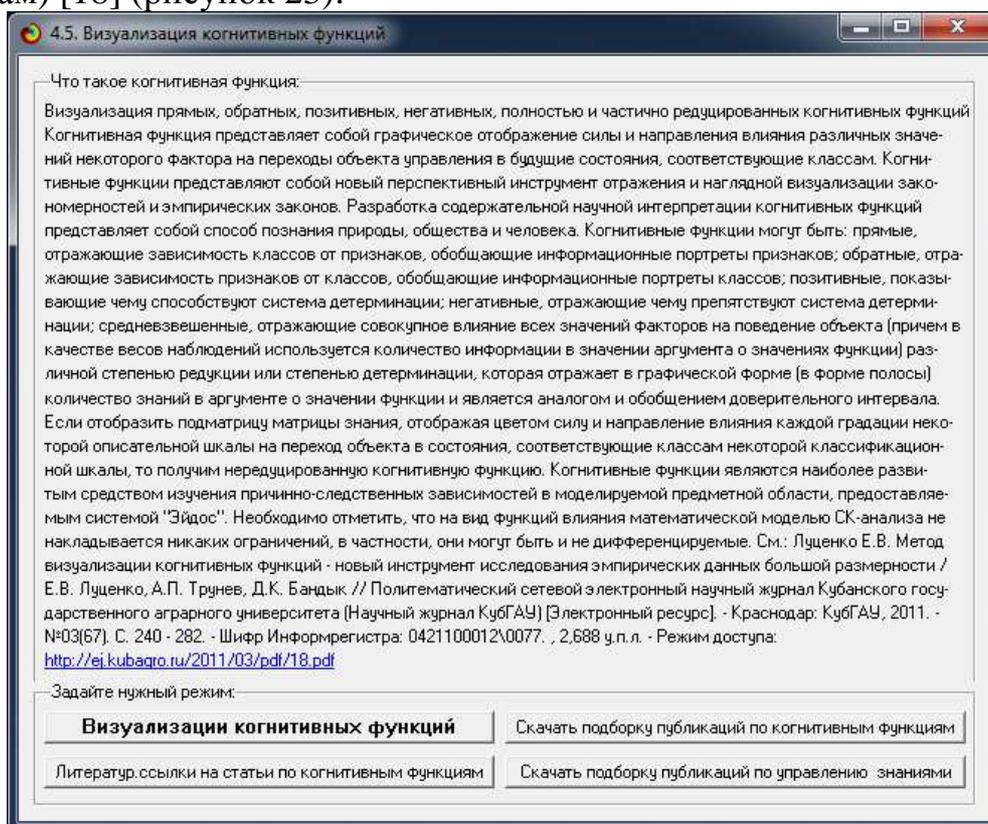


Рисунок 23. Экранная форма режима визуализации когнитивных функций

На рисунке 24 приведены когнитивные функции при параметрах, приведенных на рисунке 25:

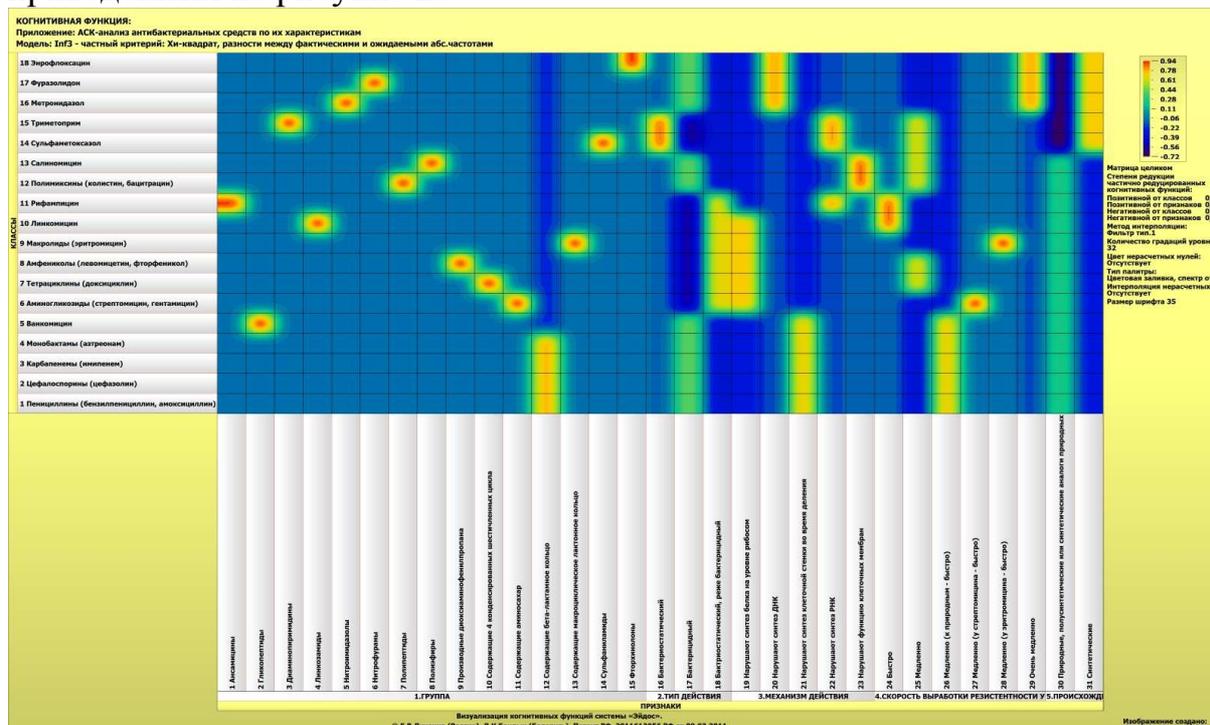


Рисунок 24. Визуализация когнитивных функций

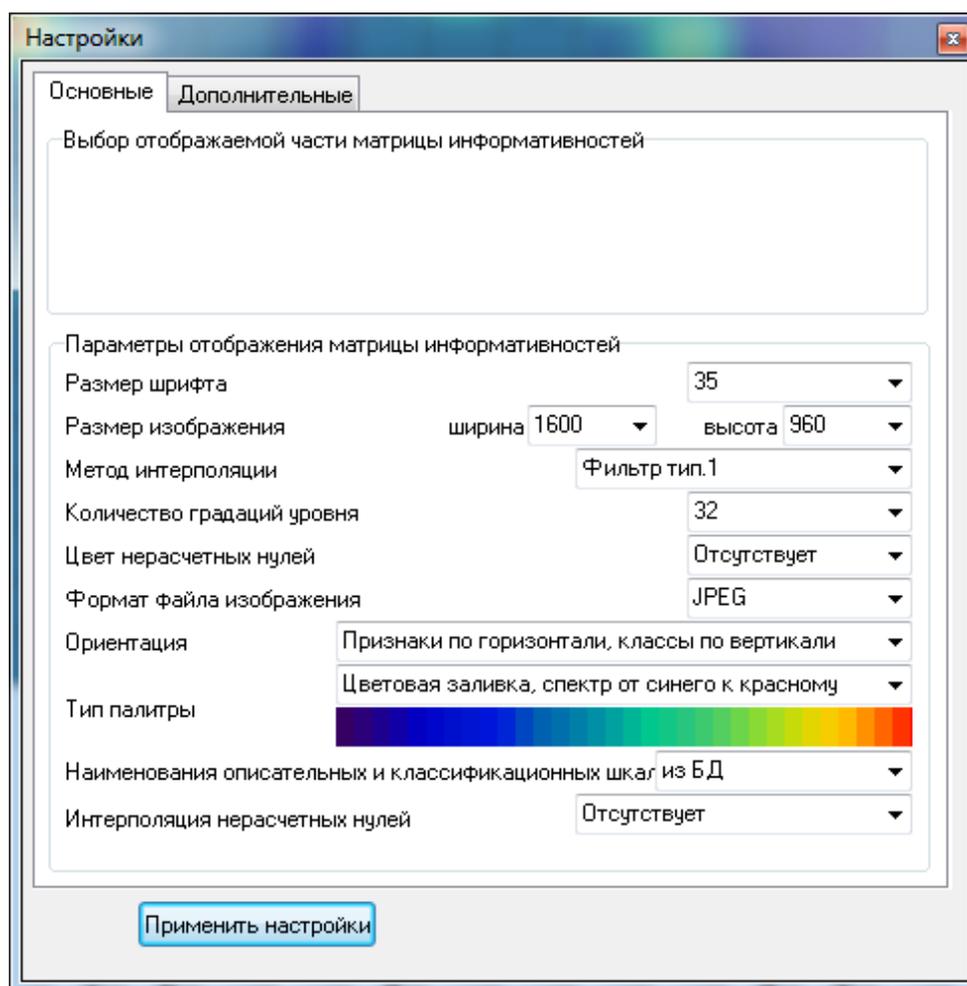


Рисунок 25. Настройки режима отображения когнитивных функций

### 3. Классификация антибиотиков по их совместимости (задача 2)

Отметим, что 2-я задача решается совершенно аналогично 1-й. Поэтому описание ее решения будет более кратким, а рисунки меньше по размеру, но не по разрешению.

#### 3.1. Когнитивная структуризация предметной области и подготовка Excel-файла исходных данных

В качестве исходных данных использована таблица совместимости антибиотиков, приведенная на рисунке 26<sup>2</sup>.

Для удобства обработки этой информации в системе «Эйдос» т повышения наглядности выходных форм данные из рисунка 26 преобразованы в таблицу 3<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Источник: <http://www.zivotnovodstvo.ru/sovместimost-atibiotikov/>

<sup>3</sup> Это было сделано путем контекстной замены в MS Excel (Ctrl+H), так что это было не очень трудоемко



Классификационная шкала выделена желтым фоном. Значение градаций классификационной шкалы (классы) соответствуют различным антибиотикам. Далее идут описательные шкалы значения градаций которых отражают характер совместного действия на организм животного данного антибиотика в сочетании с другим антибиотиком, соответствующим описательной шкале.

Отметим, что для 1-го антибиотика: пенициллина, в исходных данных почему-то указано, что он усиливает сам себя. Для других антибиотиков действие в сочетании с самим собой не указано. Мы не стали корректировать эту информацию.

### 3.2. Формализация предметной области (разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающее выборки)

Для ввода исходных данных, представленных в таблице 3, в систему «Эйдос», используем режим 2.3.2.2 с параметрами, приведенными на рисунке 27:

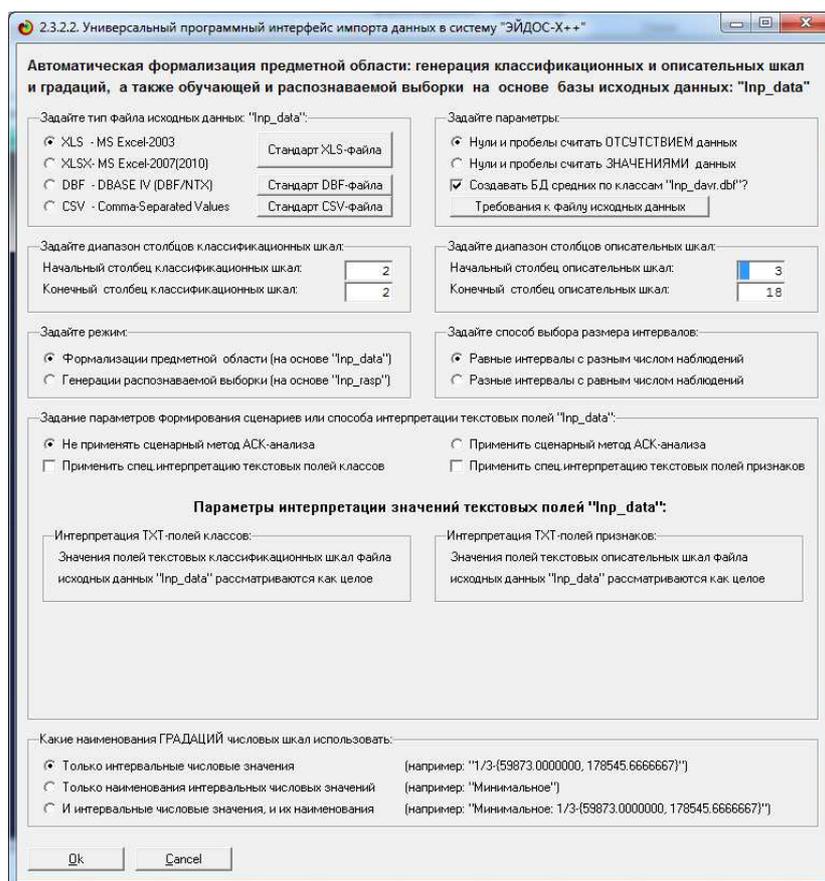


Рисунок 27. Экранная форма программного интерфейса ввода внешних данных

Классификационная шкала и градации приведены на рисунке, 28, фрагмент описательных шкал и градаций на рисунке 29, фрагмент обучающей выборки на рисунке 30:

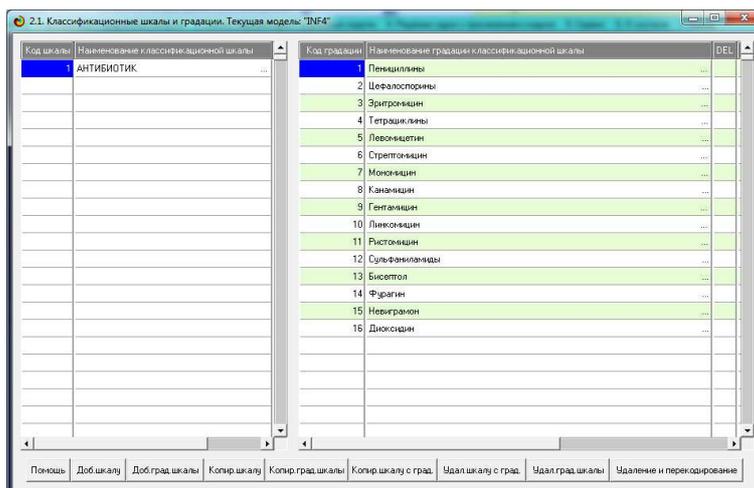


Рисунок 28. Классификационная шкала и градации

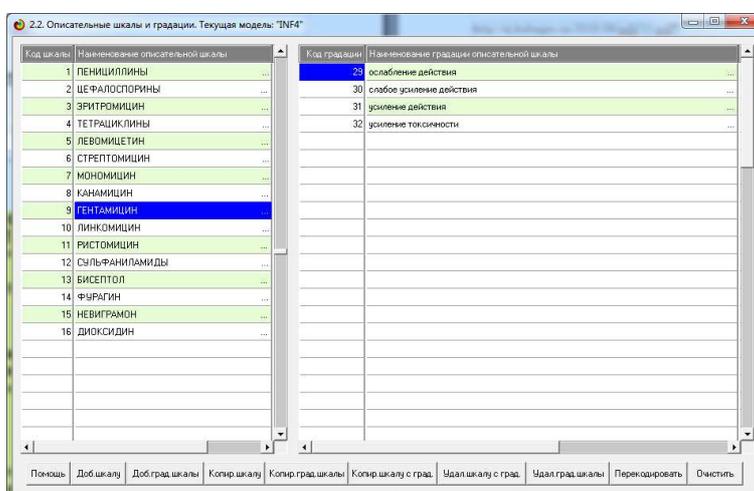


Рисунок 29. Описательные шкалы и градации (фрагмент)

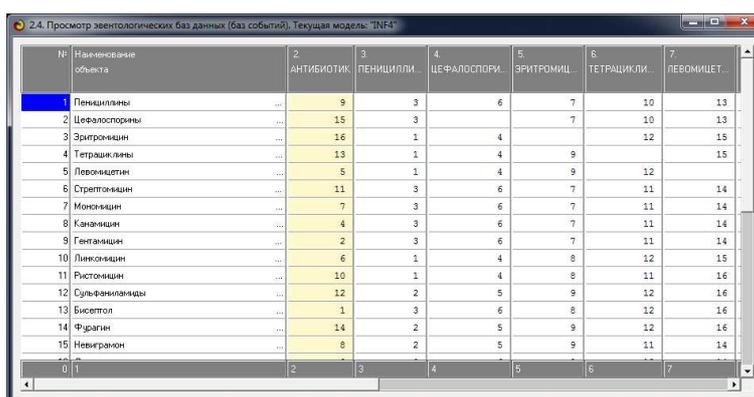


Рисунок 30. Обучающая выборка (фрагмент)

### 3.3. Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей

Синтез и верификацию моделей осуществим в режиме 3.5 (рисунок 31):

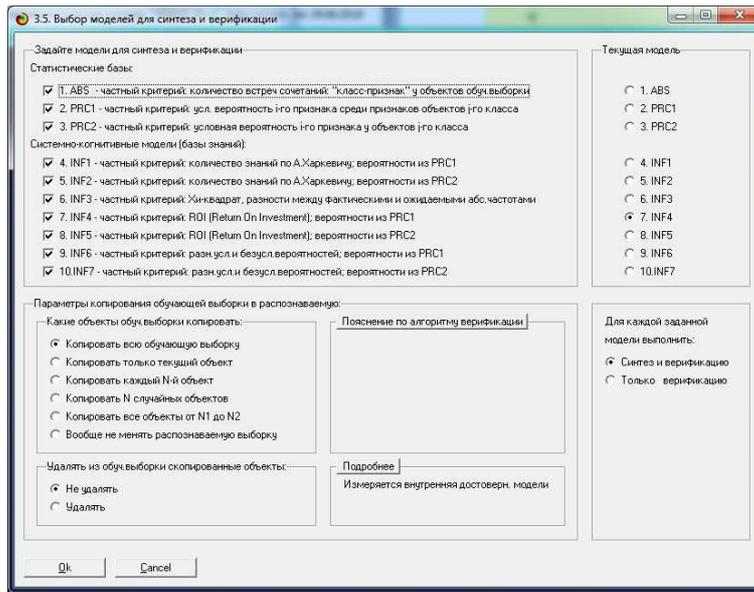


Рисунок 31. Экранная форма режима синтеза и верификации моделей

Фрагменты моделей ABS, INF1 и INF3 приведены на рисунке 32:

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

Код строки	Наименование описательных данных и действий	1. АНТИБИОТИК БИСТРОП	2. АНТИБИОТИК ПЕНАЛТИЗМ	3. АНТИБИОТИК ДИКСИДАН	4. АНТИБИОТИК КАНАМИЦИН	5. АНТИБИОТИК ПЕВНОЦИКЛ	6. АНТИБИОТИК РИНОКОЦИН	7. АНТИБИОТИК РИНОКОЦИН	8. АНТИБИОТИК МОНОЦИН	9. АНТИБИОТИК НЕЙТРАМИС	10. АНТИБИОТИК ПЕНАЦИЛИН	11. АНТИБИОТИК РИСКОЦИН	12. АНТИБИОТИК СТРЕПТОЦИН
1	ПЕНАЛТИЗМ-собие ролевые действия					0.891	0.891					0.891	
2	ПЕНАЦИЛИН-собие ролевые действия									1.224			
3	ПЕНАЦИЛИН-собие ролевые действия	0.809	0.809	0.809	0.809			0.809			0.805	0.809	
4	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия					0.891	0.891		0.809				
5	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия								1.224				
6	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия	0.406	0.406	0.406	0.406			0.406		0.559		0.406	
7	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия		0.718	0.718	0.718					0.671		0.718	
8	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия	1.014		1.014								1.014	
9	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия					0.493			0.493		1.472		
10	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия									0.493			
11	ТЕТРАЦИКЛИН-собие ролевые действия		0.718		0.718			0.718	0.718			0.718	
12	ТЕТРАЦИКЛИН-собие ролевые действия	0.406		0.406		0.406	0.406				1.472		
13	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия			0.718	0.718				0.718	0.718			0.718
14	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия							1.224		0.718	0.718		
15	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия											1.014	
16	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия	1.014											1.014
17	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия							0.718	0.718				1.014
18	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия							0.718	0.718				
19	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия	1.014		1.014					1.224			0.967	
20	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия		1.224		1.224					1.224			
21	МНОКОИОН-собие ролевые действия					0.406	0.406		0.406				0.406
22	МНОКОИОН-собие ролевые действия	1.014		1.014							0.967		0.406
24	МНОКОИОН-собие ролевые действия											1.224	

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

Код строки	Наименование описательных данных и действий	1. АНТИБИОТИК БИСТРОП	2. АНТИБИОТИК ПЕНАЦИЛИН	3. АНТИБИОТИК ДИКСИДАН	4. АНТИБИОТИК КАНАМИЦИН	5. АНТИБИОТИК ПЕВНОЦИКЛ	6. АНТИБИОТИК РИНОКОЦИН	7. АНТИБИОТИК РИНОКОЦИН	8. АНТИБИОТИК МОНОЦИН	9. АНТИБИОТИК НЕЙТРАМИС	10. АНТИБИОТИК ПЕНАЦИЛИН	11. АНТИБИОТИК РИСКОЦИН	12. АНТИБИОТИК СТРЕПТОЦИН
1	ПЕНАЛТИЗМ-собие ролевые действия					0.891	0.891					0.891	
2	ПЕНАЦИЛИН-собие ролевые действия									1.224			
3	ПЕНАЦИЛИН-собие ролевые действия	0.809	0.809	0.809	0.809			0.809			0.805	0.809	
4	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия					0.891	0.891		0.809				
5	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия								1.224				
6	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия	0.406	0.406	0.406	0.406			0.406		0.559		0.406	
7	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия		0.718	0.718	0.718					0.671		0.718	
8	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия	1.014		1.014								1.014	
9	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия					0.493			0.493		1.472		
10	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия									0.493			
11	ТЕТРАЦИКЛИН-собие ролевые действия		0.718		0.718			0.718	0.718			0.718	
12	ТЕТРАЦИКЛИН-собие ролевые действия	0.406		0.406		0.406	0.406				1.472		
13	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия			0.718	0.718				0.718	0.718			0.718
14	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия							1.224		0.718	0.718		
15	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия											1.014	
16	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия	1.014											1.014
17	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия							0.718	0.718				1.014
18	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия							0.718	0.718				
19	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия	1.014		1.014					1.224			0.967	
20	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия		1.224		1.224					1.224			
21	МНОКОИОН-собие ролевые действия					0.406	0.406		0.406				0.406
22	МНОКОИОН-собие ролевые действия	1.014		1.014							0.967		0.406
24	МНОКОИОН-собие ролевые действия											1.224	

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

Код строки	Наименование описательных данных и действий	1. АНТИБИОТИК БИСТРОП	2. АНТИБИОТИК ПЕНАЦИЛИН	3. АНТИБИОТИК ДИКСИДАН	4. АНТИБИОТИК КАНАМИЦИН	5. АНТИБИОТИК ПЕВНОЦИКЛ	6. АНТИБИОТИК РИНОКОЦИН	7. АНТИБИОТИК РИНОКОЦИН	8. АНТИБИОТИК МОНОЦИН	9. АНТИБИОТИК НЕЙТРАМИС	10. АНТИБИОТИК ПЕНАЦИЛИН	11. АНТИБИОТИК РИСКОЦИН	12. АНТИБИОТИК СТРЕПТОЦИН
1	ПЕНАЛТИЗМ-собие ролевые действия	-0.211	-0.211	-0.211	-0.211	0.469	0.469			-0.211	-0.211	0.469	-0.211
2	ПЕНАЦИЛИН-собие ролевые действия	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187			0.613	-0.199	-0.187	-0.187
3	ПЕНАЦИЛИН-собие ролевые действия	0.802	0.802	0.802	0.802	-0.498	-0.498	0.802		0.469	-0.498	0.802	
4	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия	-0.211	-0.211	-0.211	-0.211	0.469	0.469			-0.211	-0.211	0.469	-0.211
5	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187			0.613	-0.199	-0.187	-0.187
6	ЦЕФАЛОСПОРИН-собие ролевые действия	0.864	0.864	0.864	0.864	-0.496	-0.496	0.864		0.595	-0.496	0.864	
7	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия	-0.273	0.627	-0.273	0.627	-0.273	0.627			-0.273	0.627	-0.273	0.627
8	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия	0.761	-0.249	0.761	-0.249	-0.249	0.761			-0.249	-0.249	0.761	-0.249
9	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия	-0.311	-0.311	-0.311	-0.311	0.699	-0.311			0.699	-0.332	-0.311	-0.311
10	ЭРИТРОМИЦИН-собие ролевые действия	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124			0.687	-0.124	-0.124	-0.124
11	ТЕТРАЦИКЛИН-собие ролевые действия	-0.273	0.627	-0.273	0.627	-0.273	0.627			-0.273	0.627	-0.273	0.627
12	ТЕТРАЦИКЛИН-собие ролевые действия	0.761	-0.249	0.761	-0.249	-0.249	0.761			-0.249	-0.249	0.761	-0.249
13	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия	-0.273	0.627	-0.273	0.627	-0.273	0.627			-0.273	0.627	-0.273	0.627
14	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия	0.761	-0.249	0.761	-0.249	-0.249	0.761			-0.249	-0.249	0.761	-0.249
15	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187			0.613	-0.199	-0.187	-0.187
16	ЛЕВОМИЦЕТИН-собие ролевые действия	0.761	-0.249	0.761	-0.249	-0.249	0.761			-0.249	-0.249	0.761	-0.249
17	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124	-0.124			0.687	-0.124	-0.124	-0.124
18	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия	-0.273	0.627	-0.273	0.627	-0.273	0.627			-0.273	0.627	-0.273	0.627
19	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия	0.761	-0.249	0.761	-0.249	-0.249	0.761			-0.249	-0.249	0.761	-0.249
20	СТРЕПТОМИЦИН-собие ролевые действия	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187			0.613	-0.199	-0.187	-0.187
21	МНОКОИОН-собие ролевые действия	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062			-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
22	МНОКОИОН-собие ролевые действия	-0.436	-0.436	-0.436	-0.436	0.594	0.594			-0.436	0.594	-0.436	-0.436
23	МНОКОИОН-собие ролевые действия	0.761	-0.249	0.761	-0.249	-0.249	0.761			-0.249	-0.249	0.761	-0.249
24	МНОКОИОН-собие ролевые действия	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187	-0.187			0.613	-0.199	-0.187	-0.187

Рисунок 32. Фрагменты моделей ABS, INF1 и INF3

### 3.4. Определение наиболее достоверной модели и придание ей статуса текущей

Достоверность моделей мы видим в режиме 4.1.3.6 (рисунок 33):

Именованная модель и числовой критерий	Интегральный критерий	Уровень достоверности (L2)	Уровень достоверности (L1)	Уровень достоверности (L3)	Уровень достоверности (L4)	Уровень достоверности (L5)	Уровень достоверности (L6)	Уровень достоверности (L7)	Уровень достоверности (L8)	Уровень достоверности (L9)	Уровень достоверности (L10)	Уровень достоверности (L11)	Уровень достоверности (L12)
1. ABS - частный критерий: количество вострог соединений, 1/числ.	Корреляция абс. частот с обр.	0,302	1,000	0,464	1,000	0,343	0,216	0,748	1,000	0,854			
1. ABS - частый критерий: количество вострог соединений, 1/числ.	Сумма абс. частот по признаку.	0,177	1,000	0,301	0,841	0,335		0,749	1,000	0,857			
2. PRIC1 - частый критерий: усл. вероятность того признака в сред.	Корреляция усл. частот с о.	0,302	1,000	0,464	1,000	0,343	0,216	0,748	1,000	0,854			
2. PRIC1 - частый критерий: усл. вероятность того признака в сред.	Сумма усл. частот по признаку.	0,177	1,000	0,301	0,841	0,335		0,749	1,000	0,857			
3. PRIC2 - частый критерий: усл. вероятность того признака.	Корреляция усл. частот с о.	0,302	1,000	0,464	1,000	0,343	0,216	0,748	1,000	0,854			
3. PRIC2 - частый критерий: усл. вероятность того признака.	Сумма усл. частот по признаку.	0,177	1,000	0,301	0,841	0,335		0,749	1,000	0,857			
4. INF1 - частый критерий: количество знаний по А.Харвингу в.	Семантический резонанс зна.	0,367	1,000	0,337	0,860	0,285	0,242	0,771	1,000	0,871			
4. INF1 - частый критерий: количество знаний по А.Харвингу в.	Сумма знаний	0,211	1,000	0,348	0,707	0,191		0,787	1,000	0,831			
5. INF2 - частый критерий: количество знаний по А.Харвингу в.	Семантический резонанс зна.	0,367	1,000	0,337	0,860	0,285	0,242	0,771	1,000	0,871			
5. INF2 - частый критерий: количество знаний по А.Харвингу в.	Сумма знаний	0,211	1,000	0,348	0,707	0,191		0,787	1,000	0,831			
6. INF3 - частый критерий: Угол разд. равенств между факт.	Семантический резонанс зна.	0,349	1,000	0,316	0,890	0,301	0,312	0,767	1,000	0,866			
6. INF3 - частый критерий: Угол разд. равенств между факт.	Сумма знаний	0,355	1,000	0,324	0,851	0,283	0,270	0,771	1,000	0,871			
7. INF4 - частый критерий: ROI (Return On Investment), верою.	Семантический резонанс зна.	0,401	1,000	0,313	0,861	0,261	0,219	0,766	1,000	0,866			
7. INF4 - частый критерий: ROI (Return On Investment), верою.	Сумма знаний	0,243	1,000	0,330	0,888	0,189		0,817	1,000	0,899			
8. INF5 - частый критерий: ROI (Return On Investment), верою.	Семантический резонанс зна.	0,411	1,000	0,303	0,862	0,260	0,222	0,768	1,000	0,868			
8. INF5 - частый критерий: ROI (Return On Investment), верою.	Сумма знаний	0,243	1,000	0,301	0,891	0,110		0,811	1,000	0,899			
9. INF6 - частый критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер.	Семантический резонанс зна.	0,336	1,000	0,303	0,883	0,284	0,281	0,770	1,000	0,870			
9. INF6 - частый критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер.	Сумма знаний	0,196	1,000	0,327	0,847	0,251		0,771	1,000	0,871			
10. INF7 - частый критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, усл.	Семантический резонанс зна.	0,335	1,000	0,302	0,883	0,284	0,281	0,770	1,000	0,870			
10. INF7 - частый критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, усл.	Сумма знаний	0,196	1,000	0,328	0,852	0,283		0,770	1,000	0,870			

Рисунок 33. экранная форма по достоверности моделей

Видно, что максимальной достоверностью обладает системно-когнитивная модель INF5 с интегральным критерием «Сумма знаний» Уровень достоверности по критерию L2=0,899, что является неплохим показателем (максимальный уровень достоверности равен 1).

На рисунке 34 мы видим частотные распределения уровней сходства/различия для истинных и ложных положительных и отрицательных решений.

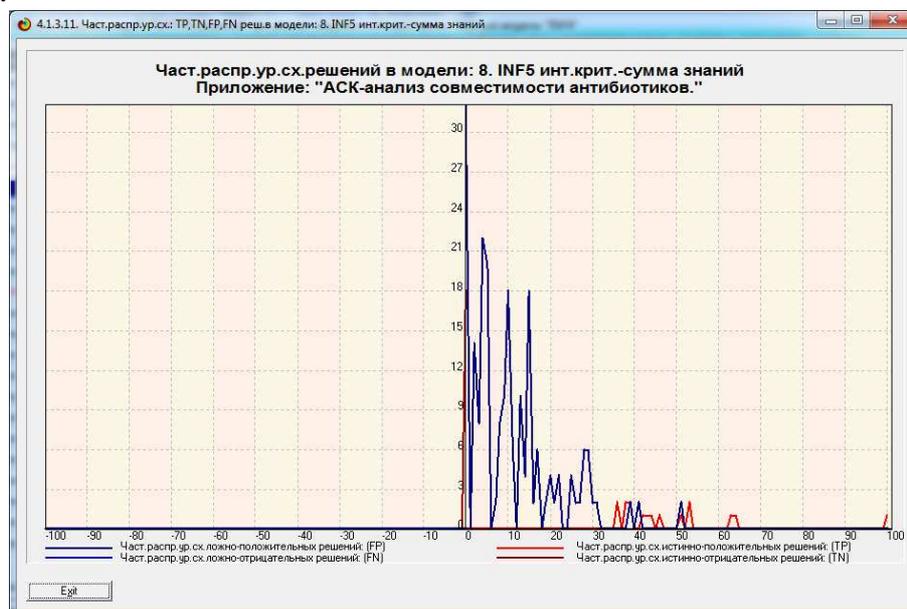


Рисунок 34. Частотные распределения уровней сходства/различия для истинных и ложных положительных и отрицательных решений

Из рисунка 34 видно, что в модели INF5 при уровнях сходства выше 35% наблюдаются в основном истинные решения.

Придадим этой модели статус текущей (рисунок 35):

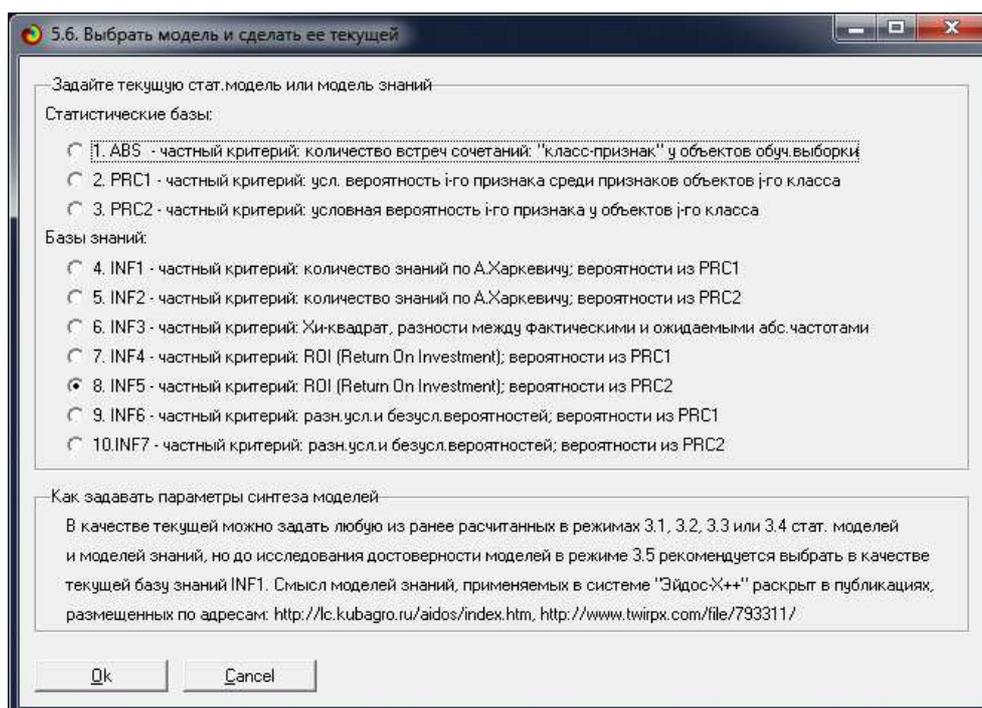


Рисунок 35. Экранная форма режима придания модели статуса текущей

### 3.5. Решение задач идентификации, диагностики, классификации и прогнозирования

Проведем пакетное распознавание тестовой выборки, в качестве которой в данном случае используется обучающая выборка, в наиболее достоверной модели:

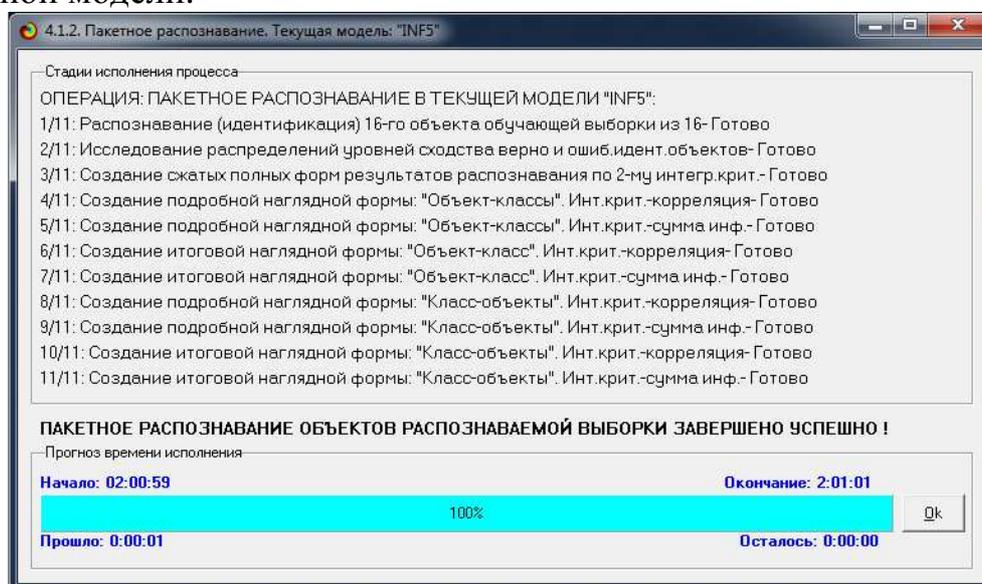


Рисунок 36. Экранная форма отображения хода процесса пакетного распознавания

Результаты распознавания отображаются во многих формах, из которых мы приведем две (рисунок 37):

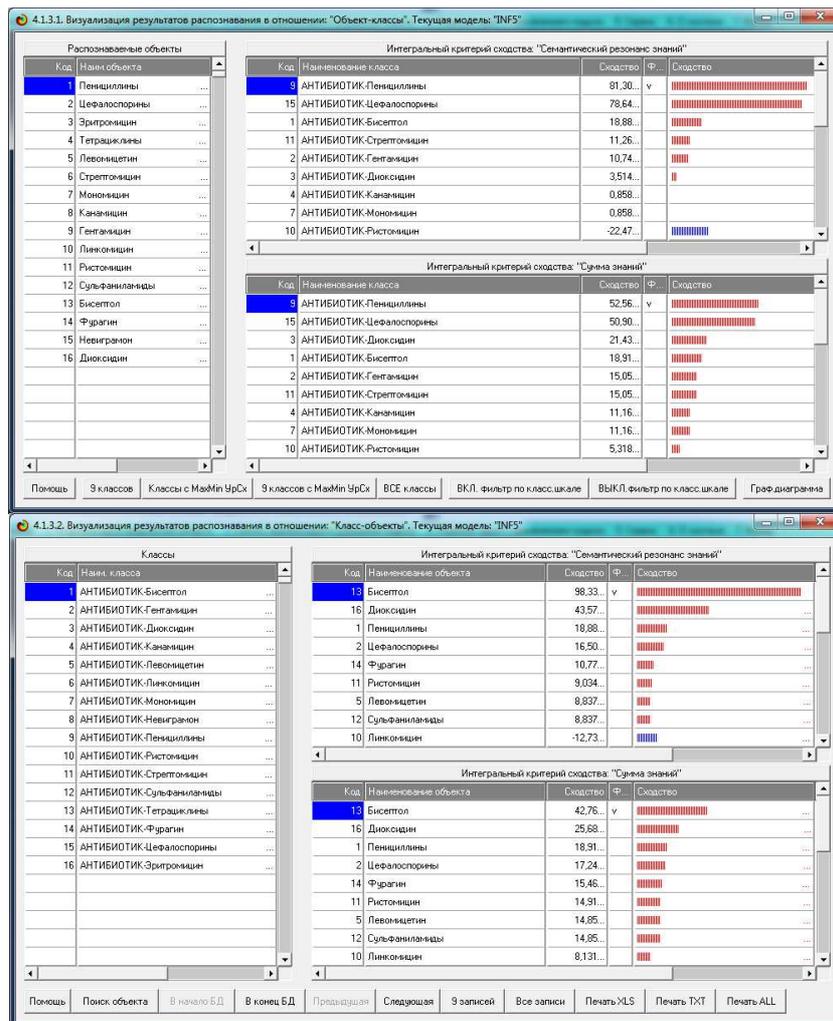
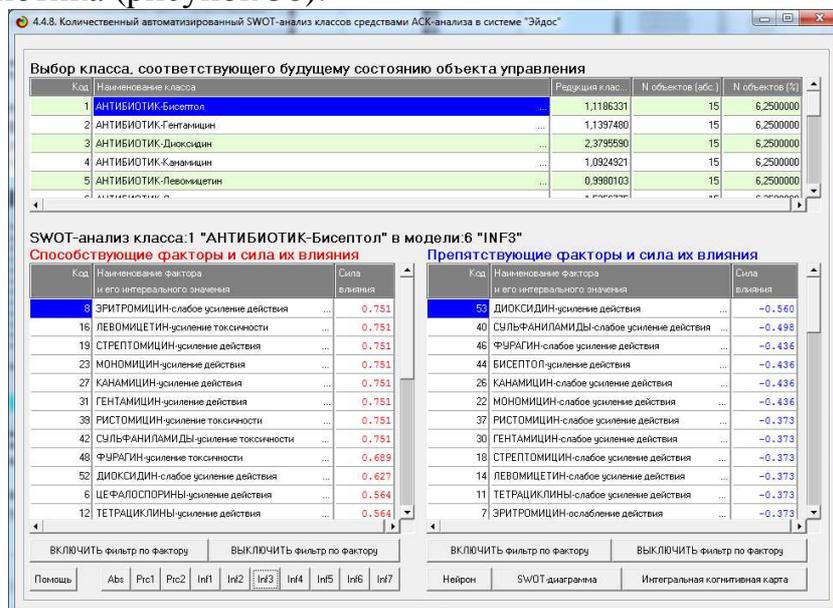


Рисунок 37. Экранные формы с результатами решения задачи идентификации

### 3.6. Решение задач поддержки принятия решений

В режиме 4.4.8 мы можем получить SWOT-характеристику выбранного антибиотика (рисунок 38):



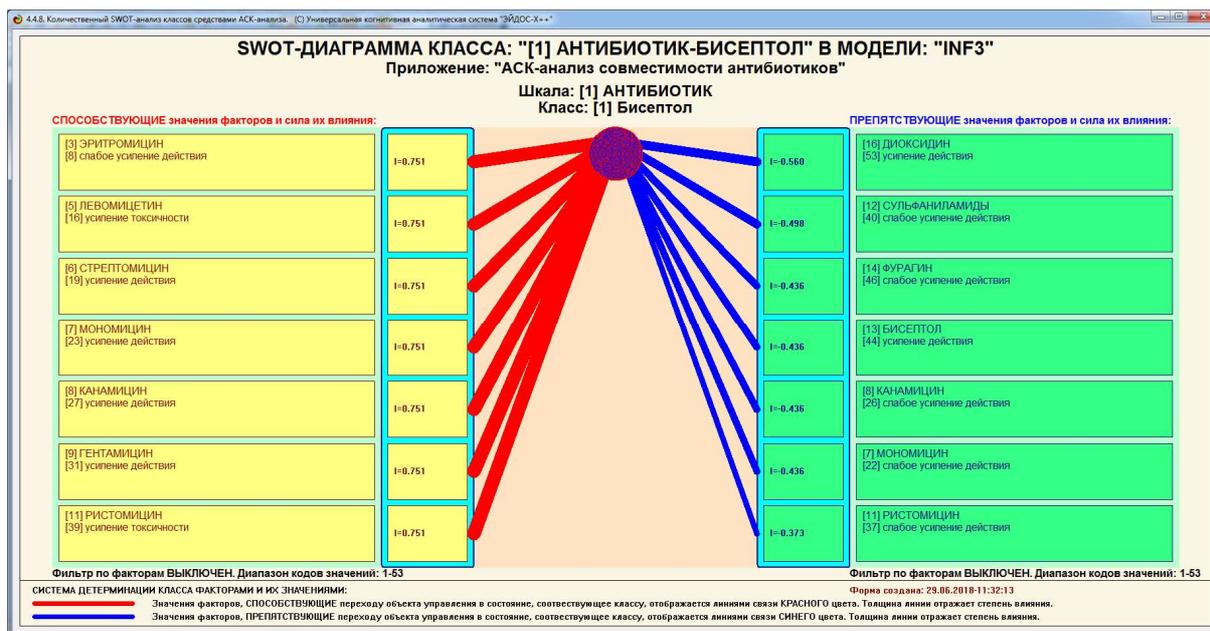


Рисунок 38. SWOT-характеристика антибиотика «Бисептол»

На диаграмме приведены антибиотики и влияние Бисептола на их действие на организм, причем слева:

- указанное действие Бисептола **более вероятно**, чем аналогичное действие других антибиотиков, т.е. для Бисептола это действие более характерно, чем для других антибиотиков;
- указанное действие Бисептола существует, но оно **менее вероятно**, чем такое же действие других антибиотиков, т.е. у них оно выражено более отчетливо.

### 3.7. Исследование моделируемой предметной области путем исследования ее модели

#### 3.7.1. Когнитивные диаграммы классов

Для формирования когнитивных диаграмм классов необходимо предварительно рассчитать матрицы их сходства (рисунок 39):

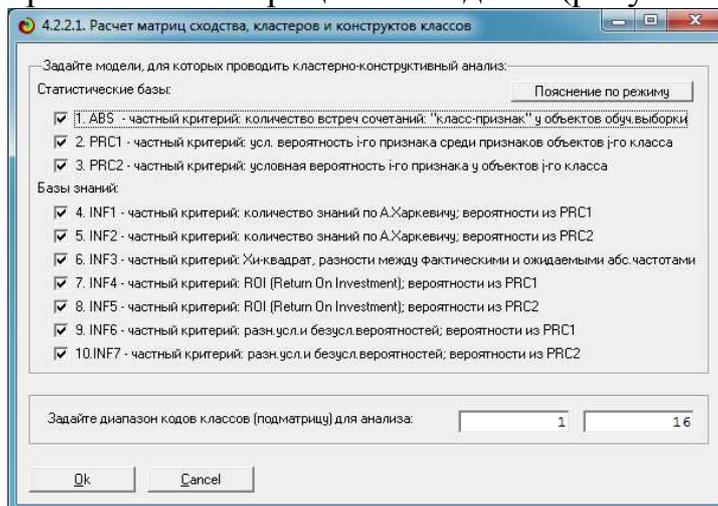
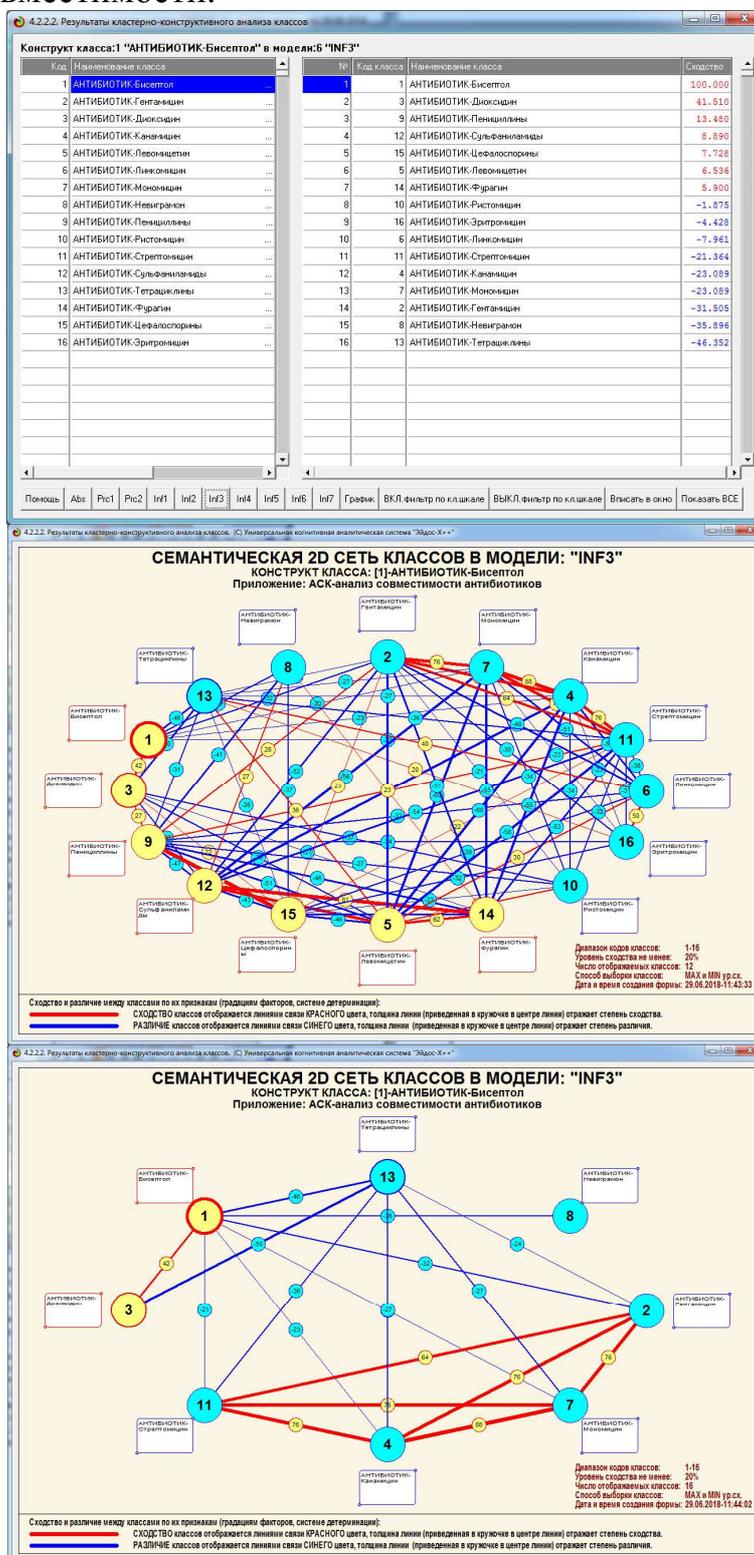


Рисунок 39. экранная форма режима формирования матриц сходства классов

На рисунке 40 приведены информационный портрет класса «Бисептол» и когнитивные диаграммы сходства/различия с другими антибиотиками по их совместимости:

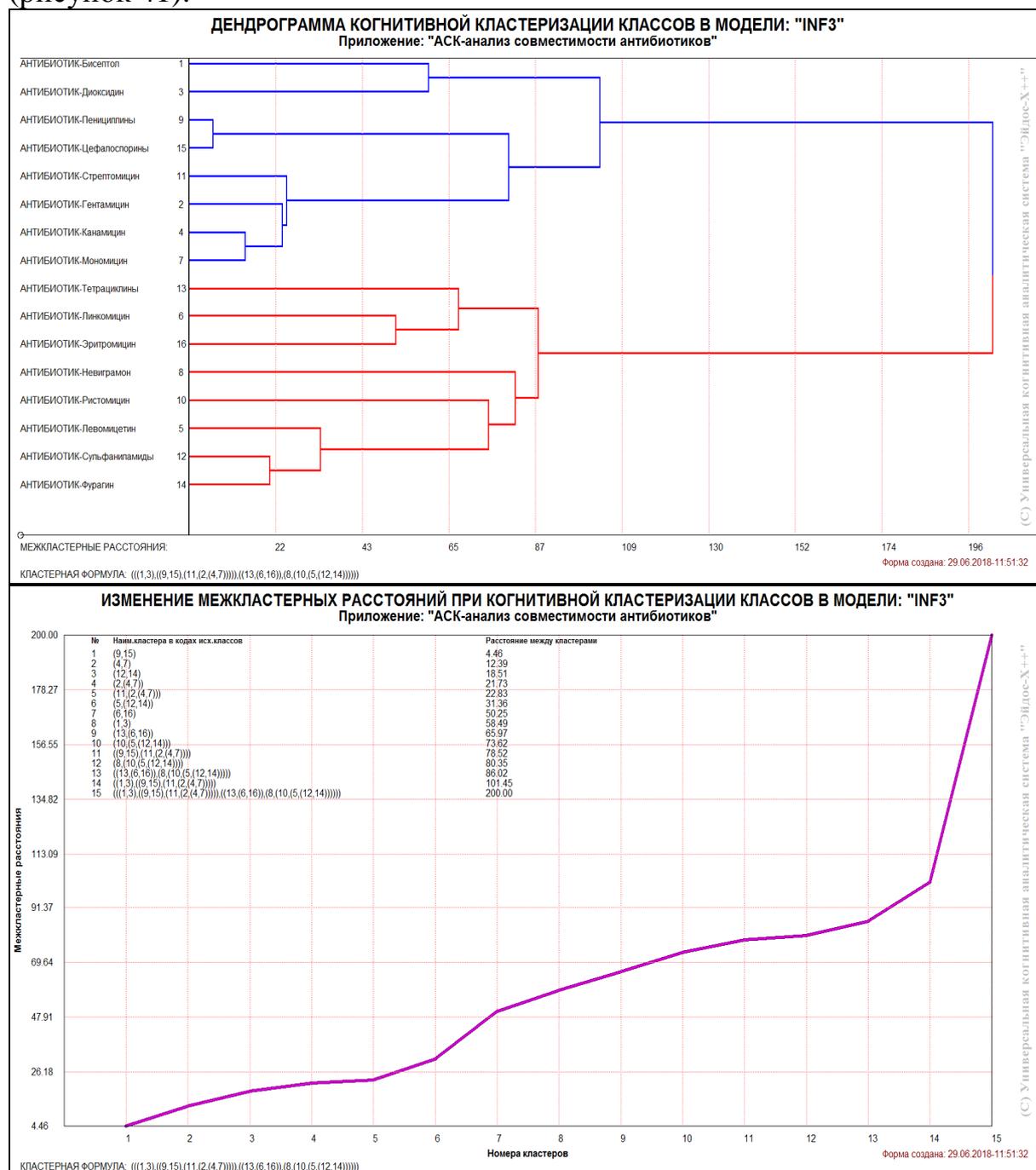


**Рисунок 40. Информационный портрет класса «Бисептол» и когнитивные диаграммы сходства/различия с другими антибиотиками по их совместимости**

Параметры вывода когнитивных диаграмм приведены в правой нижней части изображений.

### 3.7.2. Агломеративная когнитивная кластеризация классов

Более подробную информацию о сходстве/различии антибиотиков по их совместимости и совместному действию на организм можно получить в виде дендрограммы после агломеративной когнитивной кластеризации (рисунок 41):



**Рисунок 41. Дендрограмма по результатам агломеративной когнитивной кластеризации антибиотиков по их совместному действию на организм**

Из рисунков 40 и 41 мы четко видим, что совместному действию на организм антибиотики группируются в кластеры, которые образуют два противоположных полюса конструктора.

### 3.7.3. Когнитивные диаграммы признаков

Для формирования когнитивных диаграмм признаков и агломеративной когнитивной кластеризации признаков необходимо предварительно рассчитать матрицы их сходства (рисунок 42):

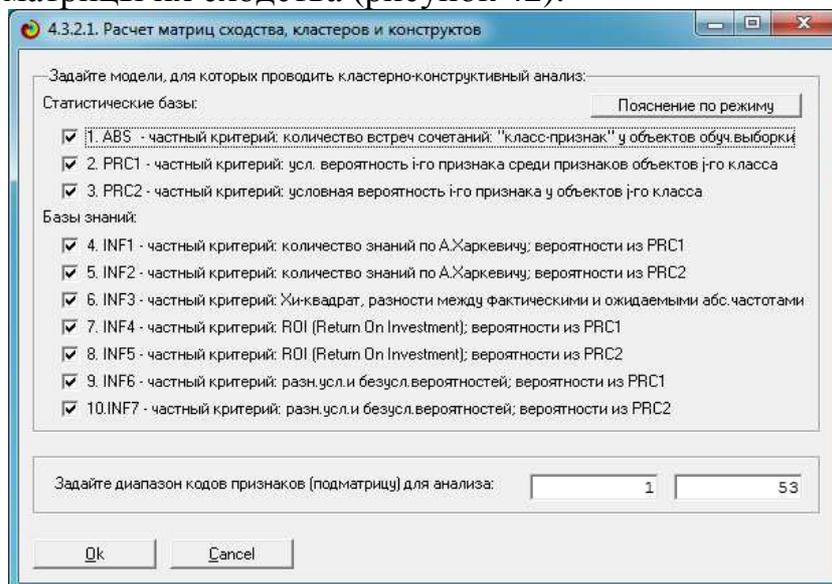


Рисунок 42. Экранная форма режима расчета матриц сходства признаков

На рисунке 43 приведена когнитивная диаграмма признаков без каких-либо ограничений на число признаков и модуль силы связи:

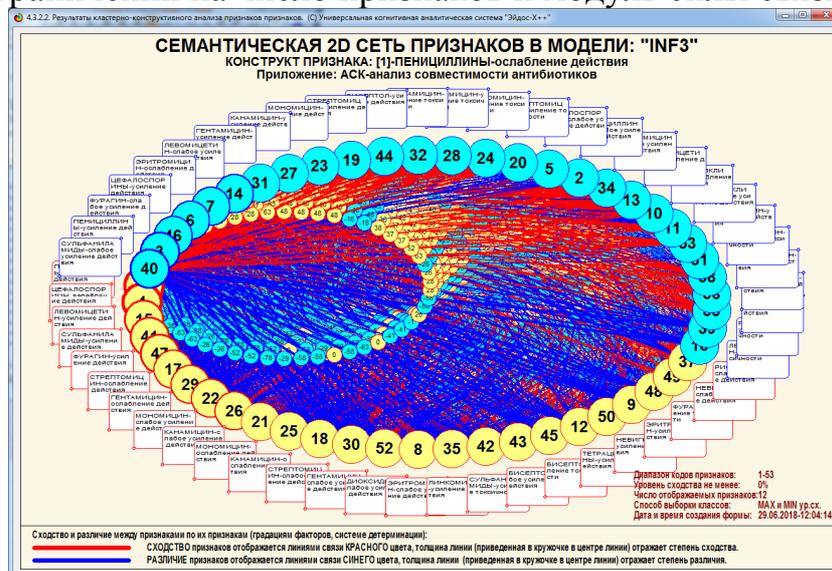


Рисунок 43. Когнитивная диаграмма признаков без каких-либо ограничений на число признаков и модуль силы связи

Из рисунка 43 хорошо видно, что на нем ничего не видно, но не потому, что на нем ничего не изображено, а наоборот потому, что на нем изображено слишком много элементов. Чтобы снять эту проблему надо кликнуть по кнопке: «Вписать в окно» и задать указанные на рисунке 44 параметры. После этого информационный портрет признака и когнитивная диаграмма признаков существенно сократятся по числу элементов и станут гораздо более читабельными (рисунки 45 и 46):

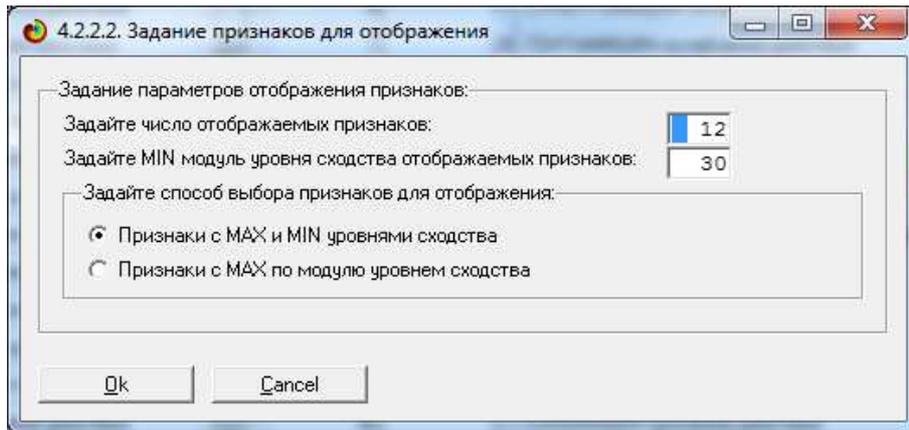


Рисунок 44. Экранная форма задания параметров отображения информационного портрета признака и когнитивной диаграммы признаков

Код признака	Наименование признака	№	Наименование признака	Сходство
1	ПЕНИЦИЛЛИНЫ-ослабление действия	1	ПЕНИЦИЛЛИНЫ-ослабление действия	100.000
2	ПЕНИЦИЛЛИНЫ-слабое усиление действия	2	ЦЕФАЛОСПОРИНЫ-ослабление действия	100.000
3	ПЕНИЦИЛЛИНЫ-усиление действия	3	15 ЛЕВОМИЦЕТИН-усиление действия	71.321
4	ЦЕФАЛОСПОРИНЫ-ослабление действия	4	41 СУЛЬФАНИЛАМИДЫ-усиление действия	71.321
5	ЦЕФАЛОСПОРИНЫ-слабое усиление действия	5	47 ФУРАГИН-усиление действия	71.321
6	ЦЕФАЛОСПОРИНЫ-усиление действия	6	17 СТРЕПТОМИЦИН-ослабление действия	56.136
7	ЭРИТРОМИЦИН-ослабление действия	48	14 ЛЕВОМИЦЕТИН-слабое усиление действия	-51.544
8	ЭРИТРОМИЦИН-слабое усиление действия	49	7 ЭРИТРОМИЦИН-ослабление действия	-52.467
9	ЭРИТРОМИЦИН-усиление действия	50	6 ЦЕФАЛОСПОРИНЫ-усиление действия	-59.641
10	ТЕТРАЦИКЛИНЫ-ослабление действия	51	46 ФУРАГИН-слабое усиление действия	-59.641
11	ТЕТРАЦИКЛИНЫ-слабое усиление действия	52	3 ПЕНИЦИЛЛИНЫ-усиление действия	-67.544
12	ТЕТРАЦИКЛИНЫ-усиление действия	53	40 СУЛЬФАНИЛАМИДЫ-слабое усиление действия	-67.544
13	ЛЕВОМИЦЕТИН-ослабление действия			
14	ЛЕВОМИЦЕТИН-слабое усиление действия			
15	ЛЕВОМИЦЕТИН-усиление действия			
16	ЛЕВОМИЦЕТИН-усиление токсичности			
17	СТРЕПТОМИЦИН-ослабление действия			
18	СТРЕПТОМИЦИН-слабое усиление действия			
19	СТРЕПТОМИЦИН-усиление действия			
20	СТРЕПТОМИЦИН-усиление токсичности			
21	МОНОМИЦИН-ослабление действия			
22	МОНОМИЦИН-слабое усиление действия			
23	МОНОМИЦИН-усиление действия			

Рисунок 45. Информационный портрет признака при заданных ограничениях

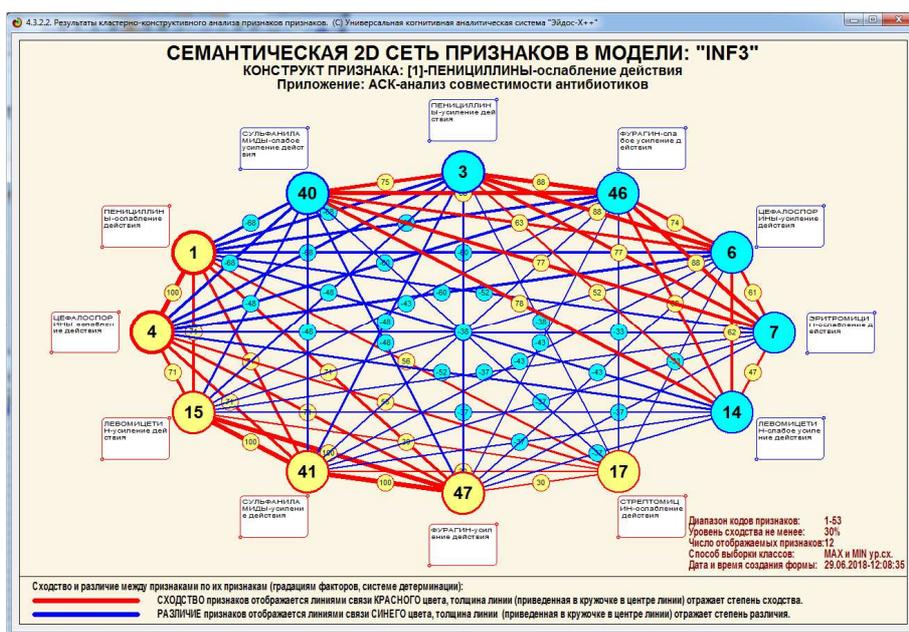


Рисунок 46. Когнитивная диаграмма признака при заданных ограничениях

### 3.7.4. Агломеративная когнитивная кластеризация признаков

Боле подробную информацию о сходстве/различии признаков антибиотиков можно получить в виде дендрограммы после агломеративной когнитивной кластеризации (рисунок 47):

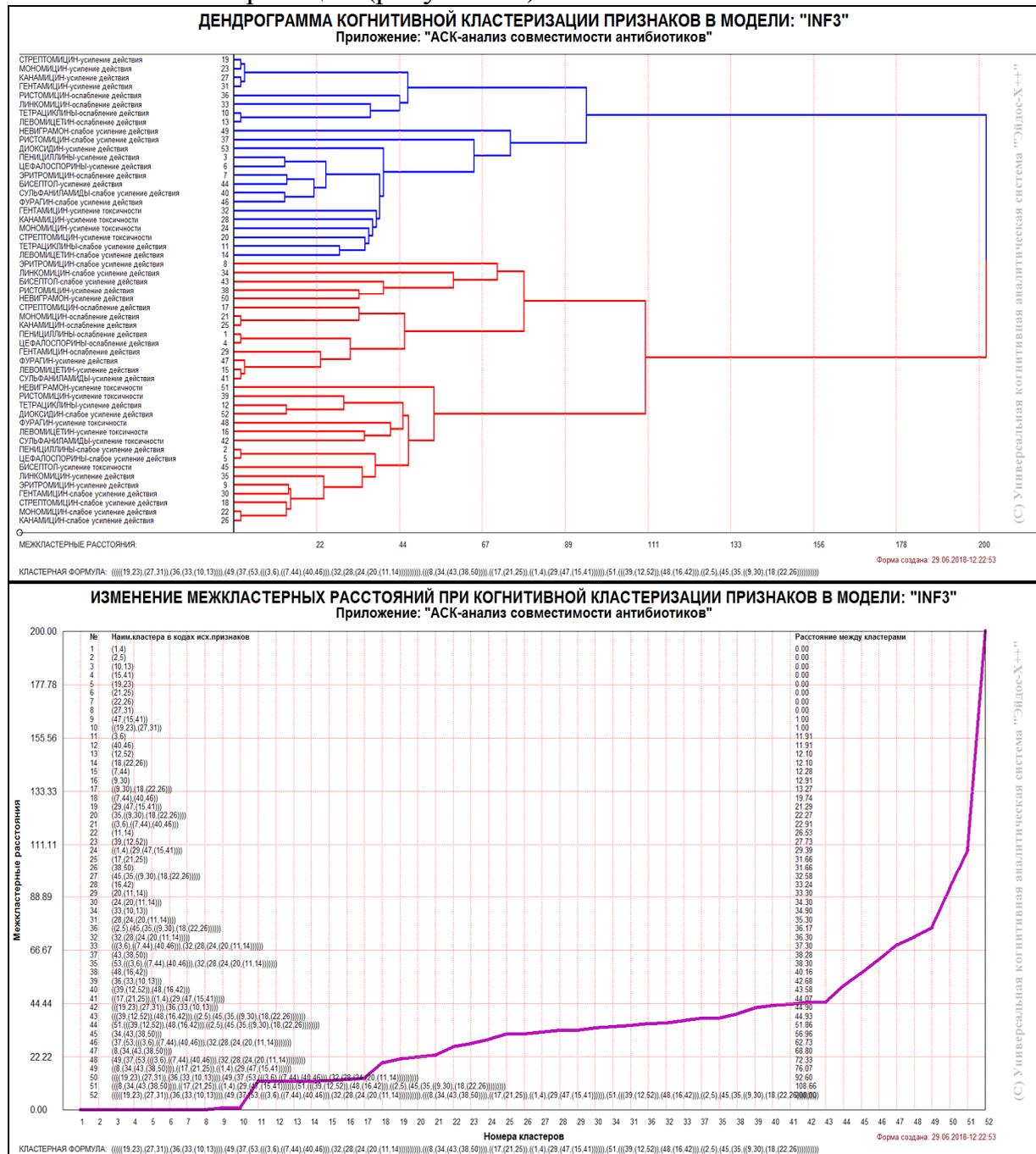


Рисунок 47. Дендрограмма по результатам агломеративной когнитивной кластеризации признаков по их характеристике для антибиотиков

Из рисунков 46 и 47 четко видно, что признаки антибиотиков образуют два противоположных кластера, являющиеся полюсами конструкта.

### 3.7.5. Нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети Они приведены на рисунке 48:

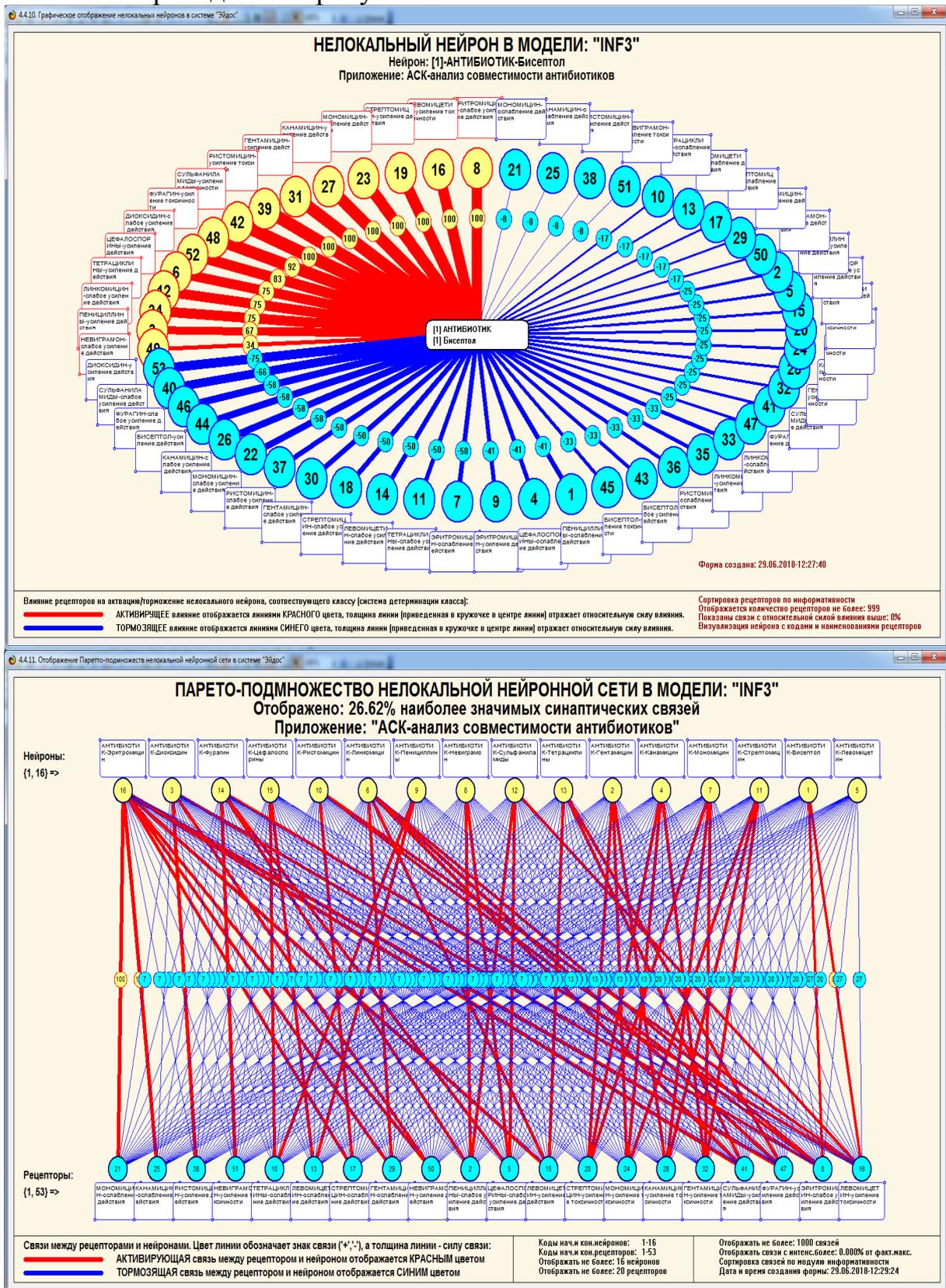


Рисунок 48. Нелокальный нейрон и один слой нелокальной нейронной сети

### 3.7.6 Когнитивные функции

Когнитивная функция модели INF3 приведена на рисунке 49:

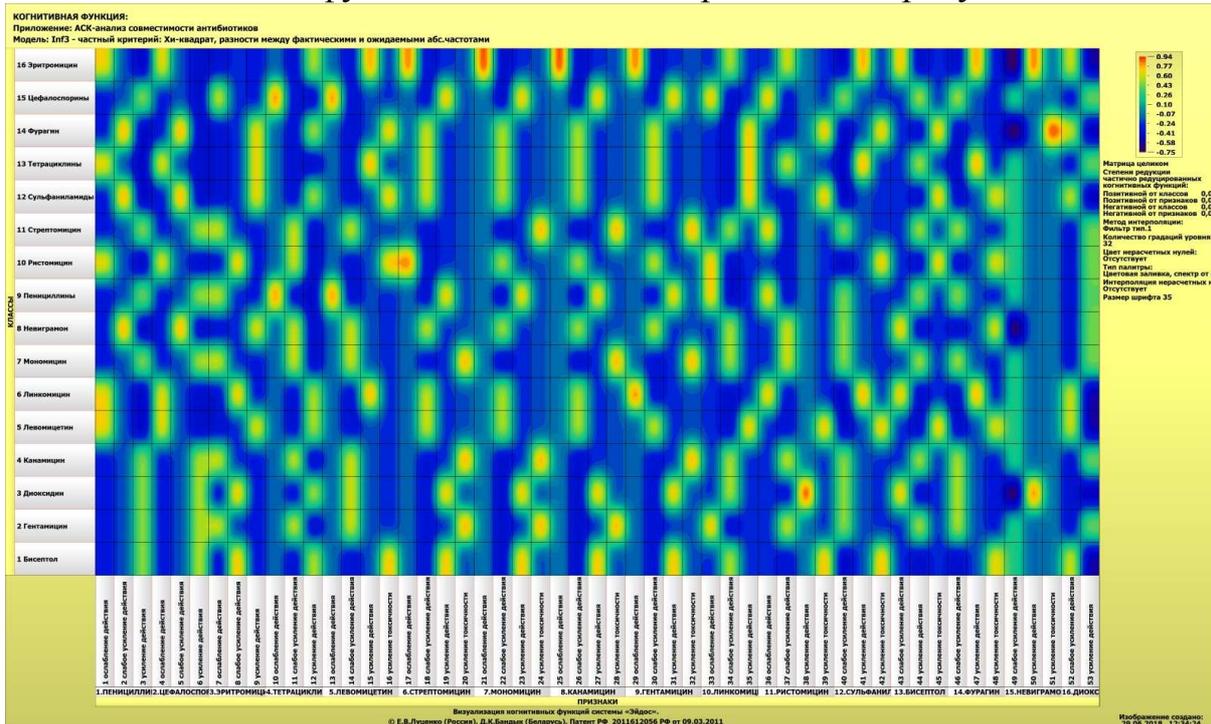


Рисунок 49. Когнитивная функция модели INF3

### 3.8. Исследование организма животного как нелинейного объекта управления на примере совместного действия на него нескольких антибиотиков

#### 3.8.1. Постановка задачи лечения как задачи управления

Рассмотрим классическую схему замкнутой системы управления (т.е. системы управления с обратной связью), представленную на рисунке 50:

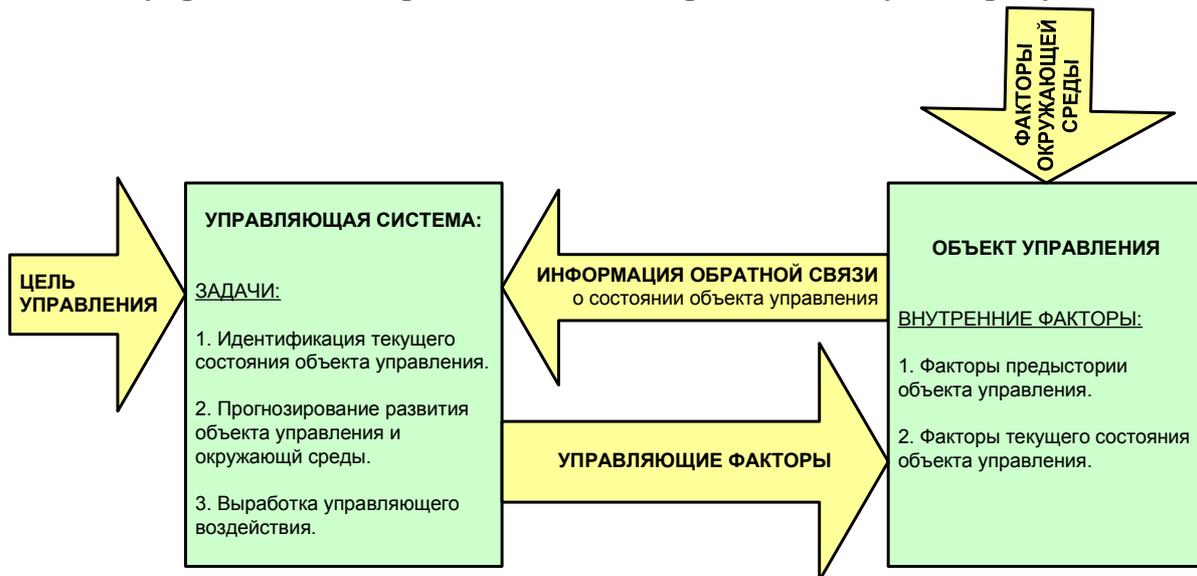


Рисунок 50. Цикл управления в замкнутой системе управления

В ветеринарии в систему управления входят следующие элементы:

- объект управления – это организм животного;
- управляющая система – ветеринарная служба организации или конкретный ветеринар;
- информация обратной связи о состоянии объекта управления – это диагностическая информация о внешне наблюдаемой клинической картине и результаты лабораторных исследований (симптоматика);
- управляющие факторы: лечебные воздействия, обычно с помощью медицинских препаратов;
- цели управления – перевод животного из состояния заболевания в здоровое состояние.

### **3.8.2. Понятие нелинейности объекта управления в теории управления**

Объект управления называется линейным, если результат совместного действия на него совокупности факторов равен *сумме* результатов влияния на него каждого из этих факторов по отдельности [13, 23, 24].

Это означает, что *в линейном объекте управления факторы не взаимодействуют между собой внутри объекта управления*, не образуют подсистем детерминации, т.е. по сути, являются не системой, а *множеством* факторов.

В *нелинейных* объектах управления факторы напротив образуют *систему* с определенным уровнем системности, с новыми эмерджентными (системными) свойствами, не сводящимися к свойствам факторов, рассматриваемым по отдельности.

***Чем ниже уровень системности (эмерджентность) объекта управления, тем он как система ближе к множеству и к линейности.***

Понятие линейных объектов является предельной абстракцией наподобие материальной математической точки и реально линейных объектов не существует. Но на практике нелинейностью объектов в ряде случаев можно обоснованно и корректно пренебречь, т.к. степень их нелинейности настолько мала, что ее неучет существенно не сказывается на адекватности модели и достоверности решаемых на ее основе задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемого объекта.

Однако в ряде случаев уровень системности объекта управления настолько высок, что его нелинейностью еже пренебречь нельзя без существенной потери адекватности моделирования и решения перечисленных выше задач.

### **3.8.3. Проявление нелинейности объекта управления в ветеринарии**

К подобным существенно нелинейным объектам относятся биологические объекты, такие, например, как организм животного.

Обычно подобными существенно нелинейными объектами пытаются с переменной степенью успешности управлять с использованием слабоформализованных подходов (на основе интуитивных экспертных оценок на основе опыта и профессиональной компетенции) без использования математического моделирования и компьютерных технологий, как говорят, «в режиме ручного управления».

Оправданием этого является то, что в настоящее время математическая теория управления нелинейными системами находится в процессе становления и является крайней сложной математически. Программные средства автоматизации для нелинейных систем управления практически отсутствуют, тем более с интерфейсом персонального уровня и в полном открытом бесплатном доступе [13].

Однако это не совсем так, вернее совсем не так потому, что существует АСК-анализ и его программный инструментарий – интеллектуальная система «Эйдос», которые еще в 2003 году были заявлены как средства создания систем управления сложными многофакторными активными нелинейными объектами [19].

В ветеринарии нелинейность объекта управления, в качестве которого выступает организм животного, проявляется в изменении действия лекарств, в частности антибиотиков, если они применяются сочетано, т.е. одно на фоне другого или других. При этом действие каждого из них может усиливаться или ослабляться. В первом случае мы говорим о системной эффекте [23], а во втором об антисистемном [25].

#### **4. Некоторые выводы, рекомендации и перспективы**

В работах [14-17], а также в данной работе, описано решение различных научных и практических задач ветеринарии:

- задача 1: разработка и применение тестов и супертестов для ветеринарной и диагностики [14, 15];
- задача 2: агломеративная когнитивная кластеризация нозологических образов в ветеринарии [16];
- задача 3: агломеративная когнитивная кластеризация симптомов и синдромов в ветеринарии [17];
- задача 4: классификация антибиотиков по их характеристикам и принципу действия [данная работа];
- задача 5: классификация антибиотиков по их совместимости [данная работа].

Хотя решенных задач еще не так много, но уже достаточно для того, чтобы обоснованно сделать вывод о возможности и целесообразности применения интеллектуальных технологий вообще и автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и системы «Эйдос» в частности для проведения *научных исследований* в области ветеринарии.

Необходимо отметить, что системно-когнитивные модели, разработанные в результате этих исследований могут быть применены для решения *практических задач* с применением той же системы «Эйдос», в которой они созданы, причем это применение возможно в адаптивном режиме.

Возникает закономерный вопрос о возможности решения и других задач ветеринарии (а также других наук) путем применения автоматизированного системно-когнитивного анализа.

По мнению автора с АСК-анализ и система «Эйдос» представляют собой новый инновационный (доведенный до возможности практического применения) метод искусственного интеллекта может рассматриваться как универсальный инструмент решения всех тех задач в области ветеринарии (и других наук), для решения которых используется естественный интеллект. Причем это инструмент, многократно увеличивающий возможности естественного интеллекта, примерно также, как микроскоп и телескоп многократно увеличивает возможности естественного зрения, естественно только в том случае, если оно есть. Поэтому, конечно, этих задач огромное количество.

В качестве **перспектив** можно было бы отметить в частности решение следующих задач ветеринарии с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа:

- поддержка принятия решений по выбору антибактериальных препаратов в зависимости от характера микробной флоры;
- поддержка принятия решений по определению дозы и пути введения препаратов группы пенициллина;
- поддержка принятия решений по определению дозы и пути введения цефалоспоринов;
- поддержка принятия решений по выбору антибактериальных препаратов с учетом основных токсических и аллергических реакций на антибактериальные препараты;
- исследование взаимодействия антибактериальных препаратов с другими препаратами при приеме внутрь и поддержка принятия решений по выбору антибактериальных препаратов с учетом результатов этих исследований.

Область ветеринарии, в которой перечисленные выше и другие задачи решаются с применением системно-когнитивного анализа, программным инструментарием которого *в настоящее время* является система «Эйдос», предлагается назвать «*Когнитивной ветеринарией*».

Эта идея находится в русле Указа Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899 "Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических техноло-

гий Российской Федерации", в котором под п.8 указаны Нано-, био-, информационные, *когнитивные технологии*<sup>4</sup>.

Этим и другим применениям способствует и то, что система «Эйдос» является мультязычной интеллектуальной on-line средой для обучения и научных исследований [3, 4]<sup>5</sup> и находится в полном открытом бесплатном доступе (причем с подробно комментированными актуальными исходными текстами: <http://lc.kubagro.ru/AIDOS-X.txt>) на сайте автора по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>.

Численные примеры решения задач ветеринарии с применением технологий искусственного интеллекта, как решенные в данной статье, так и описанные в работах [14, 15, 16, 17], размещены как облачные Эйдос-приложения под номерами, соответственно: 127, 128, 100, 125, 126 и доступны всем желающим в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Существует много систем искусственного интеллекта. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++» выгодно отличается от многих из них следующими параметрами:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях;
- находится в полном открытом бесплатном доступе, причем с актуальными исходными текстами;
- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года);
- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения;
- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их около 30 и 126, соответственно);
- обеспечивает мультязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;
- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире.

---

<sup>4</sup> Отметим, что все приведенные выше аргументы введения научного понятия: «когнитивная ветеринария» применимы и к другим направлениям науки, например: «когнитивная агрономия» [21], «когнитивная экономика» [19, 22] и т.д.. Автор пытался развивать когнитивную математику [18] и когнитивную теорию управления [19], а также применять их в других областях науки и практики [10].

<sup>5</sup> [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf)

Конечно, представленный в статье уровень исследования относится хотя и к развитому, но эмпирическому уровню, т.е. это просто наблюдаемые факты, эмпирические закономерности и в лучшем случае, при условии подтверждения полученных результатов другими исследователями, может подняться до уровня эмпирического закона. Для перехода на теоретический уровень познания необходимо выдвинуть гипотезы содержательной интерпретации полученных результатов (которые может выдвинуть только специалист в области ветеринарии), объясняющие внутренние механизмы наблюдаемых закономерностей. Потом необходимо подтвердить, что эти научные гипотезы имеют прогностическую силу, т.е. позволяют обнаружить новые ранее неизвестные явления, и тогда эти гипотезы переходят в статус научной теории. Эта теория позволяет обобщить эмпирический закон до уровня научного закона [26].

*В заключение автор выражает благодарность проректору по научной работе Кубанского ГАУ им. И.Т. Трубилина доктору биологических наук профессору Андрею Георгиевичу Кощаеву за помощь в публикации статьи.*

## Литература

1. Сайт: <http://zoovetcnab.ru/antibiotiki>
2. Сайт: <http://www.zivotnovodstvo.ru/sovmostimost-atibiotikov/>
3. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.
4. Луценко Е.В., Подсистема агломеративной когнитивной кластеризации классов системы «Эйдос» ("Эйдос-кластер"). Пат. № 2012610135 РФ. Заяв. № 2011617962 РФ 26.10.2011. Оpubл. От 10.01.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 у.п.л.
5. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online среда для обучения и научных исследований на базе АСК-анализа и системы «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №06(130). С. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 у.п.л.
6. Луценко Е.В., Универсальная автоматизированная система распознавания образов "ЭЙДОС". Свидетельство РосАПО №940217. Заяв. № 940103. Оpubл. 11.05.94. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000217.jpg>, 3,125 у.п.л.
7. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС". Пат. № 2003610986 РФ. Заяв. № 2003610510 РФ. Оpubл. от 22.04.2003. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610986.jpg>, 3,125 у.п.л.

8. Луценко Е.В., Универсальная когнитивная аналитическая система "ЭЙДОС-Х++". Пат. № 2012619610 РФ. Заявка № 2012617579 РФ от 10.09.2012. Зарегистр. 24.10.2012. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012619610.jpg>, 3,125 у.п.л.

9. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line среда «Эйдос» («Эйдос-online»). Свид. РосПатента РФ на программу для ЭВМ, Заявка № 2017618053 от 07.08.2017, Гос.рег.№ 2017661153, зарегистр. 04.10.2017. – Режим доступа: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 у.п.л.<sup>6</sup>

10. Сайт проф.Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>

11. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в агрономии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №02(136). С. 87 – 145. – IDA [article ID]: 1361802011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/02/pdf/11.pdf>, 3,688 у.п.л.

12. 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.

13. 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.

14. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в ветеринарии (на примере разработки диагностических тестов) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №03(137). С. 143 – 196. – IDA [article ID]: 1371803031. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/03/pdf/31.pdf>, 3,375 у.п.л.

15. Луценко Е.В. Реализация тестов и супертестов для ветеринарной и медицинской диагностики в среде системы искусственного интеллекта «Эйдос-Х++» без программирования / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №05(089). С. 167 – 207. – IDA [article ID]: 0891305014. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/14.pdf>, 2,562 у.п.л.

16. Луценко Е.В. Агломеративная когнитивная кластеризация нозологических образцов в ветеринарии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №04(138). С. 122 – 139. – IDA [article ID]: 1381804033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/04/pdf/33.pdf>, 1,125 у.п.л.

---

<sup>6</sup> Актуальный вариант: [http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation\\_Aidos-online.pdf](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf)

17. Луценко Е.В. Агломеративная когнитивная кластеризация симптомов и синдромов в ветеринарии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №05(139). С. 99 – 116. – IDA [article ID]: 1391805033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/05/pdf/33.pdf>, 1,125 у.п.л.

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

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

20. 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.

21. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в агрономии / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №02(136). С. 87 – 145. – IDA [article ID]: 1361802011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/02/pdf/11.pdf>, 3,688 у.п.л.

22. Абдикеев Н. М., Аверкин А. Н., Ефремова Н. А. Когнитивная экономика в эпоху инноваций // Вестник РЭА, 2010, № 1. – Режим доступа: [https://www.rea.ru/ru/org/managements/izdcentr/PublishingImages/Pages/Archive/01\\_2010\\_.pdf](https://www.rea.ru/ru/org/managements/izdcentr/PublishingImages/Pages/Archive/01_2010_.pdf)

23. Луценко Е.В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2012. – №01(075). С. 638 – 680. – Шифр Информрегистра: 0421200012\0025, IDA [article ID]: 0751201052. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/52.pdf>, 2,688 у.п.л.

24. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №06(70). С. 233 – 280. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0197. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 у.п.л.

25. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(011). С. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>, 1,188 у.п.л.

26. Луценко Е.В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №03(127). С. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 у.п.л.

### References

1. Sajt: <http://zoovetchnab.ru/antibiotiki>
2. Sajt: <http://www.zivotnovodstvo.ru/sovместимост-antibiotikov/>
3. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizaciya na osnove znaniy (klasterizaciya v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noj sisteme «E`jdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 u.p.l.
4. Lucenko E.V., Podсистема aglomerativnoj kognitivnoj klasterizacii klas-sov sistem` «E`jdos» ("E`jdos-klaster"). Pat. № 2012610135 RF. Zayav. № 2011617962 RF 26.10.2011. Opubl. Ot 10.01.2012. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012610135.jpg>, 3,125 u.p.l.
5. Lucenko E.V. Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchny`x issledovanij na baze ASK-analiza i sistemny` «E`j-dos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №06(130). S. 1 – 55. – IDA [article ID]: 1301706001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/06/pdf/01.pdf>, 3,438 u.p.l.
6. Lucenko E.V., Universal`naya avtomatizirovannaya sistema raspoznavaniya obrazov "E`JDOS". Svidetel`stvo RosAPO №940217. Zayav. № 940103. Opubl. 11.05.94. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/1994000217.jpg>, 3,125 u.p.l.
7. Lucenko E.V., Universal`naya kognitivnaya analiticheskaya sistema "E`JDOS". Pat. № 2003610986 RF. Zayav. № 2003610510 RF. Opubl. ot 22.04.2003. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2003610986.jpg>, 3,125 u.p.l.
8. Lucenko E.V., Universal`naya kognitivnaya analiticheskaya sistema "E`JDOS-X++". Pat. № 2012619610 RF. Zayavka № 2012617579 RF ot 10.09.2012. Zaregistr. 24.10.2012. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2012619610.jpg>, 3,125 u.p.l.
9. Lucenko E.V., Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda «E`jdos» («E`jdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlya E`VM, Zayavka № 2017618053 ot 07.08.2017, Gos.reg.№ 2017661153, zaregistr. 04.10.2017. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 u.p.l.
10. Sajt prof.E.V.Lucenko: <http://lc.kubagro.ru/>
11. Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz v agrono-mii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kuban-skogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №02(136). S. 87 – 145. – IDA [article ID]: 1361802011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/02/pdf/11.pdf>, 3,688 u.p.l.
12. Lucenko E.V. Invariantnoe odnositel`no ob`emov danny`x nechetkoe mul`tiklassovoe obobshhenie F-mery` dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal

Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №02(126). S. 1 – 32. – IDA [article ID]: 1261702001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 u.p.l.

13. Lucenko E.V. Modelirovanie slozhny`x mnogofaktorny`x nelinejny`x ob`ektov upravleniya na osnove fragmentirovanny`x zashumlenny`x e`mpiricheskix danny`x bol`shoj razmernosti v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos-X++» / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №07(091). S. 164 – 188. – IDA [article ID]: 0911307012. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/12.pdf>, 1,562 u.p.l.

14. Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz v veterinarii (na primere razrabotki diagnosticheskix testov) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №03(137). S. 143 – 196. – IDA [article ID]: 1371803031. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/03/pdf/31.pdf>, 3,375 u.p.l.

15. Lucenko E.V. Realizaciya testov i supertestov dlya veterinarnoj i medicinskoj diagnostiki v srede sistemy` iskusstvennogo intelekta «E`jdos-X++» bez pro-grammirovaniya / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №05(089). S. 167 – 207. – IDA [article ID]: 0891305014. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/05/pdf/14.pdf>, 2,562 u.p.l.

16. Lucenko E.V. Aglomerativnaya kognitivnaya klasterizaciya nozologicheskix obrazov v veterinarii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №04(138). S. 122 – 139. – IDA [article ID]: 1381804033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/04/pdf/33.pdf>, 1,125 u.p.l.

17. Lucenko E.V. Aglomerativnaya kognitivnaya klasterizaciya simptomov i sindromov v veterinarii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №05(139). S. 99 – 116. – IDA [article ID]: 1391805033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/05/pdf/33.pdf>, 1,125 u.p.l.

18. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval`naya matematika. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

19. Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz v upravlenii aktivny`mi ob`ektami (sistemnaya teoriya informacii i ee primenenie v issledovanii e`konomicheskix, social`no-psixologicheskix, texnologicheskix i organizacionno-texnicheskix sistem): Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

20. Lucenko E.V. Sistemnaya teoriya informacii i nelokal`ny`e interpretiruemye nejronny`e seti pryamogo scheta / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2003. – №01(001). S. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 u.p.l.

21. Lucenko E.V. Avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz v agronomii / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. –

Krasnodar: KubGAU, 2018. – №02(136). S. 87 – 145. – IDA [article ID]: 1361802011. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/02/pdf/11.pdf>, 3,688 u.p.l.

22. Abdikeev N. M., Averkin A. N., Efremova N. A. Kognitivnaya e`konomika v e`poxu innovacij // Vestnik RE`A, 2010, № 1. – Rezhim dostupa: [https://www.rea.ru/ru/org/managements/izdcentr/PublishingImages/Pages/Archive/01\\_2010\\_.pdf](https://www.rea.ru/ru/org/managements/izdcentr/PublishingImages/Pages/Archive/01_2010_.pdf)

23. Lucenko E.V. Issledovanie vliyaniya podsystem razlichny`x urovnej ierarxii na e`merdzhentny`e svojstva sistemy` v celom s primeneniem ASK-analiza i intellek-tual`noj sistemy` "E`jdos" (mikrostruktura sistemy` kak faktor upravleniya ee makro-svojstvami) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – №01(075). S. 638 – 680. – Shifr Informregistra: 0421200012\0025, IDA [article ID]: 0751201052. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2012/01/pdf/52.pdf>, 2,688 u.p.l.

24. Lucenko E.V. Metodologicheskie aspekty` vy`yavleniya, predstavleniya i ispol`zovaniya znaniy v ASK-analize i intellektual`noj sisteme «E`jdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №06(70). S. 233 – 280. – Shifr Informregistra: 0421100012\0197. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/06/pdf/18.pdf>, 3 u.p.l.

25. Lucenko E.V. ASK-analiz kak metod vy`yavleniya kognitivny`x funkcional`ny`x zavisimostej v mnogomerny`x zashumlenny`x fragmentirovanny`x danny`x / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2005. – №03(011). S. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>, 1,188 u.p.l.

26. Lucenko E.V. Problemy` i perspektivy` teorii i metodologii nauchnogo po-znaniya i avtomatizirovanny`j sistemno-kognitivny`j analiz kak avtomatizirovanny`j metod nauchnogo poznaniya, obespechivayushhij sodержatel`noe fenomenologicheskoe modelirovanie / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №03(127). S. 1 – 60. – IDA [article ID]: 1271703001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/01.pdf>, 3,75 u.p.l.