

УДК 004.8

UDC 004.8

06.02.00 Ветеринария и Зоотехния

Veterinary and Zootechnics

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ В ВЕТЕРИНАРИИ (НА ПРИМЕРЕ РАЗРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ТЕСТОВ)**AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS IN VETERINARY SCIENCE (ON THE EXAMPLE OF DIAGNOSTIC TESTS DEVELOPMENT)**

Луценко Евгений Вениаминович

д.э.н., к.т.н., профессор

Scopus Author ID: 57191193316

РИНЦ SPIN-код: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Lutsenko Evgeny Veniaminovich

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

Scopus Author ID: 57191193316

RSCI SPIN-code: 9523-7101

prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Россия, 350044, Краснодар, Калинина, 13,

Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

В статье рассмотрено применение Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария интеллектуальной технологии «Эйдос» для реализации уже разработанных ветеринарных и медицинских диагностических тестов без программирования в форме, удобной для индивидуального и массового тестирования, анализа его результатов и выработки индивидуальных и групповых рекомендаций. Возможно объединение нескольких ветеринарных тестов в один супертест

The article considers the application of Eidos intellectual technologies for implementation of developed veterinary and medical diagnostics statistical tests without programming in the convenient form for the individual and mass testing, the analysis of the results and development of the individual and group recommendations. It is possible to merge several tests in one supertest

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», ВЕТЕРИНАРНЫЕ И МЕДИЦИНСКИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ТЕСТЫ

Keywords: COMPUTERIZED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, EIDOS INTELLECTUAL SYSTEM, VETERINARY AND MEDICAL DIAGNOSTIC TESTS

Doi: 10.21515/1990-4665-137-031

В последнее время особую актуальность приобретает повышение качества (достоверности) постановки диагнозов в ветеринарии и медицине. Одним из направлений работы, направленных на достижение этой цели, является обеспечение возможности накопления профессиональных знаний экспертов в этой области в форме баз знаний систем искусственного интеллекта с обеспечением общего доступа к этим базам знаний для осуществления диагностики всех специалистов. Особенно полезно это может быть для молодых специалистов, не обладающих профессиональным опытом, достаточным для постановки высокодостоверного диагноза. Но и для опытных специалистов применение подобных диагностических систем может быть оправданным как при массовых обследованиях (диспансеризации) просто для экономии времени и сил для выявления случаев, требующих специального внимания, так и при индивидуальной диагностике, т.к. способно застраховать от грубых диагностических ошибок, цена которых может быть максимально высокой.

Недостатка в информации о симптоматике различных заболеваний не ощущается. Однако информации о том, в какой степени тот или иной симптом характерен для данного конкретного заболевания уже меньше, а информации о диагностической ценности различных симптомов и синдромов для общей или дифференциальной диагностики различных классов заболеваний вообще недостаточно. А это значит, что конкретный врач должен сам решать задачу определения этой диагностической ценности и соответственно с учетом этого строить план получения дополнительной информации путем специальных лабораторных исследований. Ощущается также дефицит в программном инструментарии, обеспечивающем создание диагностических тестов и супертестов и их массовое применение в адаптивном режиме с сохранением и накоплением всех исходных данных и результатов с возможностью их использования дальнейшем после верификации диагноза для адаптации модели. В принципе подобные разработки есть за рубежом. Однако зарубежные разработчики никогда принципиально не продают сам инструментарий или технологию, а предоставляют лишь возможность использования продукта или результат этих технологий, т.е. самих диагностических тестов. У российских пользователей эти тесты, как правило, нелицензионные и требуют локализации (привязки к особенностям места применения), а также адаптации (учета динамики предметной области).

Ясно, что стоимость технология на порядок выше продуктов, с помощью нее созданных, а для локализации и адаптации продуктов необходимо владение технологией, по сути, очень сходной с разработкой этих продуктов, а значит, эти работы по локализации адаптации продуктов могут быть проведены только разработчиками этих продуктов или их представителями, в распоряжении которых есть эти технологии. Конечно, работы по локализации и адаптации ветеринарных и медицинских диагностических тестов стоят дешевле самих технологий, необходимых для их проведения, однако и эти работы являются весьма наукоемкими и достаточно дорогими. По всем этим причинам на практике, как правило, они не могут быть проведены, более того, фактически их просто некому проводить, т.к. просто нет специалистов с соответствующей компетенцией в этой области.

В данной статье предлагается содержательное рассмотрение этих **проблем** и их решение с помощью интеллектуальной системы «Эйдос-Х++», являющейся программным инструментарием автоматизированного системно-когнитивного анализа [1-4]. Отметим, что впервые применить систему Эйдос для реализации тестов различного назначения без программирования предложено в монографии [5] в 1996 году. Медицинские диагностические методики и даже списки симптомов в медицинских фолиантах с описаниями болезней тоже вполне можно считать слабоформализованными и не очень профессионально разработанными тестами. При этом

уровень сложности работ соответствует требованиям к лабораторным работам по дисциплинам «Интеллектуальные информационные системы» и «Представление знаний в интеллектуальных информационных системах», которые ведут авторы в своих вузах. Мы этим хотим сказать, что наши студенты (по крайней мере, те, которые посещали занятия) вполне способны решать эти проблемы. Таким образом, проблемы с дефицитом интеллектуальных технологий и специалистов полностью снимаются.

Итак, рассмотрим технологию и методику, не требующую программирования, обеспечивающую реализацию в среде системы «Эйдос-Х++» тестов различного назначения. Сделаем это на примере теста ветеринарного назначения, предназначенного для диагностики заболеваний кошек. Данный тест взят с сайта: <http://mau.ru/pub/health/?p=table> [6] и выбран в качестве примера потому, что он является достаточно актуальным, очень наглядным и в тоже время достаточно простым, т.к. тестовый материал и ключи представляет собой дихотомические текстовые шкалы (лингвистические переменные). С другой стороны он может служить хорошей иллюстрацией технологии и прототипом для разработки подобных тестов, но другого назначения, в ветеринарии и медицине.

Мы бы хотели отметить, что для иллюстрации интеллектуальной технологии «Эйдос» выбор того или иного конкретного диагностического теста для примера не имеет принципиального значения, т.к. статья посвящена не диагностике кошек, а **технологии** переноса диагностических тестов в среду системы искусственного интеллекта «Эйдос-Х++», хотя и для повышения качества диагностики кошек, мы надеемся, наша статья также может быть полезной.

Интеллектуальную технологию, необходимую для решения поставленных проблем, реализует сама универсальная автоматизированная система «Эйдос-Х++» [1-4].

Эта методика включает следующие этапы (рисунок 1):

1. Подготовка Excel-файла исходных данных на основе стимульного материала и ключей (шкал) теста.
2. Автоматизированный ввод данных в систему Эйдос-Х++ из Excel-файла исходных данных с помощью стандартного программного интерфейса системы (формализация предметной области, т.е. разработка классификационных и описательных шкал и градаций и обучающее выборки).
3. Синтез и верификация 3-х статистических и 7 интеллектуальных моделей.
4. Определение наиболее достоверной модели и назначение ее текущей.
5. Решение задач тестирования и выработки рекомендаций.
6. Исследование предметной области путем исследования ее моделей.

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе Эйдос-Х++

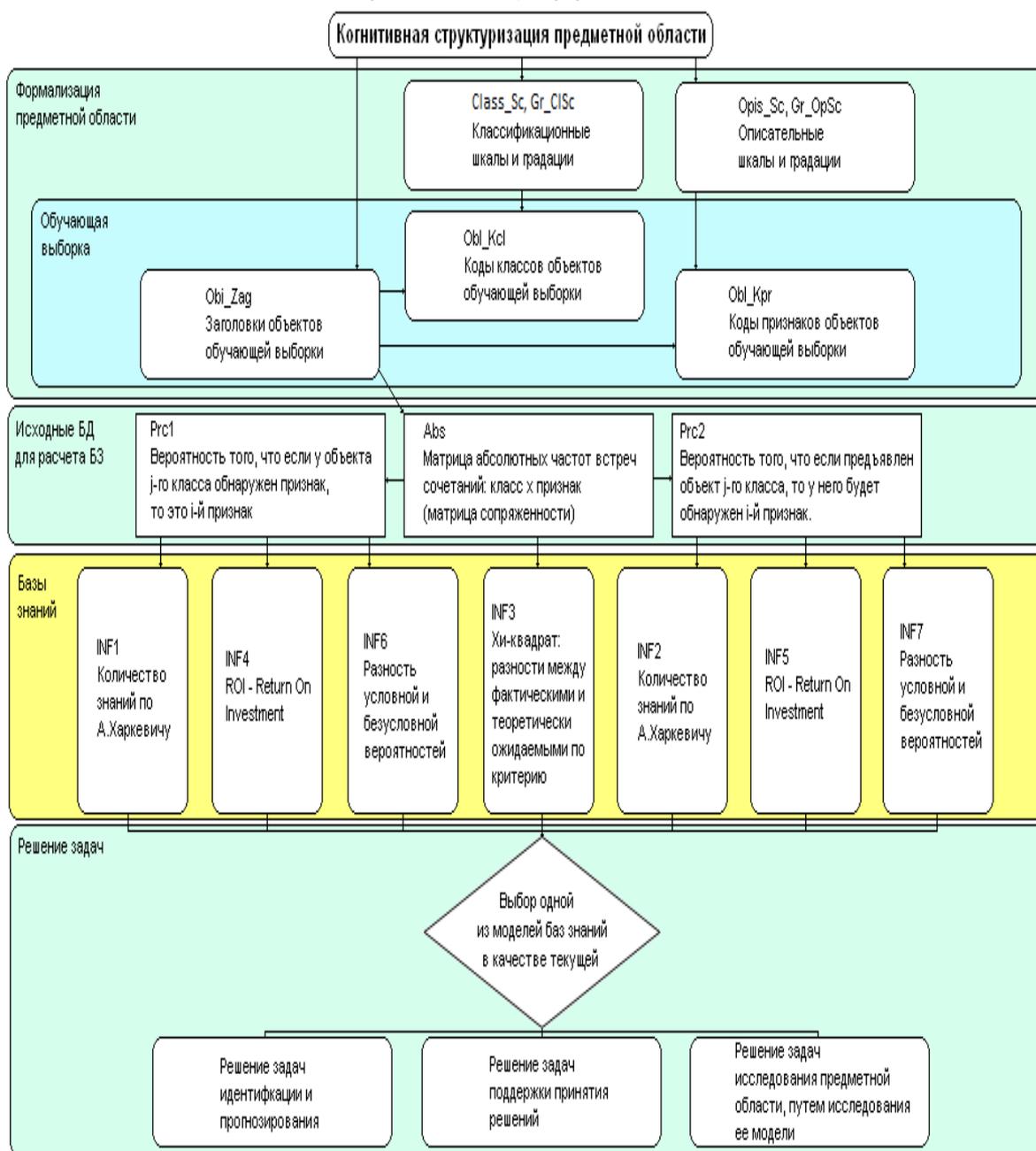


Рисунок 1. Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе Эйдос-Х++

На первом этапе подготовим Excel-файл, который может быть непосредственно введен в систему Эйдос-Х++ с помощью одного из ее стандартных программных интерфейсов с внешними базами данных (режим 2.3.2.2). Для этого используем методику из 4 шагов.

На рисунке 2 приведен Help данного режима, в котором приведены требования к этому Excel-файлу, из которых вытекает данная методика.



Рисунок 2. Help программного интерфейса системы Эйдос-Х++ с внешними базами данных 2.3.2.2.

Шаг 1-й. Откроем на сайте <http://mau.ru/pub/health/table1.php> таблицу, которая на называется: «Таблица симптомов заболеваний кошек».

Конечно, эта таблица названа на сайте несколько неверно, т.к. является не только таблицей симптомов, но и содержат нозологические образы, т.е. сами названия заболеваний или диагнозов, а также взаимосвязь между симптомами и заболеваниями, указанную в форме символов.

Шаг 2-й. Затем скопируем эту таблицу через буфер обмена в MS Excel начиная с ячейки A1. Потом уберем объединение ячеек в названиях

колонок и сделаем названия вертикальными. В результате получим таблицу исходных данных (таблица 1):

Таблица 1 – Исходная таблица данных с сайта: <http://mau.ru/pub/health/table1.php> для создания ветеринарного диагностического теста*

Симптом заболевания	Панлей-копеления (вирусный энтерит)	Пищевое отравление/гастро-энтерит	Воло-сыные пробки (безоары)	Колит	Бешенство	Респираторная вирусная инфекция	Герпес/ ринотрахеит	Инфекционная анемия (мало-кровие)	Вирусная лейкопения (бело-кровие)	Инфекционный перитонит (ФИП)	Урологи-ческий синдром / моче-каменная болезнь	Почечная недоста-точность	Сердечная недоста-точность	Тепловой удар	Рак	Непра-вильное питание	Круглые глисты (аскариды)	Ленточные глисты	Токсоплазмоз	Воспаление рта (стоматит)	Воспаление слизистой оболочки глаза (конъюк-тивит)	Воспаление роговой оболочки глаз (кератит)	Воспа-ление уха (отит)	Блохи; клещи; грибок	Абсцесс (гнойник, нарыв)	Гематома (кровоиз-лияние)	Отрав-ление	Течка	Береме-нность	Гинеколо-гические проблемы	
Рвота	!	!!	!!					?	?	?	!	!		!!	!!	!!	!														?
Диарея(понос)	!	!!	!!					?	?	?				!!	!!	!!	!													!	?
Запор	?	?	?									!!			!	!												!			
Кровь в кале				!!												!															
Отсутствие аппетита	!!	!	!			!	!	!	!	!	!	?		!!	!!	!	?		!	!!	?	?	?	!			?	!	!	!	!
Чрезмерная жажда	?	?	?		?			?	?			!!			!!												?			!	
Ненормальное мочеиспускание											!!	!!																			?
Слюнотечение	?	?	?		!	?	?							!!	?						!!						!				
Кашель и чихание	?	?			!!	!!		?				!		!	?	?	?	?	?		!										
Выпячивание третьего века	!	?	?		?	!	!	?	?		?			?	!	?	?	?	?		!	!	?			?					?
Выделения из глаз					!!	!									?					?	!!	!!									
Выделения из ушей															?							!!	?	?	!						
Выделения из носа					!	!!									?					?											
Анальные выделения	?		?												?																
Генитальные выделения									?						?													!!	?	!!	
Обезвоживание	!!				!		!	?		!	!	?		!!	?	!	?	?						?			!				?
Потеря веса	?				?	!	?	!!	!!		!!	?		!!	?	!	?	?						?							?
Бледность десен	!						!!	?	?		!			!	?	?							?				!				?
Затрудненное дыхание						?	?	?	!	!		!	!!	!!		?		?									?			?	
Потеря сознания	?			!					?	?	?	!	!!	?		?											!			?	?
Паралич				!							!	!	?		?												!				
Внезапная смерть	!!			?					?		!!	!	!														!!				
Лихорадка(высокая температура)	?			?	!	!		!			!!	?			?				?			?		!							?
Пониженная температура	!!	?			?		?	!	?	?					?												?		?	!	
Вздутие живота	?	?					?	!!	!	!!	!!	!!	?	!													!		!!	!	
Вздутие под кожей											?	!										?	!	!!	!!						
Раздражение кожи				!		!									?	?	?			!		!	!!	?			!				
Поражение кожи/слизистых/рогов ицы			?			!!									?				!	!	!!		!!	!!							
Потеря шерсти		?	?		!		?	?							?	?	?	?			?	?	!!	!!	!	?		?	?	?	?
Явная боль	!	?	?	!	?				?	!					?				!		!!	!	!!	!!		?	?	?	?	?	?
Хромота											?				?											!	?				
Ненормальное поведение	!		?	!!				!		!!		!!	?							?	?	?	?				!!	!!	?	?	
Шок	!!	?							?		?	!															!!				?
Отсутствие явных симптомов		?	?					!!	!!			?		!	!!	!!	!!	!!	!!	!!			!!	!					!	?	

* Источник: <http://mau.ru/pub/health/?p=table>

Шаг 3-й. На этом шаге мы приводим таблицу 1 к виду, необходимому для того, что она воспринималась универсальным программным интерфейсом системы Эйдос с внешними базами данных (эти требования приведены на рисунке 2). Для этого необходимо транспонировать таблицу 1, чтобы в строках были классы (заболевания), а в колонках симптомы, а также добавить еще один столбец с информацией об источнике данных (для этого мы используем колонку с классами, т.е. диагнозами).

Шаг 4-й. На сайте <http://mau.ru/pub/health/table1.php> говорится о различной характерности диагностических признаков (симптомов), приведенных в таблице 1, для постановки различных диагнозов:

Условные обозначения:

!! - главные, наиболее характерные симптомы, имеющие место всегда при данном заболевании или состоянии;

! - симптомы, обычно наблюдающиеся при данном заболевании, но не имеющие решающего значения;

? - второстепенные симптомы

То, что признаки должны иметь различную характерность видно уже из того (см. таблицу 1), что одни признаки встречаются у многих заболеваний, тогда как другие только у нескольких, один заболевания описываются большим количеством симптомов, а другие гораздо меньшим.

Однако на сайте это различие имеет *качественный* уровень и выражено в текстовом виде обозначениями: «!!», «!» и «?». В системе Эйдос-Х++ эта степень характерности симптома для заболевания выражена *количественно причем система определяет ее сама*. Кроме того в системе Эйдос-Х++ расчет значимости признаков (т.е. средней характерности по всем заболеваниям) – это одна из основных особенностей применяемых в системе интеллектуальных моделей и не требует ввода разных вариантов симптомов, если у них различная характерность. Мы еще рассмотрим этот вопрос на 6-м этапе методики.

Поэтому заменяем в транспонированной таблице исходных данных все «!!» на «*», затем все «!» на «*» и все «~?»¹ на «*». После этого таблица 1 приобретает вид, представленный в таблице 2.

Колонка классов выделена желтым фоном.

¹ Символ «~» перед знаком вопроса используется для экранирования его как спецсимвола, используемого для обозначения любого одного символа, и для рассмотрения его как обычного символа

Таблица 2 – Таблица исходных данных для ввода в систему Эйдос-Х++ с помощью стандартного программного интерфейса с внешними базами данных

Заболевание	Заболевание	Рвота	Диарея(понос)	Запор	Кровь в кале	Отсутствие аппетита	Чрезмерная жажда	Ненормальное мочеиспускание	Слюнотечение	Кашель и чихание	Выпячивание третьего века	Выделения из глаз	Выделения из ушей	Выделения из носа	Анальные выделения	Генитальные выделения	Обезвоживание	Потеря веса	Бледность десен	Затрудненное дыхание	Потеря сознания	Паралич	Лихорадка(высокая температура)	Пониженная температура	Вздутие живота	Вздутие под кожей	Порезание кожи/слизистых/роговицы	Потеря шерсти	Явная боль	Хромота	Ненормальное поведение	Шок	Отсутствие явных симптомов		
Панлейкопения (вирусный энтерит)	Панлейкопения (вирусный энтерит)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Пищевое отравление/гастроэнтерит	Пищевое отравление/гастроэнтерит	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Волосные пробки (безоары)	Волосные пробки (безоары)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Колит	Колит	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Бешенство	Бешенство	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Респираторная вирусная инфекция	Респираторная вирусная инфекция	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Герпес/ ринотрахеит	Герпес/ ринотрахеит	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Инфекционная анемия (малокровие)	Инфекционная анемия (малокровие)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Вирусная лейкемия (белокровие)	Вирусная лейкемия (белокровие)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Инфекционный перитонит (ФИП)	Инфекционный перитонит (ФИП)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Урологический синдром / мочекаменная болезнь	Урологический синдром / мочекаменная болезнь	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Почечная недостаточность	Почечная недостаточность	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Сердечная недостаточность	Сердечная недостаточность	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Тепловой удар	Тепловой удар	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	
Рак	Рак	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Неправильное питание	Неправильное питание	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Круглые глисты (аскариды)	Круглые глисты (аскариды)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Ленточные глисты	Ленточные глисты	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Токсоплазмоз	Токсоплазмоз	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Воспаление рта (стоматит)	Воспаление рта (стоматит)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Воспаление слизистой оболочки глаза (конъюнктивит)	Воспаление слизистой оболочки глаза (конъюнктивит)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Воспаление роговой оболочки глаз (кератит)	Воспаление роговой оболочки глаз (кератит)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Воспаление уха (отит)	Воспаление уха (отит)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Блохи; клещи; грибок	Блохи; клещи; грибок	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Абсцесс (гнояник, нарыв)	Абсцесс (гнояник, нарыв)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Гематома (кровоизлияние)	Гематома (кровоизлияние)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Отравление	Отравление	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Течка	Течка	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Беременность	Беременность	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Гинекологические проблемы	Гинекологические проблемы	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

На первый взгляд данная методика может выглядеть несколько усложненной, однако реализация на компьютере этих шагов занимает буквально считанные минуты и фактически осуществляется очень просто.

На втором этапе вводим Excel-файл исходных данных в систему «Эйдос-Х++» с помощью программного интерфейса 2.3.2.2 с параметрами, приведенными на рисунке 3. Обратим внимание на то, что, знак диез «#» обозначает в таблице 2 наличие симптома у заболевания, а пробел – его отсутствие. И первое, и второе мы считаем значимой информацией, поэтому на экранной форме, приведенной на рисунке 3 справа вверху задана опция, считать нули и пробелы значениями данных.

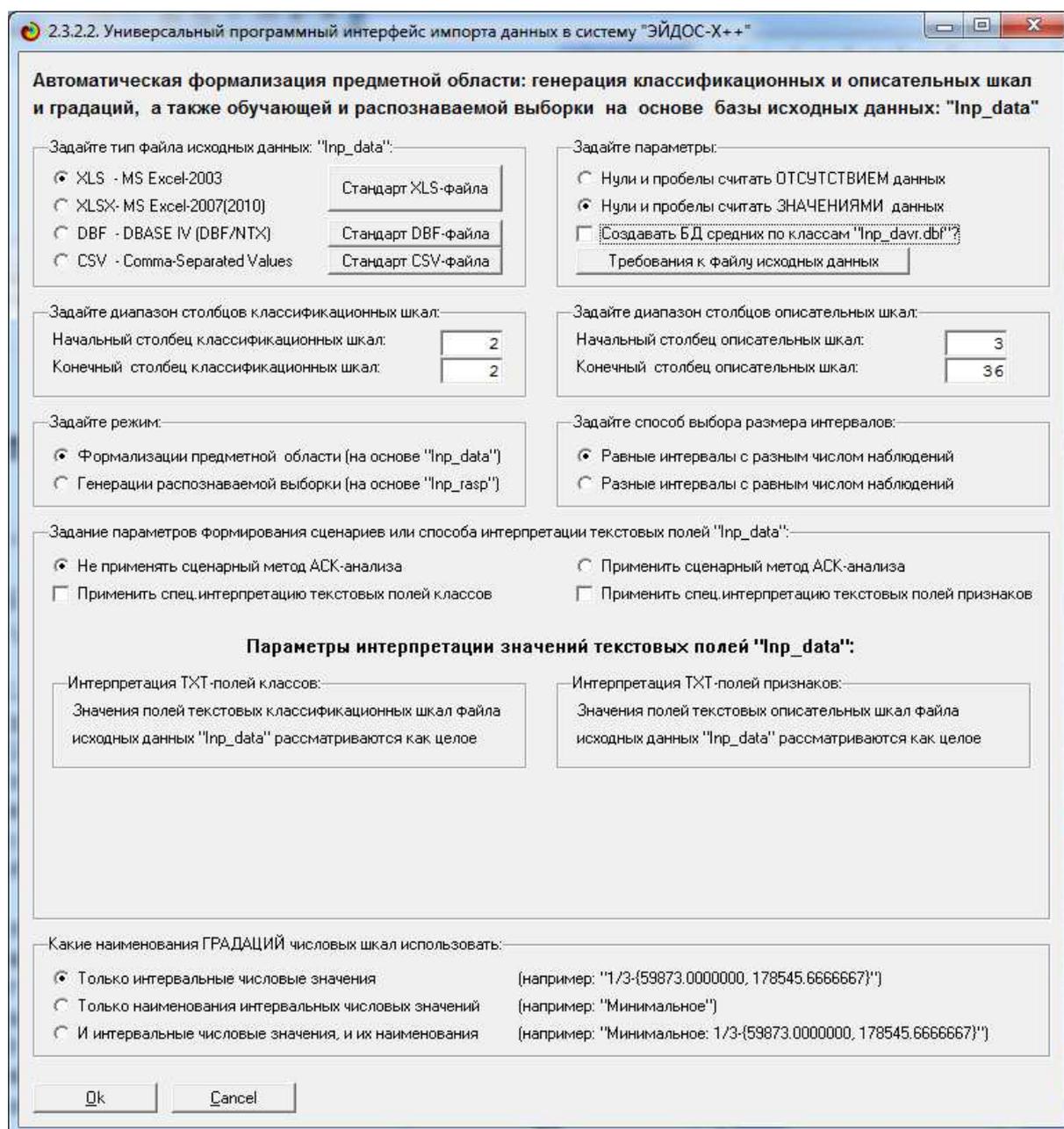


Рисунок 3. Вид первого окна программного интерфейса системы Эйдос-X++ с внешними базами данных 2.3.2.2 с параметрами для ввода обучающей выборки

Для этого используем методику, приведенную ниже и основанную, как и предыдущая, на требованиях, приведенных в Help режима 2.3.2.2 (рисунок 2). Эта методика включает следующие 4 шага.

Шаг 1-й. Копируем приведенный выше Excel-файл в папку: «Место расположения системы на диске»\AID_DATA\Inp_data\ с именем “Inp_data.xls”.

Шаг 2-й. Запускаем режим 2.3.2.2 системы Эйдос-X++ и задаем в окне, представленном на рисунке 3, следующие параметры:

- тип файла исходных данных: XLS-MS Excel-2003;
- нули и пробелы считаются отсутствием данных;
- диапазон колонок классификационных шкал: 2-2;

- диапазон колонок описательных шкал: 3-36;
- формализация предметной области (файл исходных данных Inp_data.xls);
- равные интервалы с разным числом наблюдений;
- сценарный метод прогнозирования СК-анализа не применять.

Шаг 3-й. После нажатия кнопки ОК появляется отображение процесса открытия и загрузки Excel-файла, а затем появляется второе окно режима 2.3.2.2, представляющее собой специальный калькулятор, позволяющий при наличии числовых классификационных и/или описательных шкал подбирать количество интервалов (градаций) в числовых шкалах (рисунок 4):

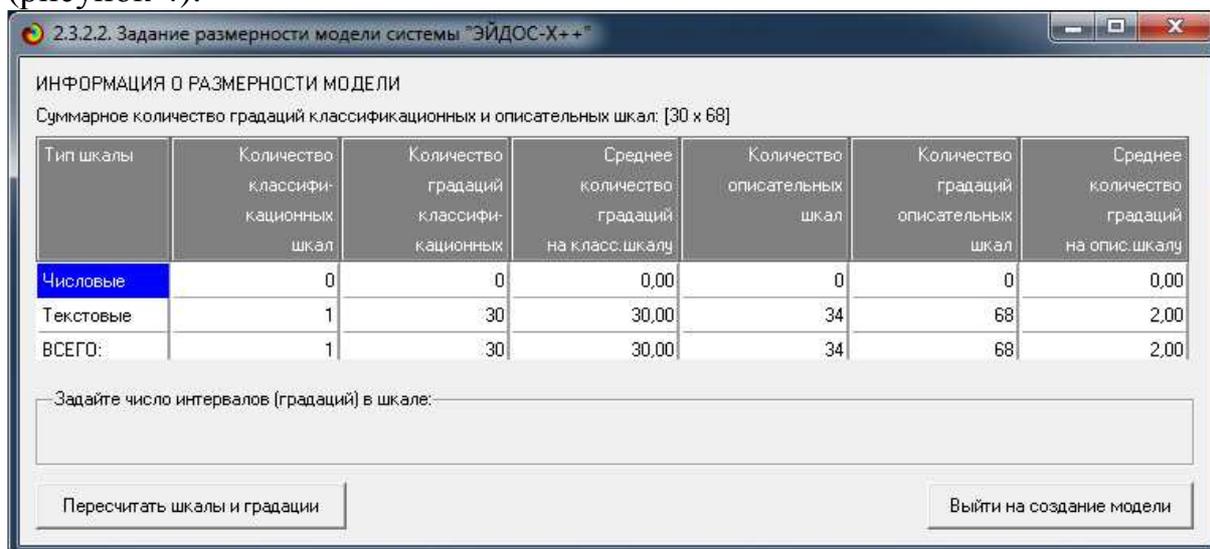


Рисунок 4. Вид второго окна программного интерфейса системы Эйдос-X++ с внешними базами данных 2.3.2.2.

В данном случае числовые шкалы отсутствуют, и число градаций задавать нет необходимости и возможности.

Шаг 4-й. При клике на кнопке «Выйти на создание модели» появляется отображение стадии процесса формализации предметной области (рисунок 5):

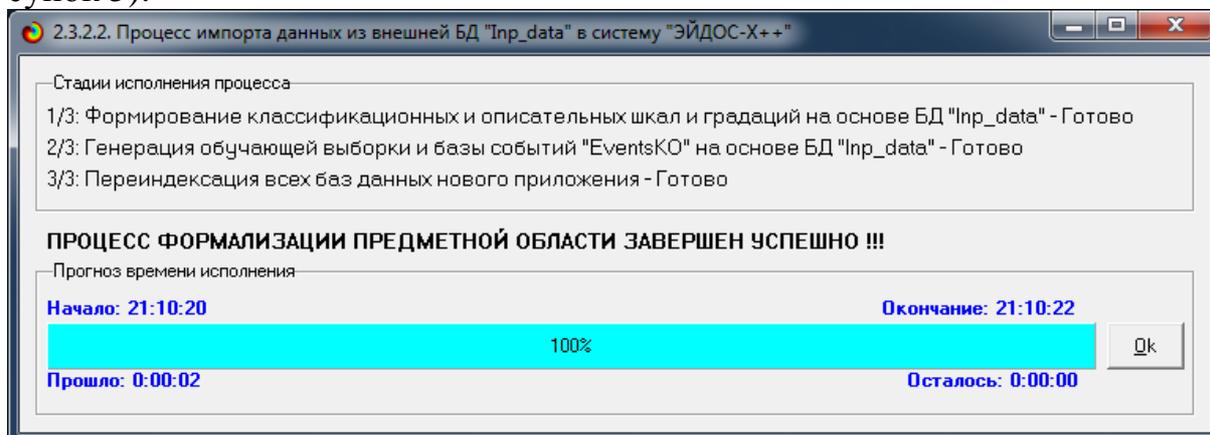


Рисунок 5. Вид третьего окна программного интерфейса системы Эйдос-X++ с внешними базами данных 2.3.2.2.

Таким образом, на втором этапе на основе Excel-файла исходных данных создаются классификационные и описательные шкалы и градации, а потом с их использованием и обучающая выборка, т.е. осуществляется формализация предметной области (рисунки 6, 7, 8):

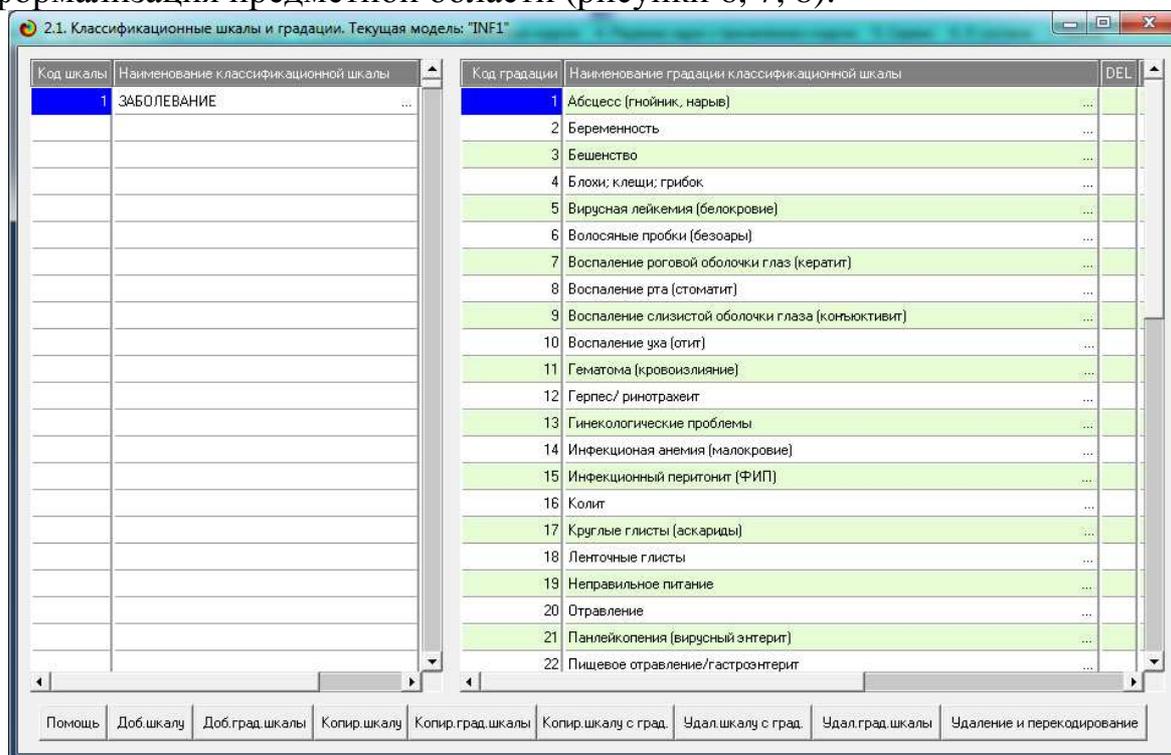


Рисунок 6. Экранная форма режима 2.1 просмотра и корректировки классификационных шкал и градаций системы Эйдос-X++ (фрагмент)

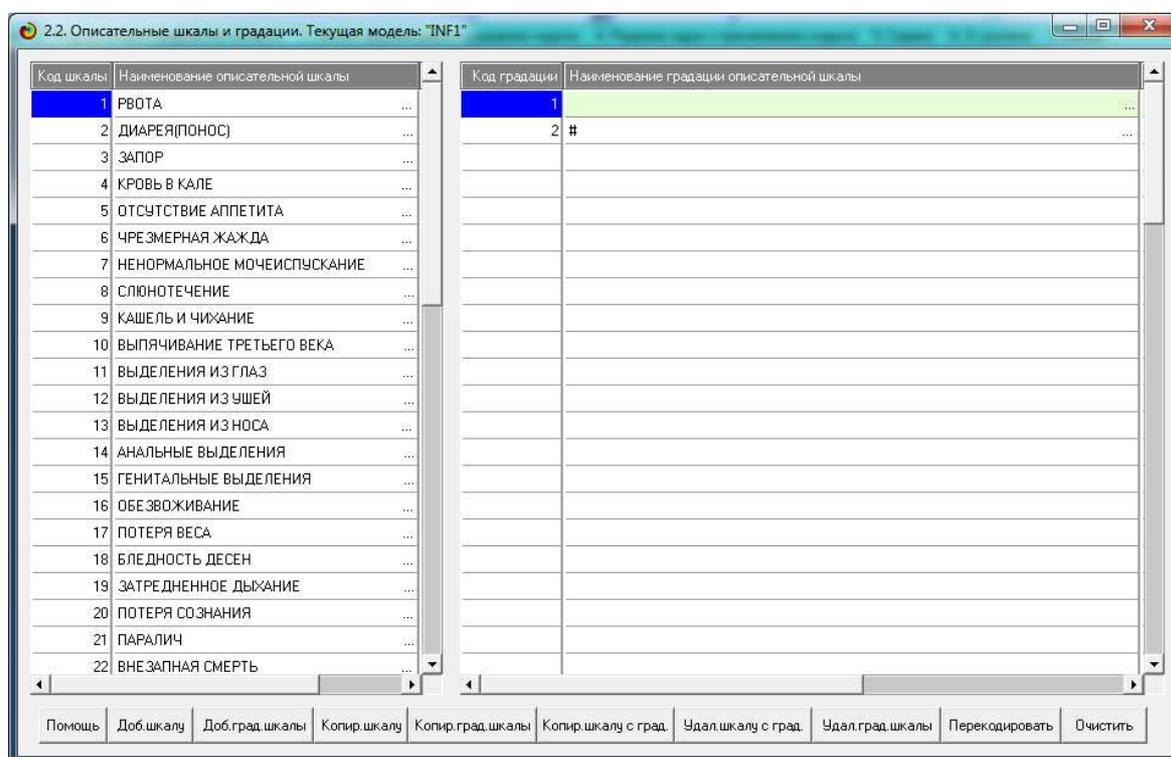


Рисунок 7. Экранная форма режима 2.2 просмотра и корректировки описательных шкал и градаций системы Эйдос-X++ (фрагмент)

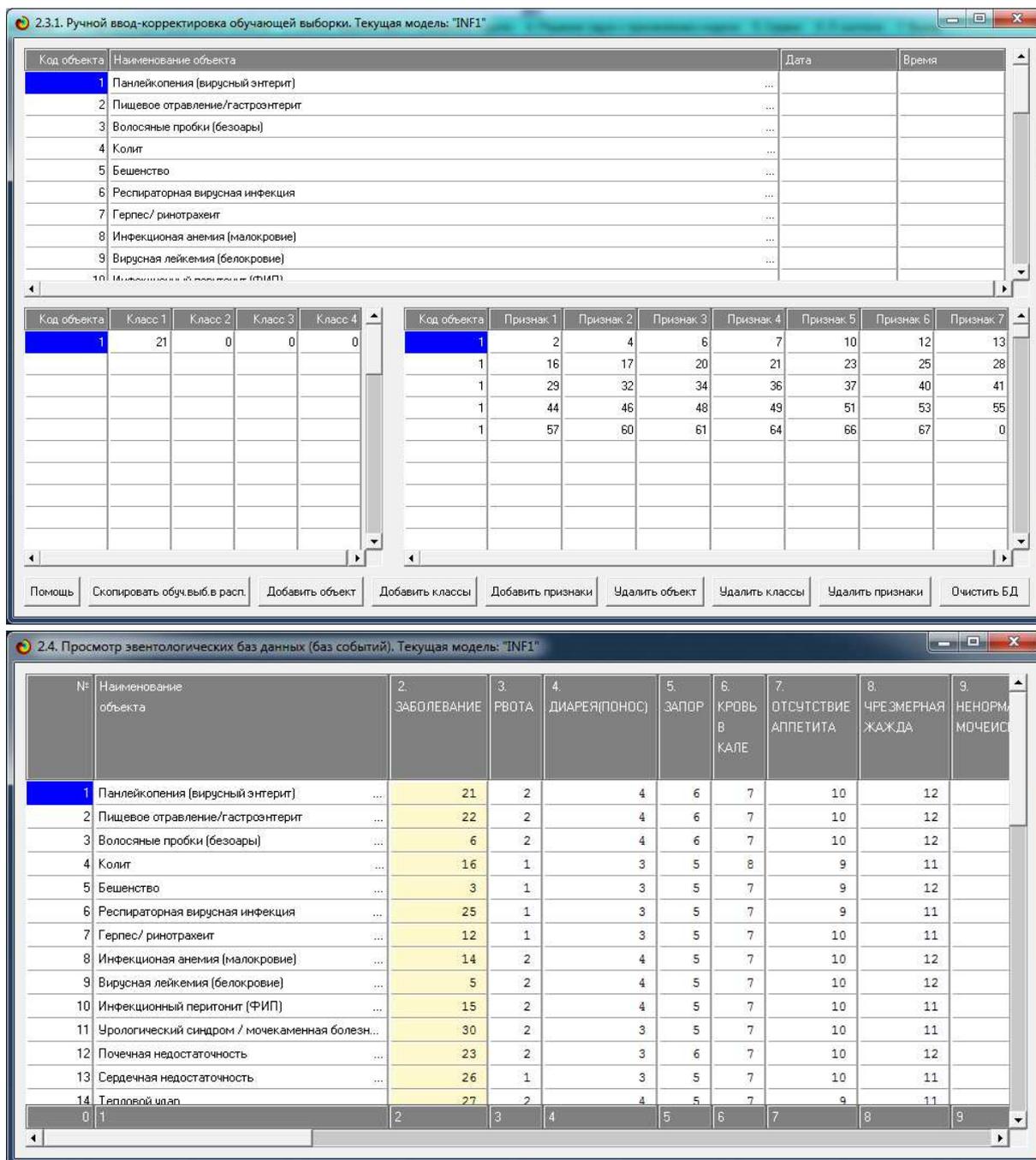


Рисунок 8. Экранная форма режима 2.3.1 просмотра и корректировки обучающей выборки системы Эйдос-X++ (фрагмент)

На третьем этапе запускается режим 3.5 системы Эйдос-X++, который обеспечивает синтез и верификацию 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей (моделей знаний). Окно задания параметров данного режима приведено на рисунке 9 (вид по умолчанию).

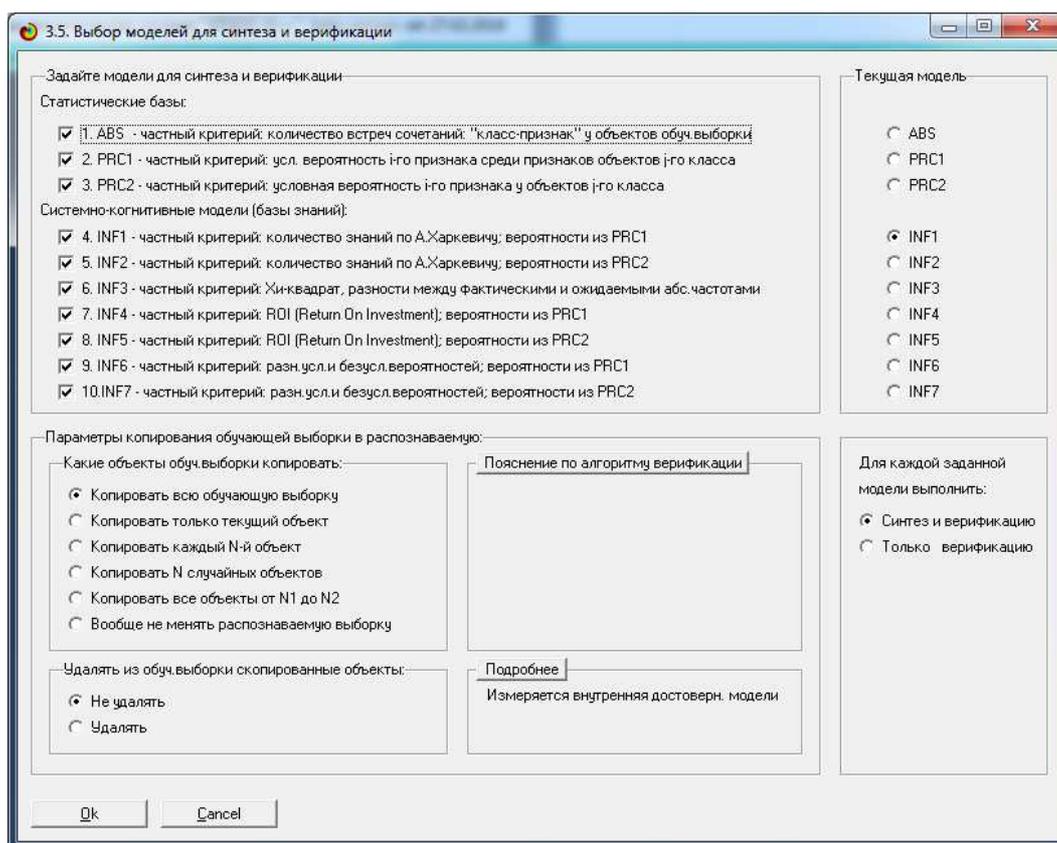


Рисунок 9. Вид окна задания параметров режима 3.5 системы Эйдос-Х++

На рисунке 10 приведено окно отображения стадии процесса исполнения данного режима (на рисунке вид по окончании работы режима).

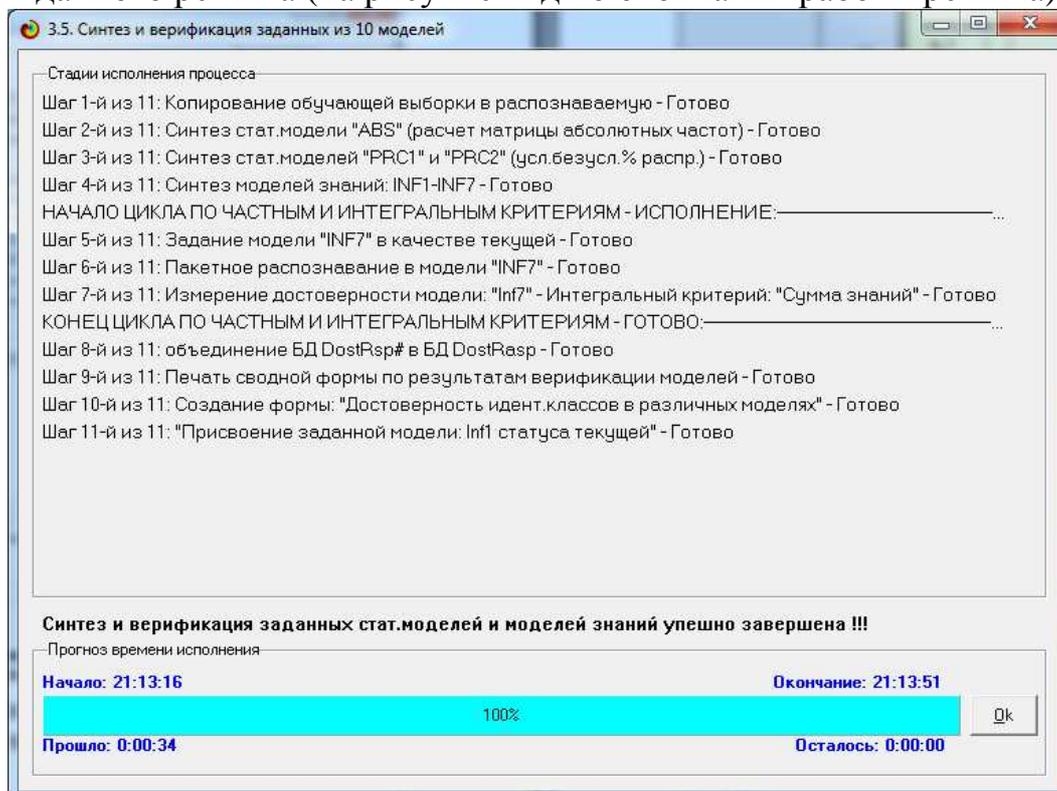


Рисунок 10. Окна отображения стадии исполнения режима 3.5 системы Эйдос-Х++ (вид по окончании работы режима)

Видно, что процесс синтеза и верификации 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей предметной области занял 34 секунды машинного времени.

Ниже дано краткое математическое описание расчетов, проводимых в системе «Эйдос» при синтезе и верификации моделей.

Непосредственно на основе эмпирических данных рассчитывается матрица абсолютных частот (таблица 1).

Таблица 3 – Матрица абсолютных частот

		Классы				Сумма
		<i>1</i>	...	<i>j</i>	...	
Значения факторов	<i>1</i>	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}
	...					
	<i>i</i>	N_{i1}		N_{ij}		N_{iW}
	...					
	<i>M</i>	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}
Суммарное количество Признаков по классу				$N_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^M N_{ij}$		$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				$N_{\Sigma j}$		$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$

На ее основе рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 2).

Отметим, что в АСК-анализе и его программном инструментарии интеллектуальной системе «Эйдос» используется два способа расчета матриц условных и безусловных процентных распределений:

1-й способ: в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу;

2-й способ: в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу.

Таблица 4 – Матрица условных и безусловных процентных распределений

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	j	...	w	
Значения факторов	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1w}	
	...						
	i	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		P_{iw}	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{Mw}	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

Затем на основе таблицы 2 с использованием частных критериев, приведенных таблице 3 рассчитываются матрицы системно-когнитивных моделей (таблица 4).

Таблица 5 – Различные аналитические формы частных критериев знаний

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	через относительные частоты	через абсолютные частоты
ABS , матрица абсолютных частот	---	N_{ij}
PRC1 , матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество признаков по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
PRC2 , матрица условных и безусловных процентных распределений, в качестве $N_{\Sigma j}$ используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$
INF1 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j-му классу. Вероятность того, что если у объекта j-го класса обнару-	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_i N_j}$

жен признак, то это i -й признак		
INF2 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j -го класса, то у него будет обнаружен i -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_iN_j}$
INF3 , частный критерий: Хи-квадрат : разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	---	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_iN_j}{N}$
INF4 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
INF5 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
INF6 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
INF7 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Обозначения к таблице 3:

i – значение прошлого параметра;

j – значение будущего параметра;

N_{ij} – количество встреч j -го значения будущего параметра при i -м значении прошлого параметра;

M – суммарное число значений всех прошлых параметров;

W – суммарное число значений всех будущих параметров.

N_i – количество встреч i -м значения прошлого параметра по всей выборке;

N_j – количество встреч j -го значения будущего параметра по всей выборке;

N – количество встреч j -го значения будущего параметра при i -м значении прошлого параметра по всей выборке.

I_{ij} – частный критерий знаний: количество знаний в факте наблюдения i -го значения прошлого параметра о том, что объект перейдет в состояние, соответствующее j -му значению будущего параметра;

Ψ – нормировочный коэффициент [1], преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

P_i – безусловная относительная частота встречи i -го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

P_{ij} – условная относительная частота встречи i -го значения прошлого параметра при j -м значении будущего параметра .

Таблица 6 – Матрица системно-когнитивной модели

		Классы				Значимость фактора	
		I	...	j	...		W
Значения факторов	I	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$\sigma_{1\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{1j} - \bar{I}_1)^2}$
	...						
	i	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
	...						
	M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$\sigma_{M\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{Mj} - \bar{I}_M)^2}$
Степень редукции класса		$\sigma_{\Sigma I}$		$\sigma_{\Sigma j}$		$\sigma_{\Sigma W}$	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

Суть этих методов в том, что вычисляется количество информации в факте наличия или определенной степени выраженности того или иного личностного свойства о том, что обладающий им кандидат будет проявлять определенную степень успешности профессиональной деятельности, работая на той или иной должности. Это позволяет сопоставимо и корректно обрабатывать разнородную информацию о респондентах, полученную с помощью различных тестов и других различных источников [7].

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 4 (отличаются частыми критериями), решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели [1-4].

Для решения этих задач в АСК-анализе и системе «Эйдос» в настоящее время используется два интегральных критерия, кратко описанные ниже.

Задача принятия управляющих решений представляет собой обратную задачу прогнозирования. Если при прогнозировании на основе значений факторов, воздействующих на объект управления, определяется в какое

состояние он под их воздействием перейдет, но при принятии решений наоборот, по желательному (целевому) состоянию объекта управления определяется система значений факторов, обуславливающих переход объекта в это целевое состояние.

Не все модели обеспечивают решение обратной задачи прогнозирования. Для этого они должны обеспечивать многопараметрическую типизацию, т.е. создавать обобщенные образы в будущих состояниях объекта управления. Как влияет на поведение объекта управления одно значение фактора отражено в системно-когнитивных моделях. Как влияние система факторов определяется с помощью интегральных критериев. В настоящее время в системе «Эйдос» используется два аддитивных интегральных критерия:

- сумма знаний;
- резонанс знаний.

1-й интегральный критерий «Сумма знаний» представляет собой суммарное количество знаний, содержащееся в системе значений факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний:

$$I_j = (\vec{I}_{ij}, \vec{L}_i).$$

В выражении круглыми скобками обозначено скалярное произведение. В координатной форме это выражение имеет вид:

$$I_j = \sum_{i=1}^M I_{ij} L_i,$$

где: М – количество градаций описательных шкал (признаков);

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j–го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив–локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где } : n > 0, \text{ если } i - \text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n, если он присутствует у объекта с интенсивностью n,

т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» – один раз).

2-й интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» представляет собой *нормированное* суммарное количество знаний, содержащееся в системе факторов различной природы, характеризующих сам объект управления, управляющие факторы и окружающую среду, о переходе объекта в будущие целевые или нежелательные состояния.

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний и имеет вид:

$$I_j = \frac{1}{\sigma_j \sigma_l M} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j) (L_i - \bar{L}),$$

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков);

\bar{I}_j – средняя информативность по вектору класса;

\bar{L} – среднее по вектору объекта;

σ_j – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;

σ_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\vec{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j -го класса;

$\vec{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

$$\vec{L}_i = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й фактор действует;} \\ n, & \text{где } : n > 0, \text{ если } i - \text{й фактор действует с истинностью } n; \\ 0, & \text{если } i - \text{й фактор не действует.} \end{cases}$$

В текущей версии системы «Эйдос-Х++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если признака нет, или n , если он присутствует у объекта с интенсивностью n , т.е. представлен n раз (например, буква «о» в слове «молоко» представлена 3 раза, а буква «м» – один раз).

Свое наименование интегральный критерий сходства «Семантический резонанс знаний» получил потому, что по своей математической форме является корреляцией двух векторов: состояния j -го класса и состояния распознаваемого объекта.

Интеллектуальные модели, некоторые из которых приведены в таблицах 7-9, отличающиеся частными критериями знаний (таблица 5) в непосредственной декларативной форме содержат знания о принадлежности и непринадлежности распознаваемого объекта, обладающего некоторым признаком, к каждому из классов, т.е. *содержат информацию о силе и направлении влияния каждого признака на принадлежность объекта с этим признаком к каждому из классов.*

Таблица 7 – МАТРИЦА АБСОЛЮТНЫХ ЧАСТОТ (ABS) (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ЗАБОЛЕВАНИЕ АБСЦЕСС (ГНОЙНИК, НАРЫВ)	2. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ	3. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЕШЕНСТВО	4. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЛОШИ КЛЕЩИ ГРИБОК	5. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВИРУСНАЯ ЛЕЙКЕМИЯ (БЕЛОКРОВИЕ)	6. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОЛОСЯНЫЕ ПРОБКИ (БЕЗОАРЬ)	7. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗ (КЕРАТИТ)	8. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ РТА (СТОМАТИТ)	9. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА (КОНЬЮКТИВ...)	10. ЗАБОЛЕВАНИЕ ЯЧХА (ОТИТ)	11. ЗАБОЛЕВАНИЕ ГЕМАТОМА (КРОВОИЗЛИВ...)	12. ЗАБОЛЕВАНИЕ ГЕРПЕС/РИНОТРАХЕИТИС
1	РВОТА-	1		1	1			1	1			1	
2	РВОТА#		1			1	1						
3	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-	1		1	1			1	1	1		1	1
4	ДИАРЕЯ(ПОНОС)#		1			1	1						
5	ЗАПОР-	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
6	ЗАПОР#						1						
7	КРОВЬ В КАЛЕ-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	КРОВЬ В КАЛЕ#												
9	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-			1							1	1	
10	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА#	1	1		1	1	1	1	1	1		1	1
11	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-	1	1		1			1	1	1	1	1	1
12	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА#					1	1						
13	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ#												
15	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ-	1	1		1	1		1	1	1	1	1	1
16	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ#			1									1
17	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-	1	1	1	1	1			1	1	1	1	1
18	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ#						1	1	1				1
19	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-	1	1					1	1		1	1	1
20	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА#			1	1	1	1	1	1	1		1	1

Таблица 8 – МАТРИЦА ЗНАНИЙ INF1 (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. ЗАБОЛЕВАНИЕ АБСЦЕСС (ГНОЙНИК, НАРЫВ)	2. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ	3. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЕШЕНСТВО	4. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЛОШИ КЛЕЩИ ГРИБОК	5. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВИРУСНАЯ ЛЕЙКЕМИЯ (БЕЛОКРОВИЕ)	6. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОЛОСЯНЫЕ ПРОБКИ (БЕЗОАРЬ)	7. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗ (КЕРАТИТ)	8. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ РТА (СТОМАТИТ)	9. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА (КОНЬЮКТИВ...)	10. ЗАБОЛЕВАНИЕ ЯЧХА (ОТИТ)	11. ЗАБОЛЕВАНИЕ ГЕМАТОМА (КРОВОИЗЛИВ...)	12. ЗАБОЛЕВАНИЕ ГЕРПЕС/РИНОТРАХЕИТИС
1	РВОТА-	0.491		0.491	0.491			0.491	0.491	0.491		0.491	
2	РВОТА#		0.491			0.491	0.491						
3	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-	0.402		0.402	0.402			0.402	0.402	0.402		0.402	0.402
4	ДИАРЕЯ(ПОНОС)#		0.592			0.592	0.592						
5	ЗАПОР-	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188		0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188
6	ЗАПОР#						1.031						
7	КРОВЬ В КАЛЕ-	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049		0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049
8	КРОВЬ В КАЛЕ#												
9	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-			1.031								1.031	1.031
10	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА#	0.188	0.188		0.188	0.188	0.188	0.188	0.188	0.188			
11	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-	0.287	0.287		0.287			0.287	0.287	0.287	0.287	0.287	0.287
12	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА#			0.778		0.778	0.778						
13	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
14	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ#												
15	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ-	0.287	0.287		0.287	0.287		0.287	0.287	0.287	0.287	0.287	0.287
16	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ#			0.778			0.778		0.778				
17	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-	0.324	0.324	0.324	0.324	0.324				0.324	0.324	0.324	0.324
18	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ#						0.711	0.711	0.711				
19	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-	0.711	0.711					0.711	0.711			0.711	0.711
20	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА#			0.324	0.324	0.324	0.324	0.324		0.324			

Таблица 9 – МАТРИЦА ЗНАНИЙ INF3 (фрагмент)

Код признака	Наименование описательных шкал и градаций	1. ЗАБОЛЕВАНИЕ АБСЦЕСС (ГНОЙНИК, НАРЫВ)	2. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЕРЕМЕННО...	3. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЕШЕНСТВО	4. ЗАБОЛЕВАНИЕ БЛОХИ КЛЕЩИ ГРИБОК	5. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВИРУСНАЯ ЛЕЖКЕНИЯ (БЕЛОКРОВИЕ)	6. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОЛОСЯНЫЕ ПРОВКИ (БЕЗОАРЬ)	7. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ РОГОВОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗ (КЕРАТИТ)	8. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ РТА (СТОМАТИТ)	9. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ГЛАЗА (КОНЬЮКТИВ)	10. ЗАБОЛЕВАНИЕ ВОСПАЛЕНИЕ УША (ОТИТ)	11. ЗАБОЛЕВАНИЕ ГЕМАТОМА (КРОВОИЗЛИ...	12. ЗАБОЛЕ...
1	РВОТА-	0.500	-0.500	0.500	0.500	-0.500	-0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	
2	РВОТА#	-0.500	0.500	-0.500	-0.500	0.500	0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	-0.500	
3	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-	0.433	-0.567	0.433	0.433	-0.567	-0.567	0.433	0.433	0.433	0.433	0.433	
4	ДИАРЕЯ(ПОНОС)#	-0.433	0.567	-0.433	-0.433	0.567	0.567	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433	-0.433	
5	ЗАПОР-	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	-0.767	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	
6	ЗАПОР#	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	0.767	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	
7	КРОВЬ В КАЛЕ-	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	
8	КРОВЬ В КАЛЕ#	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	-0.067	
9	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-	-0.233	-0.233	0.767	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	-0.233	0.767	0.767	
10	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА#	0.233	0.233	-0.767	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	0.233	-0.767	-0.767	
11	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-	0.333	0.333	-0.667	0.333	-0.667	-0.667	0.333	0.333	0.333	0.333	0.333	
12	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА#	-0.333	-0.333	0.667	-0.333	0.667	0.667	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333	
13	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	
14	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ#	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	-0.100	
15	СЛИНОТЕЧЕНИЕ-	0.333	0.333	0.667	0.333	0.333	-0.667	0.333	-0.667	0.333	0.333	0.333	
16	СЛИНОТЕЧЕНИЕ#	-0.333	-0.333	0.667	-0.333	-0.333	0.667	-0.333	0.667	-0.333	-0.333	-0.333	
17	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	-0.633	-0.633	-0.633	0.367	0.367	0.367	
18	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ#	-0.367	-0.367	-0.367	-0.367	-0.367	0.633	0.633	0.633	-0.367	-0.367	-0.367	
19	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-	0.633	0.633	-0.367	-0.367	-0.367	-0.367	-0.367	0.633	-0.367	0.633	0.633	
20	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА#	-0.633	-0.633	0.367	0.367	0.367	0.367	0.367	-0.633	0.367	-0.633	-0.633	

Необходимо обратить внимание на то, что весовые коэффициенты в моделях системы Эйдос-Х++, созданные на основе исходных данных, отличаются друг от друга, в частности в интеллектуальных моделях в общем случае отличаются не только весами, но и знаками весовых коэффициентов (например, в приведенных моделях INF1– количество знаний по А.Харкевичу и INF3 – Хи-квадрат).

Базы знаний, представленные в таблицах 4, 5, 6, имеют декларативную форму и содержат $30 \times 34 = 1020$ элементов, отражающих силу и направление причинно-следственной связи между значениями факторов и градациями классификационных шкал, которые могут быть представлены в продукционной форме в виде 1020 продукций вида: «Если то». Это количество продукций близко к максимальному пределу для большинства систем искусственного интеллекта, основанного на классических продукциях с Аристотелевской логикой «истина-Ложь». Это связано с тем, что «При большом числе продукций в продукционной модели усложняется проверка непротиворечивости системы продукций, т.е. множества правил. Поэтому число продукций, с которыми работают современные системы ИИ, как правило, не превышают тысячи»². Однако в системе «Эйдос» используются нечеткие продукции с переменной степенью истинности импликаций. Поэтому в системе «Эйдос» нет проблемы, с которыми сталкиваются экспертные системы, состоящей в необходимости проверки непротиворечивости системы продукций, и они все учитываются в интегральном критерии со своей степенью истинности.

В результате, как показали численные эксперименты, в текущей версии системы «Эйдос-Х++» может быть до $10000 \times 10000 = 100000000$ нечетких продукций, что примерно в **100000 раз больше**, чем в самых мощных экспертных системах с продукционными моделями. Даже если бы продук-

² См., например: <http://prof9.narod.ru/doc/016/index.html>

ционные модели такой мощности было бы возможно реализовать, то для их работы были бы необходимы суперкомпьютеры. Декларативные же базы знаний системы «Эйдос» служат лишь основой для решения различных задач идентификации (прогнозирования), принятия решений и исследования предметной области, которые на продукционных моделях такой размерности, по-видимому, невозможно решать и на суперкомпьютерах.

Очевидно, что знания такого объема и детализации невозможно получить от экспертов по ряду причин, среды которых основными являются следующие:

1. Большинство экспертов пользуются знаниями в слабо формализованной форме, т.е. интуитивными невербализованными знаниями, основанными на опыте и профессиональной компетенции. Повышение степени формализации этих знаний до уровня, позволяющего внести их в компьютерные базы знаний, представляет собой большую проблему, чаще всего неразрешимую для эксперта, которые являясь экспертами в своей профессиональной области при этом обычно не имеют подготовки инженера по знаниям (когнитолога). Кроме того известно, что при любой формализации происходит необратимая потеря адекватности знаний. Даже начальный этап формализации: вербализация требует больших усилий, труда, времени и еще *таланта* писателя, хотя вербализации совершенно недостаточна для внесения в компьютерные базы знаний, т.е. для этого требуется более высокий уровень формализации.

2. На практике могут встречаться такие мотивы принятия решений, которые эксперт не просто не станет вербализовать, т.к. они *предосудительны* и вместо истинных мотивов и знаний сообщит неистинные.

3. Часто эксперт осознает процесс получения знаний от него и их формализации как процесс *отчуждения* от него тех знаний, которые он добывал всю профессиональную жизнь и на владении которыми основано его материальное, профессиональное и социальное благополучие. Поэтому он отрицательно относится к самой идее извлечения из него профессиональных знаний и придания им такой формы, в которой они могли бы быть включены в компьютерные базы знаний систем искусственного интеллекта, обобществлены и стать общим достоянием. Сами же системы искусственного интеллекта и специалистов в этой области он рассматривает как представляющих угрозу его благополучию.

По этим причинам *эксперты часто не могут и не хотят делиться своими знаниями*, и даже если они настроены доброжелательно это не всегда получается качественно.

В системе же «Эйдос» все эти проблемы вообще не возникают, т.к. степень истинности импликаций нечетких продукций, представленных в декларативной форме, вычисляется автоматически *непосредственно на основе эмпирических данных* без участия экспертов.

На четвертом этапе определяется наиболее достоверная модель и назначается текущей для дальнейшего применения.

Шаг 1-й. Из режима 4.1.3.6 видно (см. рисунок 11), что наивысшей достоверностью идентификации и не идентификации обладает модель Inf3 с частными критериями, приведенными в таблице 6 и интегральным критерием «сумма знаний», описанным выше.

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Число уровней сходства (SFP)	Средняя модульная точность (SF)	Точность модели	Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко	Средний модульный сходство истинно-полож. решений	Средний модульный сходство истинно-отрицат. решений	Средний модульный сходство ложно-полож. решений	Средний модульный сходство ложно-отрицат. решений	A-Точность модели APrecision = ATR/ATP	A-Полнота модели APRecall = ATR/ATP	L2-мера проф. Е.В.Луценко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."	Корреляция абс частот с обр...	203.647	0.128	1.000	0.228	1.000	0.300	0.125	0.769	1.000	0.869	0.869	
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "класс..."	Сумма абс частот по признак...	24.824	0.054	1.000	0.103	1.000	0.603	0.624	0.624	1.000	0.768	0.768	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность н/о признака сред...	Корреляция усл.отн частот с о...	203.647	0.128	1.000	0.228	1.000	0.300	0.125	0.769	1.000	0.869	0.869	
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность н/о признака сред...	Сумма усл.отн частот по признак...	24.824	0.054	1.000	0.103	1.000	0.603	0.624	0.624	1.000	0.768	0.768	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность н/о признака...	Корреляция усл.отн частот с о...	203.647	0.128	1.000	0.228	1.000	0.300	0.125	0.769	1.000	0.869	0.869	
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность н/о признака...	Сумма усл.отн частот по признак...	24.824	0.054	1.000	0.103	1.000	0.603	0.624	0.624	1.000	0.768	0.768	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Семантический резонанс зна...	61.535	0.307	1.000	0.470	0.910	0.208	0.250	0.814	1.000	0.897	0.897	
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Сумма знаний	227.529	0.073	1.000	0.136	0.599	0.262	0.262	0.696	1.000	0.821	0.821	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Семантический резонанс зна...	61.535	0.307	1.000	0.470	0.910	0.208	0.250	0.814	1.000	0.897	0.897	
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по АХаркевичу: в...	Сумма знаний	227.529	0.073	1.000	0.136	0.599	0.262	0.262	0.696	1.000	0.821	0.821	
6. INF3 - частный критерий: Хинвадар, разности между факти...	Семантический резонанс зна...	86.239	0.250	1.000	0.401	0.961	0.218	0.221	0.815	1.000	0.898	0.898	
6. INF3 - частный критерий: Хинвадар, разности между факти...	Сумма знаний	60.227	0.260	1.000	0.412	0.704	0.152	0.172	0.822	1.000	0.902	0.902	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Семантический резонанс зна...	40.165	0.363	1.000	0.533	0.764	0.202	0.276	0.791	1.000	0.883	0.883	
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Сумма знаний	50.357	0.097	1.000	0.160	0.477	0.173	0.173	0.734	1.000	0.847	0.847	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Семантический резонанс зна...	40.165	0.363	1.000	0.533	0.764	0.202	0.276	0.791	1.000	0.883	0.883	
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веро...	Сумма знаний	50.357	0.097	1.000	0.160	0.477	0.173	0.173	0.734	1.000	0.847	0.847	
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Семантический резонанс зна...	89.936	0.250	1.000	0.401	0.935	0.211	0.217	0.816	1.000	0.899	0.899	
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Сумма знаний	395.511	0.067	1.000	0.125	0.704	0.340	0.217	0.674	1.000	0.806	0.806	
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Семантический резонанс зна...	89.936	0.250	1.000	0.401	0.935	0.215	0.213	0.813	1.000	0.897	0.897	
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер...	Сумма знаний	395.511	0.067	1.000	0.125	0.704	0.340	0.213	0.674	1.000	0.806	0.806	

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.
Предположим, 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 отнесенного 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 бесполезен, поэтому он и назван мной псевдопрогнозом.

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что не выпадет: 1, 2, 3, 4, 5 и 6, а что-то 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 предсказания хорошо оправдываются 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 игровального 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 осуществиться, т.к. варианты выпадения кубика альтернативны, т.е. не может выпасть одновременно 1, и 2. Поэтому у реального прогноза всегда будет определенная ошибка идентификации. Соответственно, если не осуществится один или несколько из прогнозируемых вариантов, то возникнет и ошибка не идентификации, т.к. это не прогнозировалась 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, к 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.Луценко в 1994 году. Эта мера достоверности модели предполагает два варианта нормировки: {-1, +1} и {0, 1}:

$$L1 = \frac{(TP + TN - FP - FN)}{(TP + TN + FP + FN)} \quad (\text{нормировка: } \{-1, +1\})$$

$$L2 = \frac{(1 + (TP + TN - FP - FN))}{(1 + (TP + TN + FP + FN))} \quad (\text{нормировка: } \{0, 1\})$$

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):
 $F\text{-мера} = 2 * (\text{Precision} * \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$
 Precision = TP / (TP + FP) - точность модели;
 Recall = TP / (TP + FN) - полнота модели;

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

L2-мера проф.Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):
 $L2\text{-мера} = 2 * (\text{APrecision} * \text{ARecall}) / (\text{APrecision} + \text{ARecall})$
 APrecision = ATP / (ATP + AFP) - точность с учетом средних уровней сходства;
 ARecall = ATP / (ATP + AFN) - полнота с учетом средних уровней сходства;
 ATP = STP / TP - Среднее модулей сходства истинно-положительных решений; AFP = SFN / FN - Среднее модулей сходства истинно-отрицательных решений;
 ATR = SFP / FP - Среднее модулей сходства ложно-положительных решений; AFN = SFN / FN - Среднее модулей сходства ложно-отрицательных решений.

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

Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е.В. Луценко // Политматематический 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.

Рисунок 11. Данные о достоверности статистических моделей и моделей знаний системы Эйдос-Х++ в созданном интеллектуальном приложении

Для пояснения на рисунке 11 приведен Help данного режима:
 На рисунке 12 приведено Частотное распределение уровней сходства-различия объектов с классами в наиболее достоверной модели INF3:

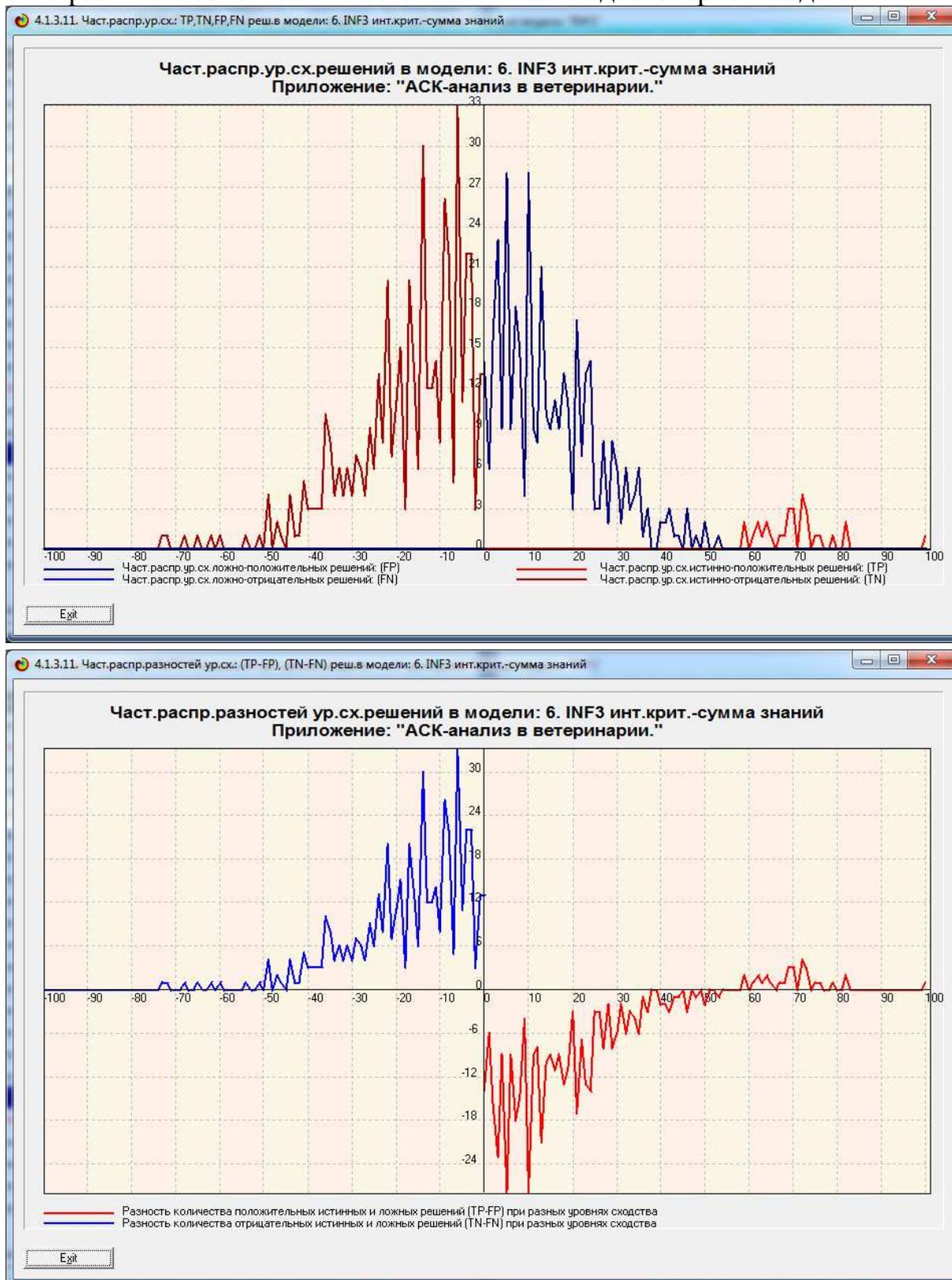


Рисунок 12. Частотное распределение уровней сходства-различия объектов с классами в наиболее достоверной модели INF3

Из этого рисунка видно, что:

- отрицательные решения (т.е. решения о непринадлежности объекта к классу) всегда истинные;
- положительные решения (т.е. решения о принадлежности объекта к классу) с уровнями сходства ниже 55% всегда ложные;
- положительные решения с уровнями сходства выше 55% всегда истинные.

При этом чем выше уровень сходства, тем выше вероятность истинной классификации. Все это вполне разумные результаты.

Шаг 2-й. Модель, показавшая наивысшую достоверность (см. рисунок 11) принимается текущей, для чего применяется режим 5.6 (рисунки 13 и 14):

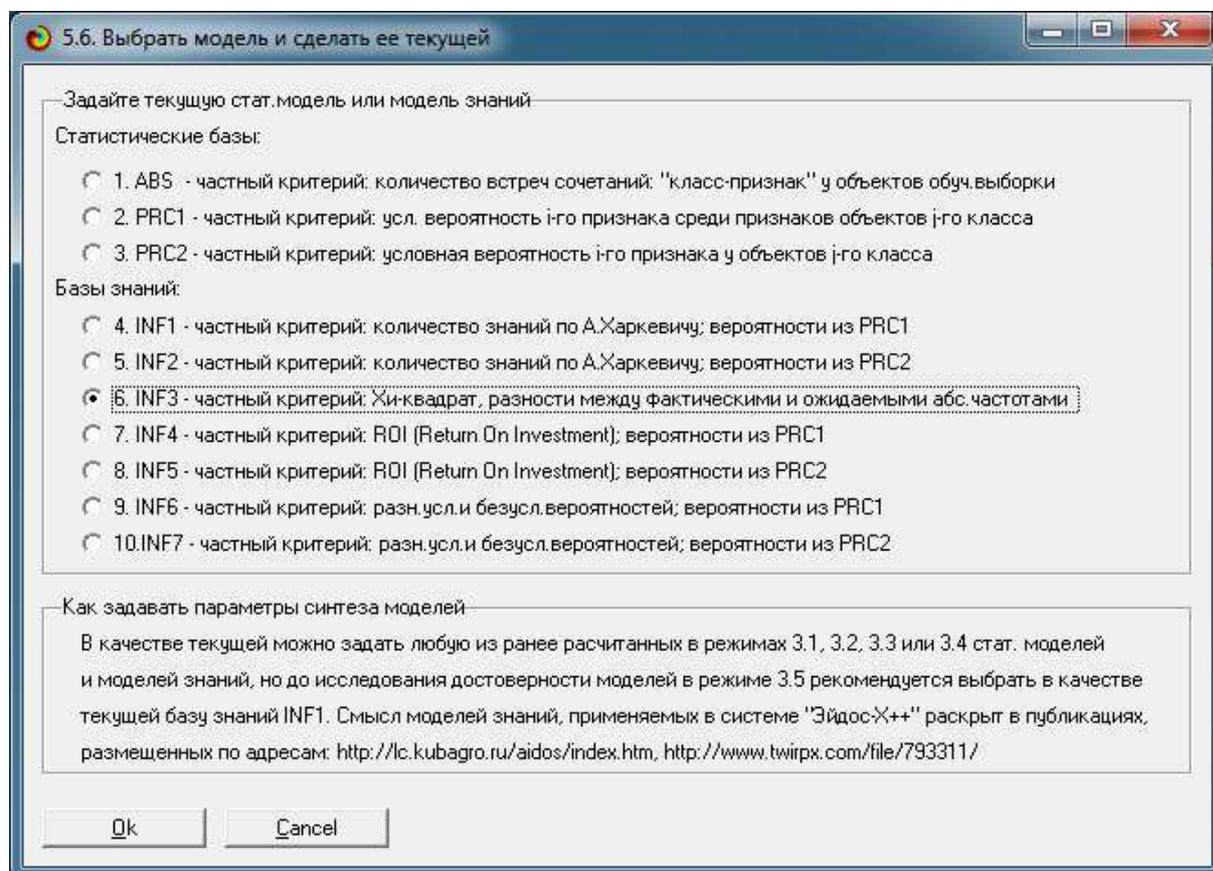


Рисунок 13. Окно режима 5.6 задания в качестве текущей модели, показавшей наивысшую достоверность

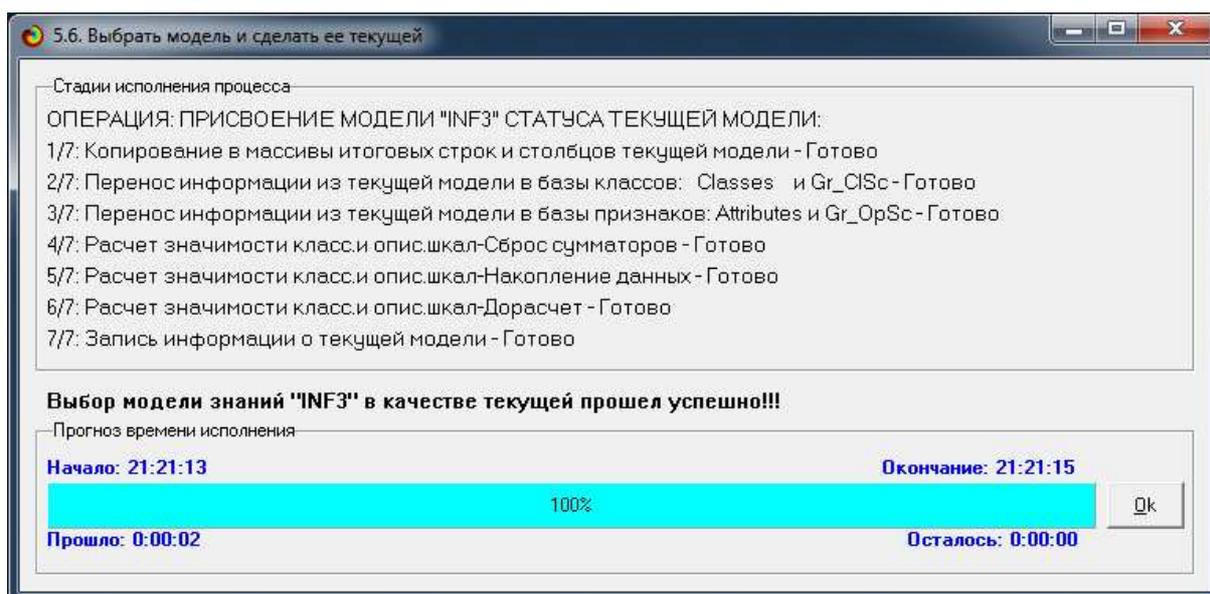


Рисунок 14. Окно отображения стадии исполнения режима 5.6, задания в качестве текущей модели, показавшей наивысшую достоверность

Шаг 3-й. Распознавание в наиболее достоверной модели проводится в режиме 4.1.2 (рисунок 15):

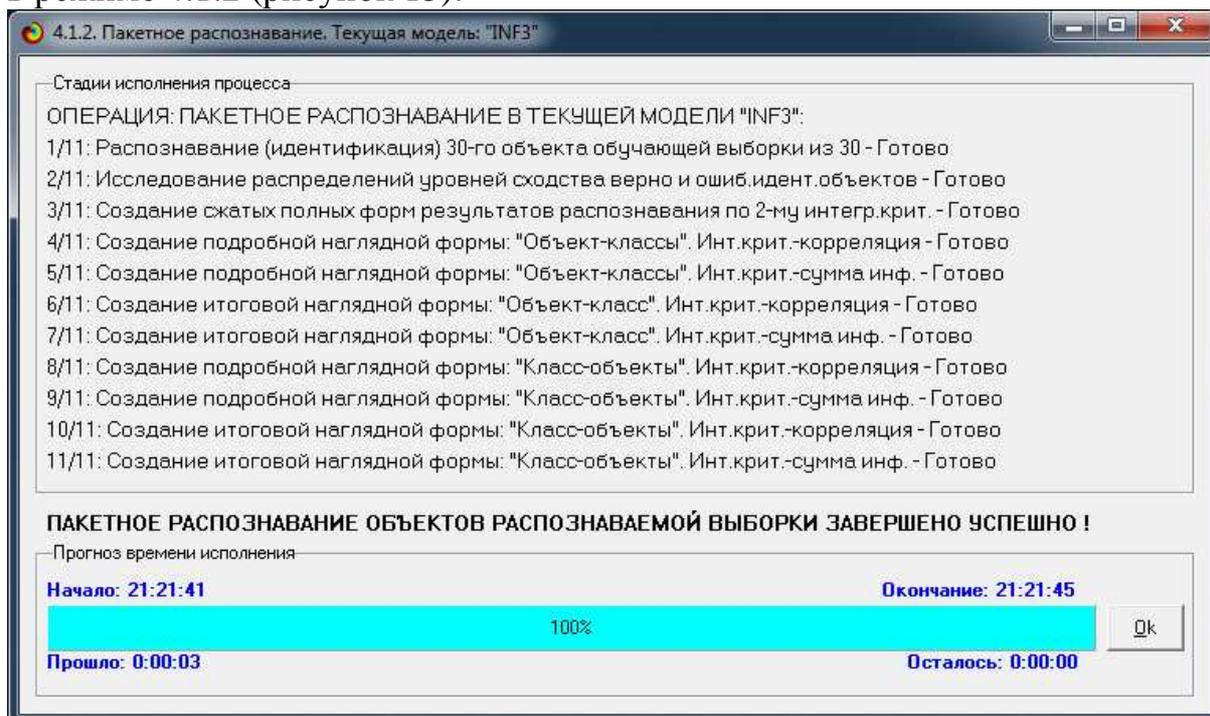


Рисунок 15. Окно отображения стадии исполнения режима 5.6, задания в качестве текущей модели, показавшей наивысшую достоверность

Результаты контрольного распознавания отображаются в режиме 4.1.3.1 (рисунки 16), а также в ряде других режимов:

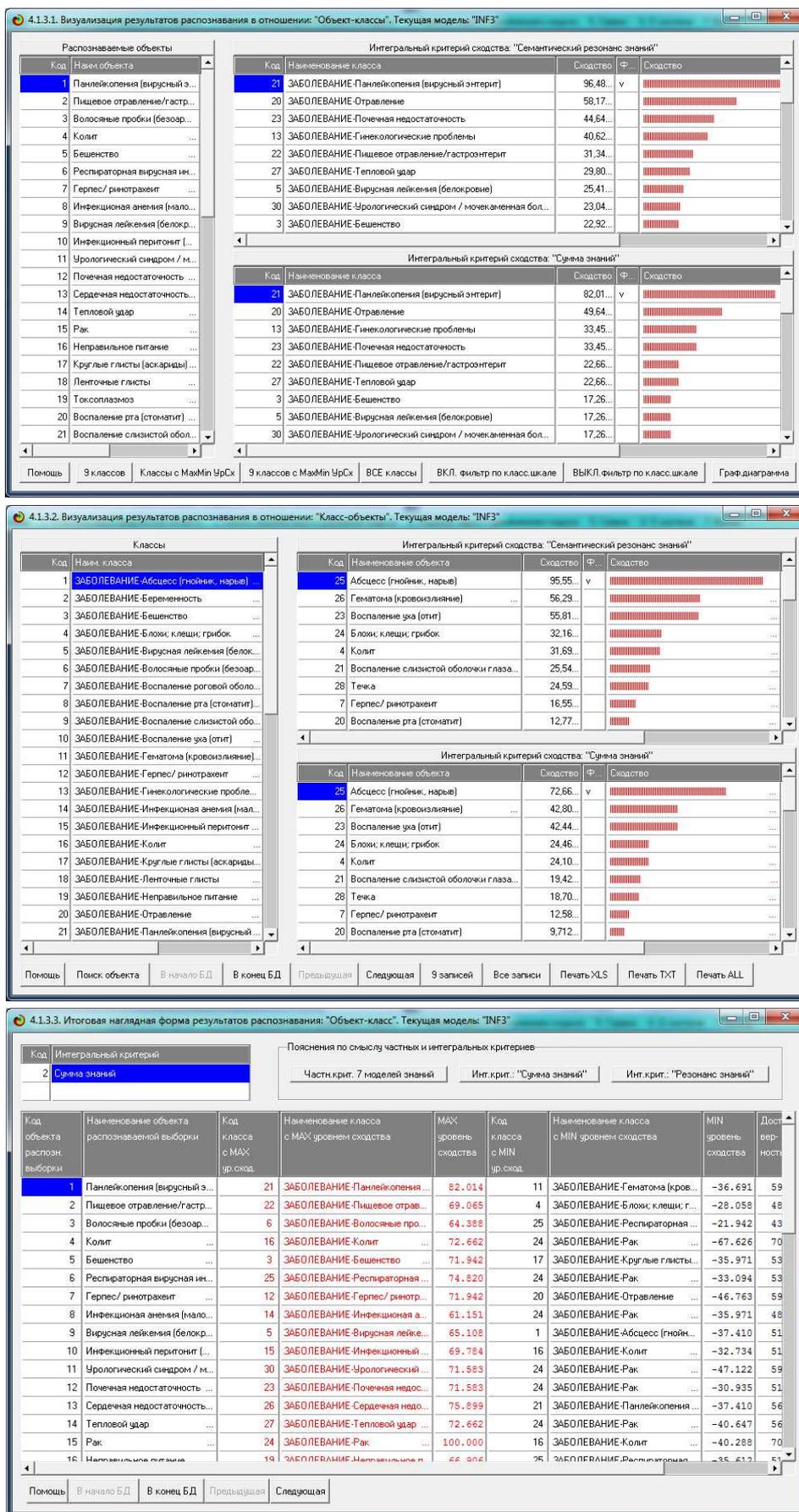


Рисунок 16. Экранные формы по результатам идентификации

Красным цветом показаны ситуации, наступление которых прогнозируется, **синим цветом** – наступление которых не прогнозируется, при этом оценка достоверности прогноза дается величиной столбика гистограммы. «Птичками» отмечены верные прогнозы.

Из рисунка 11 и рисунков 16 видно, что в наиболее достоверной модели INF3 все диагнозы однозначно идентифицируются своими описаниями, но с разной степенью обусловленности.

На пятом этапе решаются задачи диагностики, т.е. постановки диагноза по конкретной симптоматике, а также задача выработки рекомендаций.

Шаг 1-й. Подготовка и ввод данных для диагностики.

Есть два варианта подготовки и ввода в систему исходных данных для тестирования:

1. Ввод в Excel-файл с абсолютно такой же структурой (даже с колонкой для классов, хотя она и не используется), как представленный в таблице 1, но с именем Inp_rasp.xls и информацией не о симптоматике заболеваний, а о тестируемых животных (рисунок 17). В этом случае для ввода данных в систему используется тот же самый программный интерфейс, что и для ввода обучающей выборки: режима 2.3.2.2, со всеми теми же самыми опциями, кроме одной: надо задать: «Генерация распознаваемой выборки (на основе Inp_rasp)» (рисунок 18).

2. Ввод данных непосредственно в систему в режиме 4.1.1 (рисунок 19).

Объект	Заболевание	Рвота	Диарея(понос)	Запор	Кровь в кале	Отсутствие аппетита	Чрезмерная жажда	Ненормальное мочеиспускание	Слюноотечение	Кашель и чихание	Выпучивание третьего века	Выделения из глаз	Выделения из ушей	Выделения из носа	Анальные выделения	Генитальные выделения	Обезвоживание	Потеря веса	Бледность десен	Затрудненное дыхание	Потеря сознания	Паралич	Внезапная смерть	Лихорадка(высокая температура)	Пониженная температура	Вздутие живота	Вздутие под кожей	Раздражение кожи	Поражение кожи/слизистых/роговицы	Потеря шерсти	Явная боль	Хромота	Ненормальное поведение	Шок	Отсутствие явных симптомов	
Мурка	Панлейкопения (вирусный энтерит)	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Барсик	Респираторная вирусная инфекция	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Пушок	Тепловой удар	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Котя	Блохи; клещи; грибок	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#

Рисунок 17. Excel-файл с распознаваемой выборкой

В нашем примере Excel-файл распознаваемой выборки получен из файла исходных данных, приведенного в таблице 2, путем удаления строк (клички животных условны).

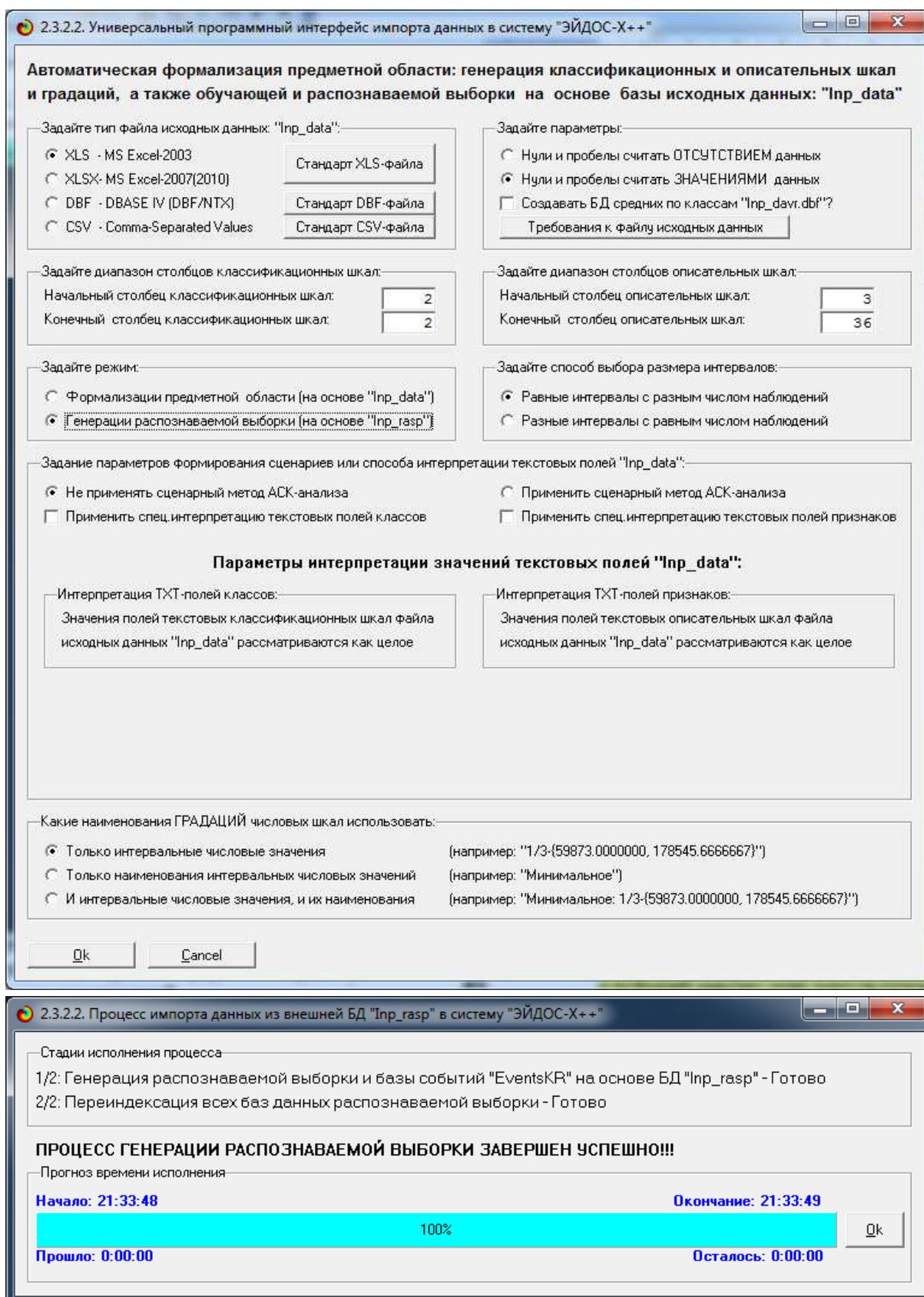


Рисунок 18. Вид первого окна программного интерфейса системы Эйдос-X++ с внешней базой данных 2.3.2.2 с параметрами для ввода распознаваемой выборки

При вводе распознаваемой выборки используются ранее созданные классификационные и описательные шкалы и градации.

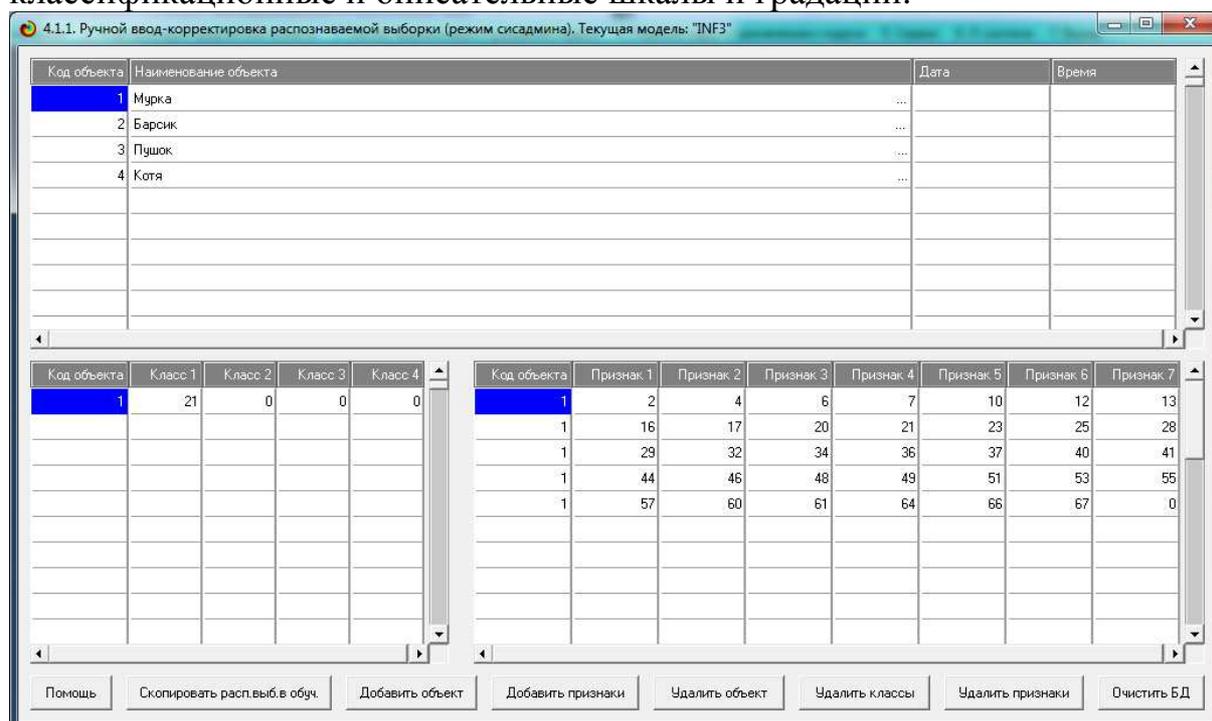


Рисунок 19. Экранная форма ручного ввода-корректировки распознаваемой выборки (вид режима администратора)

Шаг 2-й. Постановка диагноза.

По окончании ввода распознаваемой выборки в режиме 4.1.2 системы Эйдос-Х++ проводится само тестирование (распознавание, идентификация) респондентов. На рисунке 20 приведена экранная форма отображения стадии процесса тестирования после его окончания:

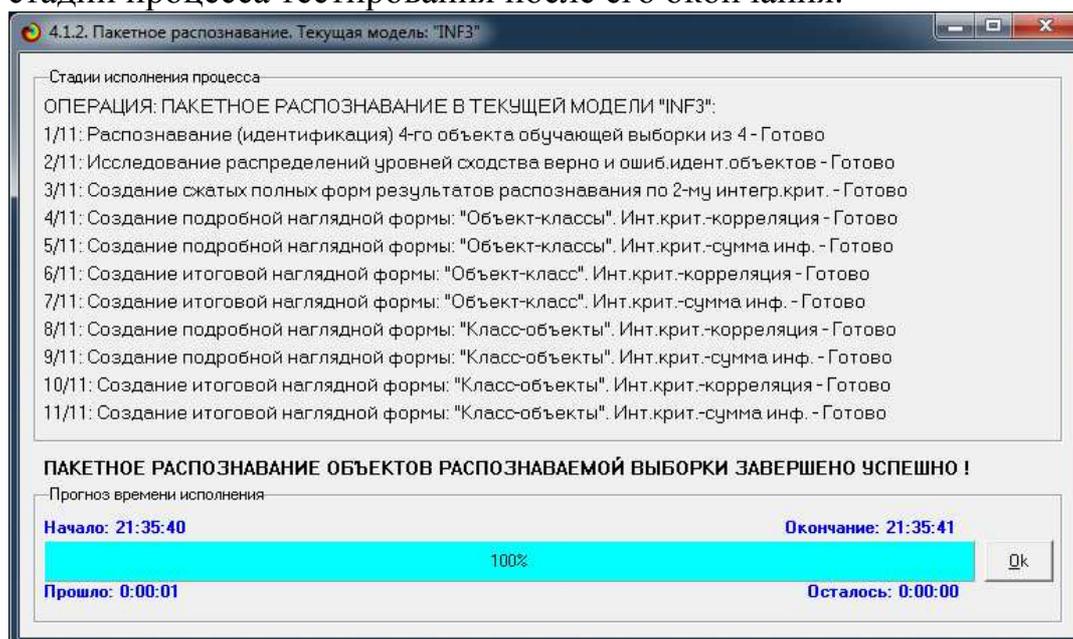
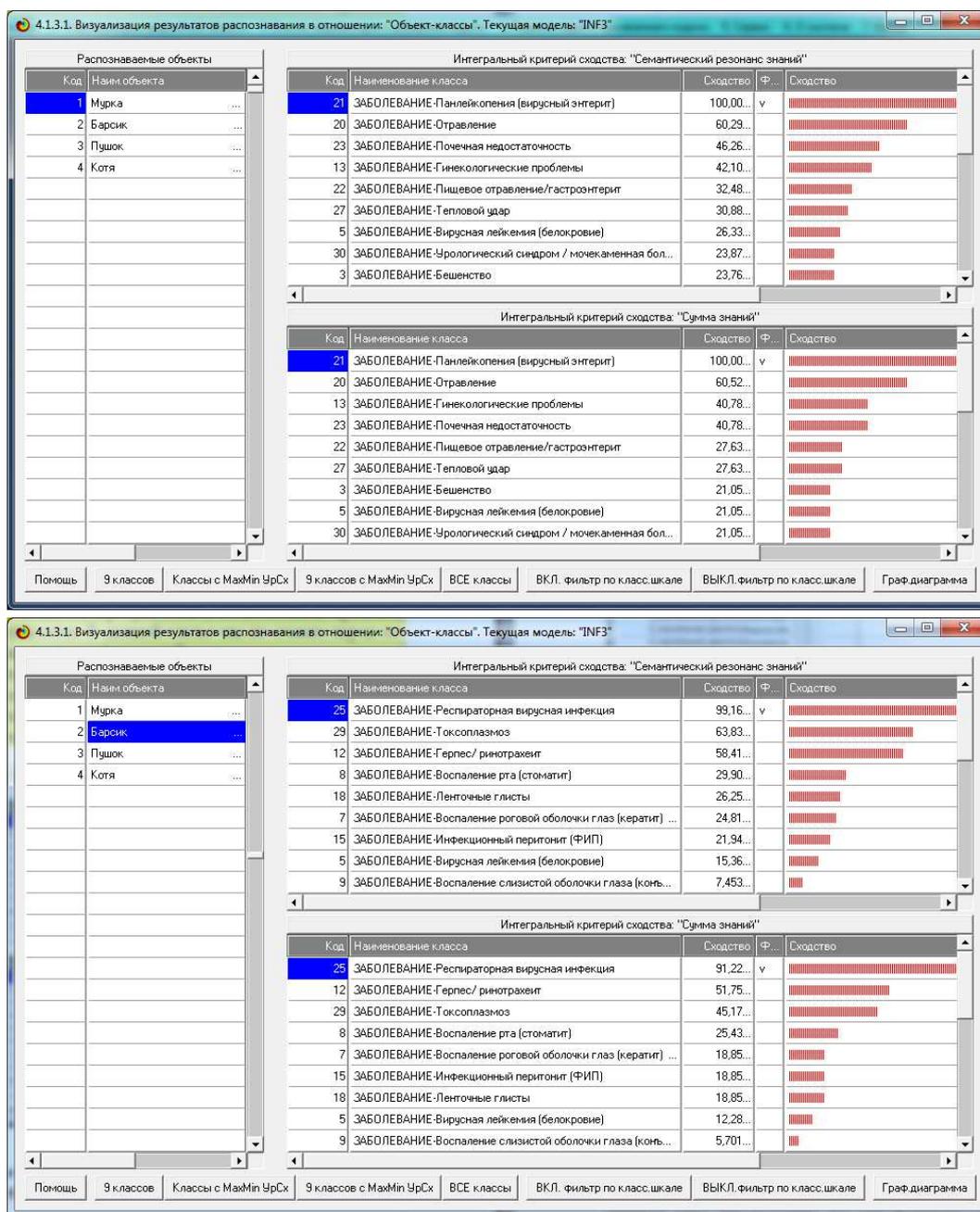


Рисунок 20. Экранная форма отображения стадии исполнения процесса идентификации объектов распознаваемой выборки

Шаг 3-й. Отображение результатов диагностики и выработка рекомендаций по лечению.

Как видно из рисунка 20 в результате тестирования создается большое количество различных выходных форм, всесторонне с различной степенью детализации отражающих его результаты и позволяющих провести глубокий анализ этих результатов. В данной статье мы не ставим перед собой эту задачи и ограничимся двумя формами:

- отображающей сходство клинической картины конкретного пациента с обобщенными нозологическими образами (рисунок 21);
- отображающей сходство клинической картины различных пациентов с заданным нозологическим образом (рисунок 22).



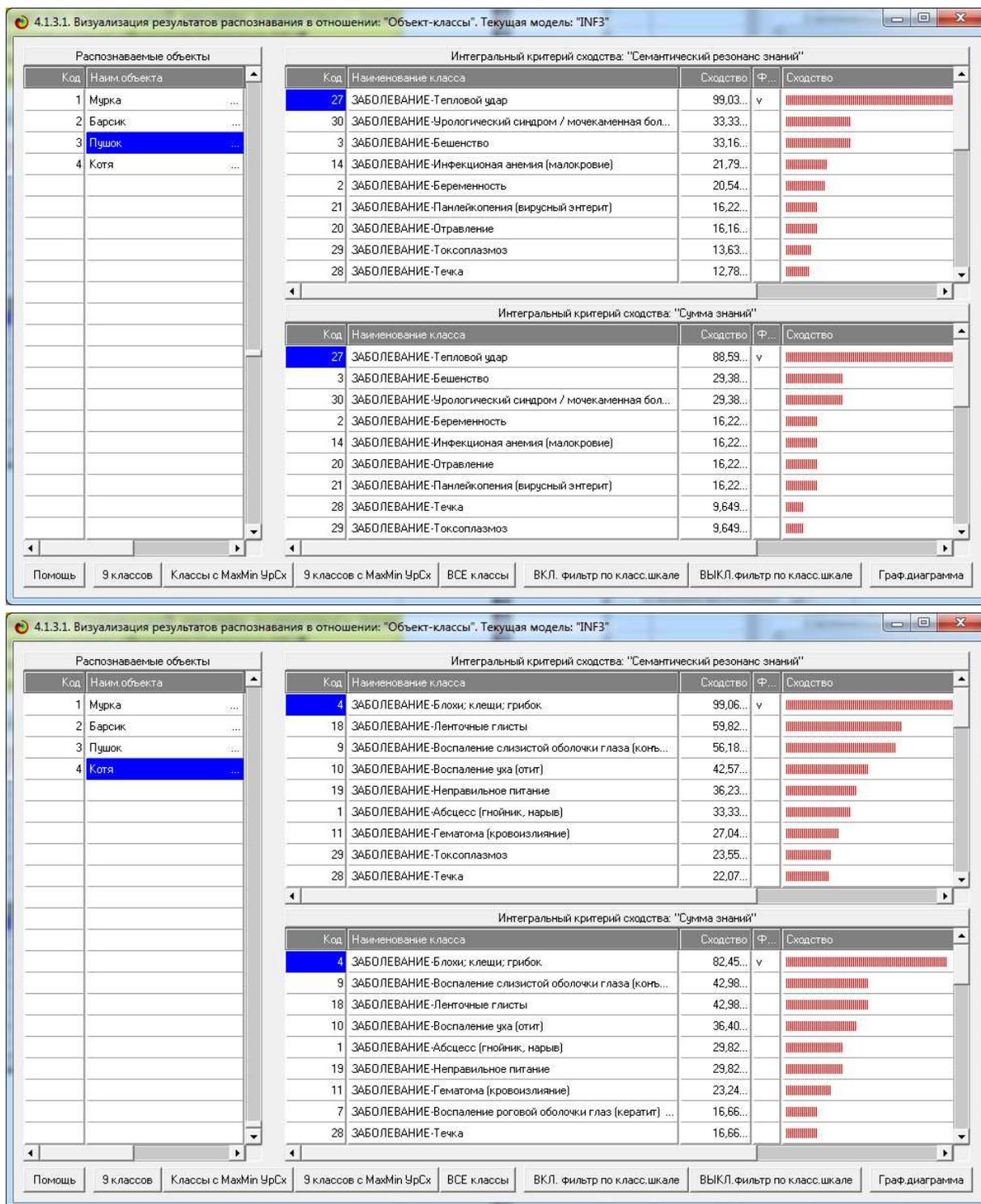


Рисунок 21. Экранная форма с результатами диагностики пациентов: «Мурка», «Барсик», «Пушок» и «Котя» (симптоматика из обучающей выборки)

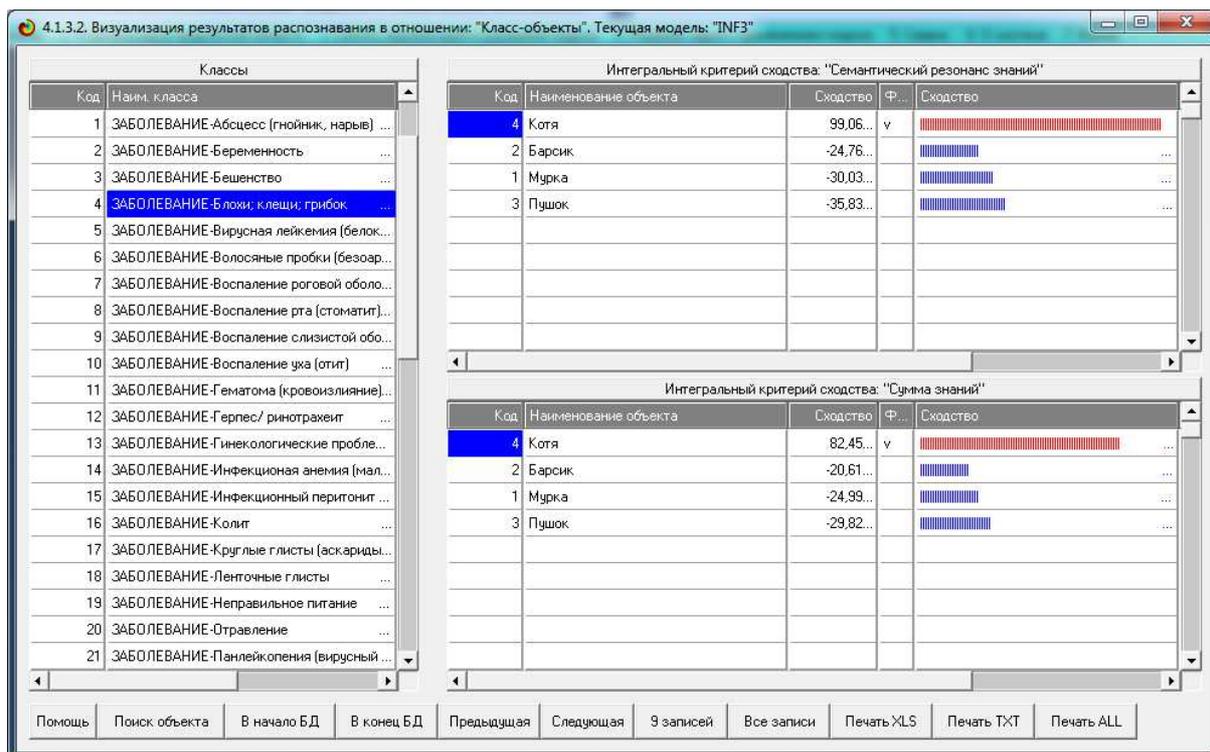


Рисунок 22. Экранная форма, отображающая сходство клинической картины различных пациентов с заданным нозологическим образом: «Беременность»

Данные, приведенные на рисунке 21 необходимы для индивидуальной консультации врача по лечению конкретных пациентов. Однако если пациентов много, то имеет смысл сделать их группировку по предполагаемому диагнозу и провести лечение по группам, т.к. для пациентов каждой групп рекомендации будут сходными (рисунок 22).

Шаг 4-й. Выработка рекомендаций по лечению осуществляется врачом-ветеринаром на основе своего опыта и профессиональной компетенции в соответствии с действующими в данной предметной области медицинскими стандартами.

В этой связи необходимо сделать три взаимосвязанных замечания.

1. Совершенно ясно, что интеллектуальная система, хотя и может создавать такое впечатление, что она принимает решение, но поскольку сама система не является субъектом гражданского и уголовного права, т.е. не является гражданином, то необходимо выражаться аккуратнее и говорить, что система не принимает решения, а лишь поддерживает принятие решений, т.е. облегчает их для человека путем создания более комфортной информационной среды для принятия решений человеком. Понятно, что и юридическая ответственность за принимаемые решения может распространяться только на человека.

2. Система не принимает решения, а лишь консультирует специалиста. Статус интеллектуальной системы – именно статус консультанта.

3. Но даже для придания системе статуса консультанта необходимо провести специальное юридически оформленное и имеющее соответствующие полномочия исследование того, в какой степени рекомендуемые системой решения лучше тех, которые бы принимались без системы экспертами неформализуемым путем на основе собственной интуиции и профессиональной компетенции. И если система создает преимущества в степени адекватности и других аспектов качества решений, то ей может быть официально придан статус консультирующей, после чего является корректным ее применение для тех целей, для которых она предназначена.

Понятно, что ворованные зарубежные разработки, нелокализованные и неадаптированные для России и предназначенные не для тех целей, для которых они фактически применяются в России, применяются совершенно некорректно и это вообще является профанацией всего этого научно-практического направления.

На шестом этапе осуществляется исследование предметной области путем исследования ее моделей. Исследование моделей предметной области можно корректно считать исследованием самой предметной области только в том случае, если модели достаточно достоверны. В нашем случае это именно так (см. рисунки 11, 12).

На этом этапе может быть (в частности) исследована:

1. Значимость симптомов для диагностики, т.е. ценность их для дифференциации пациентов по диагнозам.

2. Характерность симптомов для тех или иных заболеваний (информационные портреты SWOT-диаграммы классов-диагнозов).

3. Диагностический смысл симптомов, т.е. их смысловая характеристика или количество информации в симптомах о заболеваниях (информационные портреты и SWOT-анализ признаков).

4. Сходство-различие нозологических образов друг с другом по их симптоматике (кластерно-конструктивный анализ классов).

5. Сходство-различие симптомов по их диагностическому смыслу (кластерно-конструктивный анализ симптомов). Выявление синдромов (устойчивых комплексов симптомов, как правило встречающихся вместе и имеющих сходный диагностический смысл).

6. Нелокальные нейроны и нейронные сети.

7. Содержательное сравнение классов друг с другом.

8. Содержательное сравнение симптомов друг с другом.

9. Интегральные когнитивные карты.

10. Когнитивные функции.

Кратко рассмотрим эти возможности исследования предметной области путем исследования ее наиболее достоверной модели INF3.

Шаг 1-й. Значимость симптомов для диагностики, т.е. ценность их для дифференциации по диагнозам.

*Значимость или ценность симптома для диагностики тем выше, чем выше **вариабельность** количества информации в нем о принадлежности и непринадлежности пациента с этим симптомом к каждому из заболеваний. Вся эта информация представлена в таблице 10 и на рисунке 23.*

Таблица 10 – Ценность симптомов для диагностики в системно-когнитивной модели INF3

№	Код симптома	Наименование симптома	Код Шкалы	Значимость (%)
1	1	РВОТА-	1	1,7001259
2	2	РВОТА-#	1	1,7001259
3	33	ПОТЕРЯ ВЕСА-	17	1,7001259
4	34	ПОТЕРЯ ВЕСА-#	17	1,7001259
5	57	ПОТЕРЯ ШЕРСТИ-	29	1,7001259
6	58	ПОТЕРЯ ШЕРСТИ-#	29	1,7001259
7	59	ЯВНАЯ БОЛЬ-	30	1,7001259
8	60	ЯВНАЯ БОЛЬ-#	30	1,7001259
9	67	ОТСУТСТВИЕ ЯВНЫХ СИМПТОМОВ-	34	1,7001259
10	68	ОТСУТСТВИЕ ЯВНЫХ СИМПТОМОВ-#	34	1,7001259
11	63	НЕНОРМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ-	32	1,6963438
12	64	НЕНОРМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ-#	32	1,6963438
13	3	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-	2	1,6849458
14	4	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-#	2	1,6849458
15	37	ЗАТРЕДНЕННОЕ ДЫХАНИЕ-	19	1,6657765
16	38	ЗАТРЕДНЕННОЕ ДЫХАНИЕ-#	19	1,6657765
17	49	ВЗДУТИЕ ЖИВОТА-	25	1,6657765
18	50	ВЗДУТИЕ ЖИВОТА-#	25	1,6657765
19	17	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-	9	1,6385623
20	18	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-#	9	1,6385623
21	19	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-	10	1,6385623
22	20	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-#	10	1,6385623
23	35	БЛЕДНОСТЬ ДЕСЕН-	18	1,6385623
24	36	БЛЕДНОСТЬ ДЕСЕН-#	18	1,6385623
25	45	ЛИХОРАДКА(ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА)-	23	1,6385623
26	46	ЛИХОРАДКА(ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА)-#	23	1,6385623
27	47	ПОНИЖЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА-	24	1,6385623
28	48	ПОНИЖЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА-#	24	1,6385623
29	11	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-	6	1,6028941
30	12	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-#	6	1,6028941
31	15	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ-	8	1,6028941
32	16	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ-#	8	1,6028941
33	53	РАЗДРАЖЕНИЕ КОЖИ-	27	1,6028941
34	54	РАЗДРАЖЕНИЕ КОЖИ-#	27	1,6028941
35	39	ПОТЕРЯ СОЗНАНИЯ-	20	1,5581912
36	40	ПОТЕРЯ СОЗНАНИЯ-#	20	1,5581912
37	55	ПОРАЖЕНИЕ КОЖИ/СЛИЗИСТЫХ/РОГОВИЦЫ-	28	1,5036478
38	56	ПОРАЖЕНИЕ КОЖИ/СЛИЗИСТЫХ/РОГОВИЦЫ-#	28	1,5036478
39	5	ЗАПОР-	3	1,4381454
40	6	ЗАПОР-#	3	1,4381454
41	9	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-	5	1,4381454
42	10	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-#	5	1,4381454
43	31	ОБЕЗВОЖИВАНИЕ-	16	1,4381454
44	32	ОБЕЗВОЖИВАНИЕ-#	16	1,4381454
45	43	ВНЕЗАПНАЯ СМЕРТЬ-	22	1,4381454
46	44	ВНЕЗАПНАЯ СМЕРТЬ-#	22	1,4381454
47	21	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ГЛАЗ-	11	1,3601008
48	22	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ГЛАЗ-#	11	1,3601008
49	51	ВЗДУТИЕ ПОД КОЖЕЙ-	26	1,3601008
50	52	ВЗДУТИЕ ПОД КОЖЕЙ-#	26	1,3601008
51	65	ШОК-	33	1,3601008
52	66	ШОК-#	33	1,3601008
53	23	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УШЕЙ-	12	1,2671990
54	24	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УШЕЙ-#	12	1,2671990
55	29	ГЕНИТАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ-	15	1,2671990
56	30	ГЕНИТАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ-#	15	1,2671990
57	25	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ НОСА-	13	1,1558634
58	26	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ НОСА-#	13	1,1558634
59	41	ПАРАЛИЧ-	21	1,1558634
60	42	ПАРАЛИЧ-#	21	1,1558634
61	61	ХРОМОТА-	31	1,1558634
62	62	ХРОМОТА-#	31	1,1558634
63	13	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-	7	1,0200756
64	14	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-#	7	1,0200756
65	27	АНАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ-	14	1,0200756
66	28	АНАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ-#	14	1,0200756
67	7	КРОВЬ В КАЛЕ-	4	0,8481717
68	8	КРОВЬ В КАЛЕ-#	4	0,8481717

Из таблицы 10 видно, что симптомы имеют различную значимость, т.е. ценность, для диагностики. На рисунке 23 приведена Ценность симптомов для диагностики «нарастающим итогом» в системно-когнитивной модели INF4:

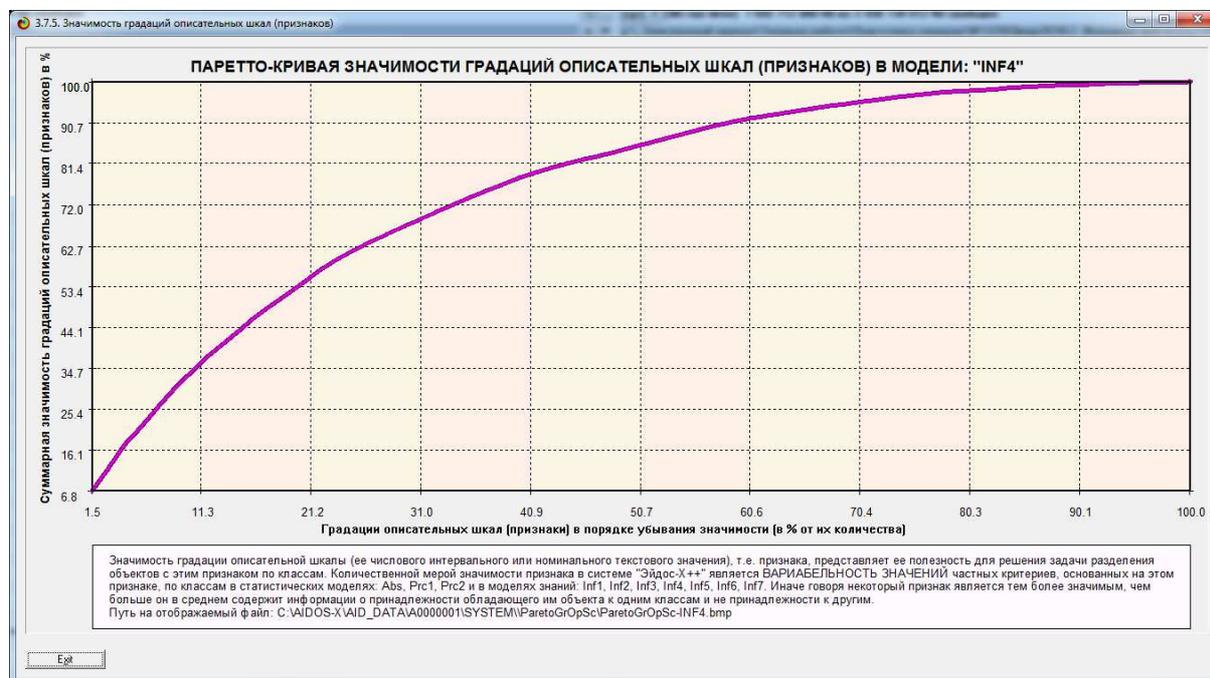


Рисунок 23. Ценность симптомов для диагностики «нарастающим итогом» в системно-когнитивной модели INF4

Из рисунка 23 видно, что 50% наиболее значимых симптомов обеспечивают около 83% суммарной ценности системы всех симптомов, а 50% суммарной ценности обеспечивают менее 20% наиболее ценных симптомов.

Ценностью диагностической шкалы будем считать среднее значимостей ее градаций (таблица 11):

Таблица 11 – Ценность описательных шкал для диагностики в системно-когнитивной модели INF3

№	Код шкалы	Наименование шкалы	Значимость (%)
1	1	РВОТА	3,4002517
2	17	ПОТЕРЯ ВЕСА	3,4002517
3	29	ПОТЕРЯ ШЕРСТИ	3,4002517
4	30	ЯВНАЯ БОЛЬ	3,4002517
5	34	ОТСУТСТВИЕ ЯВНЫХ СИМПТОМОВ	3,4002517
6	32	НЕНОРМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ	3,3926876
7	2	ДИАРЕЯ(ПОНОС)	3,3698917
8	19	ЗАТРУДНЕННОЕ ДЫХАНИЕ	3,3315530
9	25	ВЗДУТИЕ ЖИВОТА	3,3315530
10	9	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ	3,2771246
11	10	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА	3,2771246
12	18	БЛЕДНОСТЬ ДЕСЕН	3,2771246
13	23	ЛИХОРАДКА(ВЫСОКАЯ ТЕМПЕРАТУРА)	3,2771246
14	24	ПОНИЖЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА	3,2771246
15	6	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА	3,2057882
16	8	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ	3,2057882
17	27	РАЗДРАЖЕНИЕ КОЖИ	3,2057882
18	20	ПОТЕРЯ СОЗНАНИЯ	3,1163823
19	28	ПОРАЖЕНИЕ КОЖИ/СЛИЗИСТЫХ/РОГОВИЦЫ	3,0072956

20	3	ЗАПОР	2,8762909
21	5	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА	2,8762909
22	16	ОБЕЗВОЖИВАНИЕ	2,8762909
23	22	ВНЕЗАПНАЯ СМЕРТЬ	2,8762909
24	11	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ГЛАЗ	2,7202015
25	26	ВЗДУТИЕ ПОД КОЖЕЙ	2,7202015
26	33	ШОК	2,7202015
27	12	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УШЕЙ	2,5343980
28	15	ГЕНИТАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ	2,5343980
29	13	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ НОСА	2,3117267
30	21	ПАРАЛИЧ	2,3117267
31	31	ХРОМОТА	2,3117267
32	7	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ	2,0401513
33	14	АНАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ	2,0401513
34	4	КРОВЬ В КАЛЕ	1,6963435

Из таблицы 11 видно, что ценность диагностических шкал отличается примерно в 2 раза.

Шаг 2-й. Характерность симптомов для тех или иных заболеваний (информационные портреты SWOT-диаграммы классов-диагнозов).

Информационный портрет класса – это список факторов, ранжированных в порядке убывания силы их влияния на переход объекта управления в состояние, соответствующее данному классу. Информационный портрет класса отражает систему его детерминации. Генерация информационного портрета класса представляет собой решение обратной задачи прогнозирования, т.к. при прогнозировании по системе факторов определяется спектр наиболее вероятных будущих состояний объекта управления, в которые он может перейти под влиянием данной системы факторов, а в информационном портрете мы наоборот, по заданному будущему состоянию объекта управления определяем систему факторов, детерминирующих это состояние, т.е. вызывающих переход объекта управления в это состояние. В начале информационного портрета класса идут факторы, оказывающие положительное влияние на переход объекта управления в заданное состояние, затем факторы, не оказывающие на это существенного влияния, и далее – факторы, препятствующие переходу объекта управления в это состояние (в порядке возрастания силы препятствования). Информационные портреты классов могут быть отфильтрованы по диапазону факторов, т.е. мы можем отобразить влияние на переход объекта управления в данное состояние не всех отраженных в модели факторов, а только тех, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным описательным шкалам. Пример информационного портрета и SWOT-диаграммы класса (нозологического образа) «Беременность» в модели Inf3 (Chi-квадрат) приведен на рисунке 24:

4.2.1. Информационные портреты классов

Инф.портрет класса: 2 "ЗАБОЛЕВАНИЕ-Беременность" в модели: 6 "INF3"

Код	Наименование класса	Код	Наименование признака	Значимость
1	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Абсцесс (гнойник, нарыв) ...	19	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-	0.633
2	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Беременность ...	4	ДИАРЕЯ(ПОНОС)#	0.567
3	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Бешенство ...	2	РВОТА-#	0.500
4	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Блохи; клещи; грибок ...	17	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-	0.367
5	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Вирусная лейкемия (белокров...)	11	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-	0.333
6	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Волосяные пробки (безоары) ...	15	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ-	0.333
7	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Воспаление роговой оболочки ...	5	ЗАПОР-	0.233
8	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Воспаление рта (стоматит) ...	10	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-#	0.233
9	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Воспаление слизистой оболоч...	21	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ГЛАЗ-	0.200
10	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Воспаление уха (отит) ...	23	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УШЕЙ-	0.167
11	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Гематома (кровоизлияние) ...	13	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-	0.100
12	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Герпес/ ринотрахеит ...	7	КРОВЬ В КАЛЕ-	0.067
13	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Гинекологические проблемы ...	8	КРОВЬ В КАЛЕ-#	-0.067
14	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Инфекционная анемия (малокр...	14	НЕНОРМАЛЬНОЕ МОЧЕИСПУСКАНИЕ-#	-0.100
15	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Инфекционный перитонит (ФИ...	22	ВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ ГЛАЗ-#	-0.200
16	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Колит ...	6	ЗАПОР-#	-0.233
17	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Круглые глисты (аскариды) ...	9	ОТСУТСТВИЕ АППЕТИТА-	-0.233
18	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Ленточные глисты ...	12	ЧРЕЗМЕРНАЯ ЖАЖДА-#	-0.333
19	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Неправильное питание ...	16	СЛЮНОТЕЧЕНИЕ-#	-0.333
20	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Отравление ...	18	КАШЕЛЬ И ЧИХАНИЕ-#	-0.367
21	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Панлейкопения (вирусный энт...	1	РВОТА-	-0.500
22	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Пищевое отравление/гастроэн...	3	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-	-0.567
23	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Почечная недостаточность ...	20	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-#	-0.633

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 MS Excel Вкл. фильтр по фактору Выкл. фильтр по фактору Вписать в окно Показать ВСЕ

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

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Абсцесс (гнойник, нарыв) ...	0,4553715	34	3,3333333
2	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Беременность ...	0,4019851	34	3,3333333
3	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Бешенство ...	0,4509801	34	3,3333333
4	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Блохи; клещи; грибок ...	0,4236773	34	3,3333333
5	ЗАБОЛЕВАНИЕ-Вирусная лейкемия (белокровие)	0,4069056	34	3,3333333

SWOT-анализ класса: 2 "ЗАБОЛЕВАНИЕ-Беременность" в модели: 6 "INF3"

Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
30	ГЕНИТАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ-#	0.833
19	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-	0.633
48	ПОНИЖЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА-#	0.633
38	ЗАТРЕДНЕННОЕ ДЫХАНИЕ-#	0.600
50	ВЗДУТИЕ ЖИВОТА-#	0.600
4	ДИАРЕЯ(ПОНОС)#	0.567
64	НЕНОРМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ-#	0.533
2	РВОТА-#	0.500
33	ПОТЕРЯ ВЕСА-	0.500
58	ПОТЕРЯ ШЕРСТИ-#	0.500
59	ЯВНАЯ БОЛЬ-	0.500
68	ОТСУТСТВИЕ ЯВНЫХ СИМПТОМОВ-#	0.500

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
28	ГЕНИТАЛЬНЫЕ ВЫДЕЛЕНИЯ-	-0.833
47	ПОНИЖЕННАЯ ТЕМПЕРАТУРА-	-0.633
20	ВЫПЯЧИВАНИЕ ТРЕТЬЕГО ВЕКА-#	-0.633
49	ВЗДУТИЕ ЖИВОТА-	-0.600
37	ЗАТРЕДНЕННОЕ ДЫХАНИЕ-	-0.600
3	ДИАРЕЯ(ПОНОС)-	-0.567
63	НЕНОРМАЛЬНОЕ ПОВЕДЕНИЕ-	-0.533
67	ОТСУТСТВИЕ ЯВНЫХ СИМПТОМОВ-	-0.500
60	ЯВНАЯ БОЛЬ-#	-0.500
57	ПОТЕРЯ ШЕРСТИ-	-0.500
34	ПОТЕРЯ ВЕСА-#	-0.500
1	РВОТА-	-0.500

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Нейрон SWOT-диаграмма Интегральная когнитивная карта

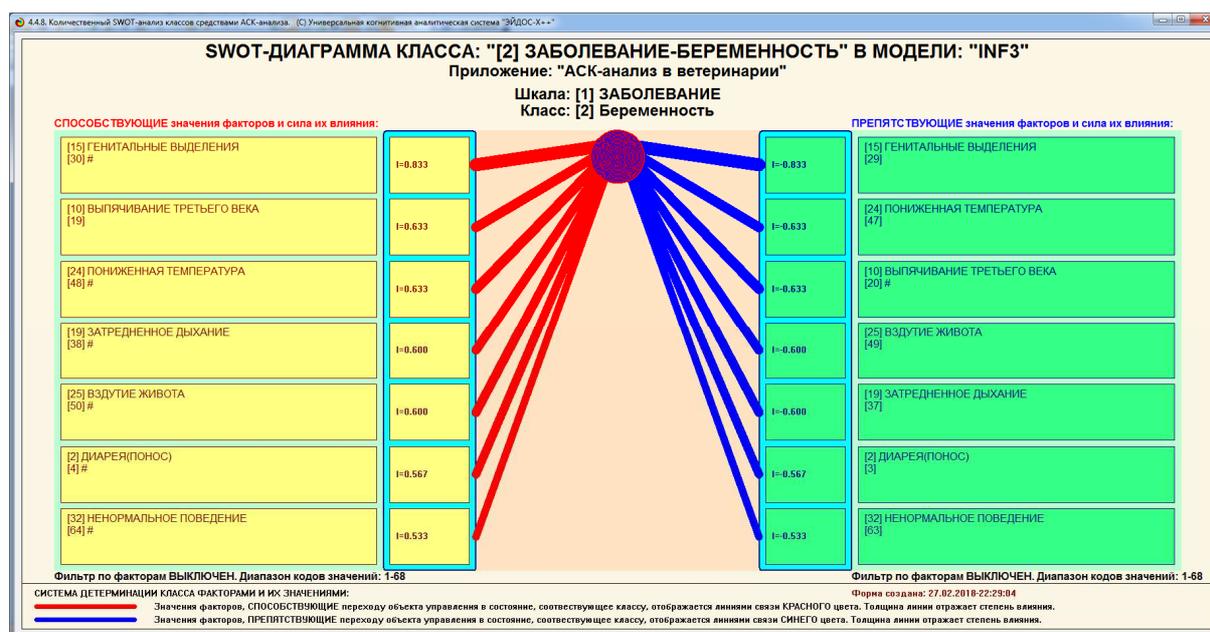


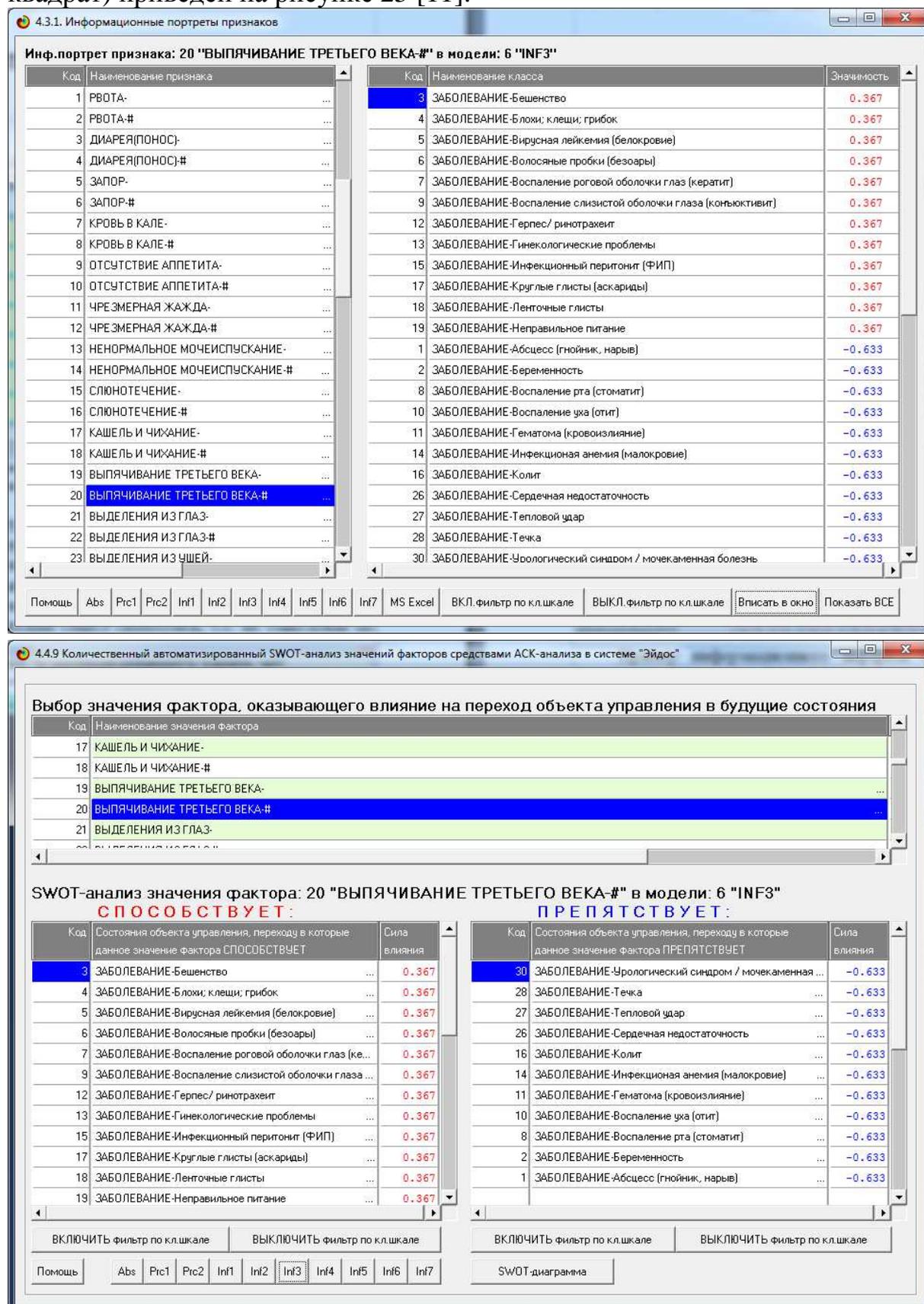
Рисунок 24. Пример информационного портрета и SWOT-диаграммы класса (нозологического образа) «Беременность» в модели Inf3 (Хи-квадрат)

Если сравнить оценку характерности симптомов в системе Эйдос-Х++ на рисунке 24 по этому нозологическому образу и в таблице 1, с информацией с сайта [6], то мы увидим высокое соответствие их друг другу. Из этого можно сделать вывод, что система «Эйдос» сама может определять характерность симптомов.

Шаг 3-й. Диагностический смысл симптомов, т.е. их смысловая характеристика или количество информации в симптомах о заболеваниях (информационные портреты и SWOT-анализ признаков).

Информационный (семантический) портрет значения фактора (симптома) – это список классов, ранжированный в порядке убывания силы влияния данного фактора на переход объекта управления в состояния, соответствующие данным классам. Информационный портрет фактора называется также его *семантическим портретом*, т.к. в соответствии с концепцией смысла системно-когнитивного анализа, являющейся обобщением концепции смысла Шенка-Абельсона, *смысл фактора состоит в том, какие будущие состояния объекта управления он детерминирует*. Сначала в этом списке идут состояния объекта управления, на переход в которые данный фактор оказывает наибольшее влияние, затем состояния, на которые данный фактор не оказывает существенного влияния, и далее состояния – переходу в которые данный фактор препятствует. Информационные портреты факторов могут быть *отфильтрованы* по диапазону классов, т.е. мы можем отобразить влияние данного фактора на переход объекта управления не во все возможные будущие состояния, а только в состояния, коды которых попадают в определенный диапазон, например, относящиеся к определенным классификационным шкалам.

Пример информационного портрета и инвертированной SWOT-диаграммы симптома: «Выпячивание третьего века» в модели Inf3 (Хи-квадрат) приведен на рисунке 25 [11]:



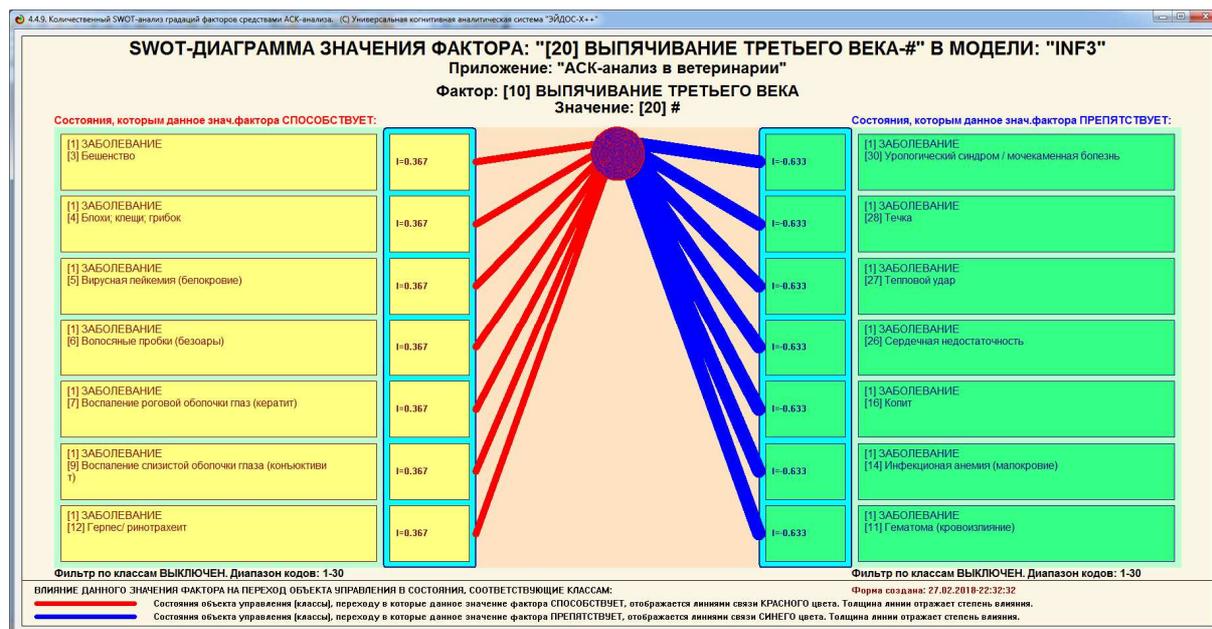


Рисунок 25. Пример информационного портрета и инвертированной SWOT-диаграммы симптома: «Выпячивание третьего века» в модели Inf3 (Хи-квадрат)

Шаг 4-й. Сходство-различие нозологических образов друг с другом по их симптоматике (кластерно-конструктивный анализ классов).

В таблице 12 приведена матрица сходства-различия нозологических образов в модели INF3, фрагмент которой в графической форме показан на рисунке 26:

Таблица 12 – Матрица сходства-различия нозологических образов в модели INF3

№	Наименование заболевания	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20	N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30
1	Абсцесс (поянник, нарыв)	100	-22	6	38	-52	-22	17	17	34	62	63	20	-33	-28	-20	35	-27	13	-9	-47	-35	-36	-31	-11	-19	3	-15	33	-6	-10
2	Беременность	-22	100	-31	-14	27	8	-25	-20	-5	-2	-1	31	19	22	24	-13	16	-11	20	1	-28	6	-23	-4	-26	-0	11	13	-13	18
3	Бешенство	6	-31	100	-17	-46	2	7	-7	8	24	9	-3	-0	-38	-29	13	-50	3	-34	23	23	-15	-11	5	1	-4	35	7	-17	12
4	Блохи, клещи, грибок	38	-14	-17	100	-12	-31	9	-6	46	43	28	14	-13	-2	-29	15	12	43	33	-43	-30	-46	-10	-6	-27	-3	-39	9	4	-33
5	Вирусная лейкемия (белокровие)	-52	27	-46	-12	100	9	-42	-35	-41	-51	-34	-30	35	62	42	-44	34	-10	21	31	16	24	43	10	7	1	-20	-43	9	-14
6	Волосяные пробки (безоары)	-22	8	2	-31	9	100	-6	15	-24	-19	-18	-15	4	2	7	-30	16	-11	20	16	1	75	-7	21	-26	-16	-22	-26	-13	-15
7	Воспаление роговой оболочки глаз (кератит)	17	-25	7	9	-42	-6	100	56	60	3	4	24	-38	-32	-23	42	-13	-5	-29	-24	-25	-6	-19	-38	11	-12	-17	40	15	7
8	Воспаление рта (стоматит)	17	-20	-7	-6	-35	15	56	100	21	5	5	39	-46	-8	-34	24	-10	-2	-40	-34	-34	12	-31	-10	27	6	-13	20	16	-7
9	Воспаление слизистой оболочки глаза (конъюнктивит)	34	-5	8	46	-41	-24	60	21	100	21	22	42	-37	-31	-39	42	5	37	9	-39	-39	-41	-19	-51	-5	-27	-17	40	-6	-10
10	Воспаление уха (отит)	62	-2	24	43	-51	-19	3	5	21	100	53	-6	-17	-26	-33	40	-25	36	-6	-46	-34	-35	-45	-21	-17	-8	2	38	-3	-7
11	Гематома (кровозлияние)	63	-1	9	28	-34	-18	4	5	22	53	100	-6	-45	-7	-33	25	-24	36	-6	-46	-46	-34	-14	-32	-2	21	3	21	-2	-6
12	Герпес/ ринотрахеит	20	-31	-3	14	-30	-15	24	39	42	-6	-6	100	-41	-21	2	-2	25	21	-18	-42	-29	-30	-25	5	58	-4	-9	-11	38	-47
13	Гинекологические проблемы	-33	19	-0	-13	35	4	-38	-46	-37	-17	-45	-41	100	-0	45	-39	-3	-28	15	35	47	17	33	26	-23	-27	-6	-23	-29	26
14	Инфекционная анемия (малокровие)	-28	22	-38	-2	62	2	-32	-8	-31	-26	-7	-21	-0	100	2	-19	29	3	16	-3	-4	1	22	-8	-15	11	7	-13	24	-21
15	Инфекционный перитонит (ФИП)	20	24	-29	-29	42	7	23	-34	-39	-33	-33	2	45	2	100	-42	30	-29	2	14	14	5	9	31	20	15	20	23	7	-14
16	Колит	35	-13	13	15	-44	-30	42	24	42	40	25	-2	-39	-19	-42	100	-19	22	-17	-28	-15	-29	-24	-39	-12	17	6	59	-16	12
17	Круглые глисты (аскариды)	-27	16	-50	12	34	16	-13	-10	5	-25	-24	25	-3	29	30	-19	100	18	43	-18	-32	-2	-13	3	-1	7	-27	-32	17	-36
18	Ленточные глисты	13	-11	3	43	-10	-11	-5	-2	37	36	36	21	-28	3	-29	22	18	100	23	-62	-47	-31	-7	-44	7	0	-23	15	32	-34
19	Неправильное питание	-9	20	-34	33	21	20	-29	-40	9	-6	-6	-18	15	16	2	-17	43	23	100	-3	-3	1	5	-7	-44	-4	-25	-11	-18	-19
20	Отравление	-47	1	23	-43	31	16	-24	-34	-39	-46	-46	42	35	-3	14	-28	-18	-62	-3	100	66	41	29	33	-12	-4	30	-25	-48	36
21	Палейкопения (вирусный энтерит)	-35	-28	23	-30	16	1	-25	-34	-39	-34	-46	-29	47	-4	14	-15	-32	-47	-3	66	100	27	42	33	0	-29	30	-26	-32	22
22	Пищевое отравление/гастроэнтерит	-36	6	-15	-46	24	75	-6	12	-41	-35	-34	-30	17	1	5	-29	-2	-31	1	41	27	100	8	19	-10	-16	-6	-25	-13	16
23	Почечная недостаточность	-31	-23	-11	-10	43	-7	-19	-31	-19	-45	-14	-25	33	22	9	-24	-13	-7	5	29	42	8	100	-1	8	-12	-17	-20	-8	18
24	Рак	-11	-4	5	-6	10	21	-38	-10	-51	-21	-32	5	26	-8	31	-39	3	-44	-7	33	33	19	-1	100	-3	13	-11	-52	-18	-18
25	Респираторная вирусная инфекция	-19	-26	1	-27	7	-26	11	27	-5	-17	-2	58	-23	-15	20	-12	-1	7	-44	-12	0	-10	8	-3	100	-1	9	-22	42	-28
26	Сердечная недостаточность	3	-0	-4	-3	1	-16	-12	6	-27	-8	21	-4	-27	11	-15	-17	7	0	-4	-4	-29	-16	-12	13	-1	100	3	-12	34	9
27	Тепловой удар	-15	11	35	-39	-20	-22	-17	-13	-17	2	3	-9	-6	7	-20	6	-27	-23	-25	30	-6	-17	-11	9	3	100	-1	-6	34	9
28	Течка	33	13	7	9	-43	-26	40	20	40	38	21	-11	-23	-13	-23	59	-32	15	-11	-25	-26	-25	-20	-52	-22	-12	-1	100	-8	23
29	Токсоплазмоз	-6	-13	-17	4	9	-13	15	16	-6	-3	-2	38	-29	24	7	-16	17	32	-18	-48	-32	-13	-8	-18	42	34	-6	-8	100	-36
30	Урологический синдром / мочекаменная болезнь	-10	18	12	-33	-14	-15	7	-7	-10	-7	-6	-47	26	-21	-14	12	-36	-34	-19	36	22	16	18	-18	-28	9	34	23	-36	100

Отметим, что для улучшения восприятия на рисунке 26 число классов уменьшено до 12.

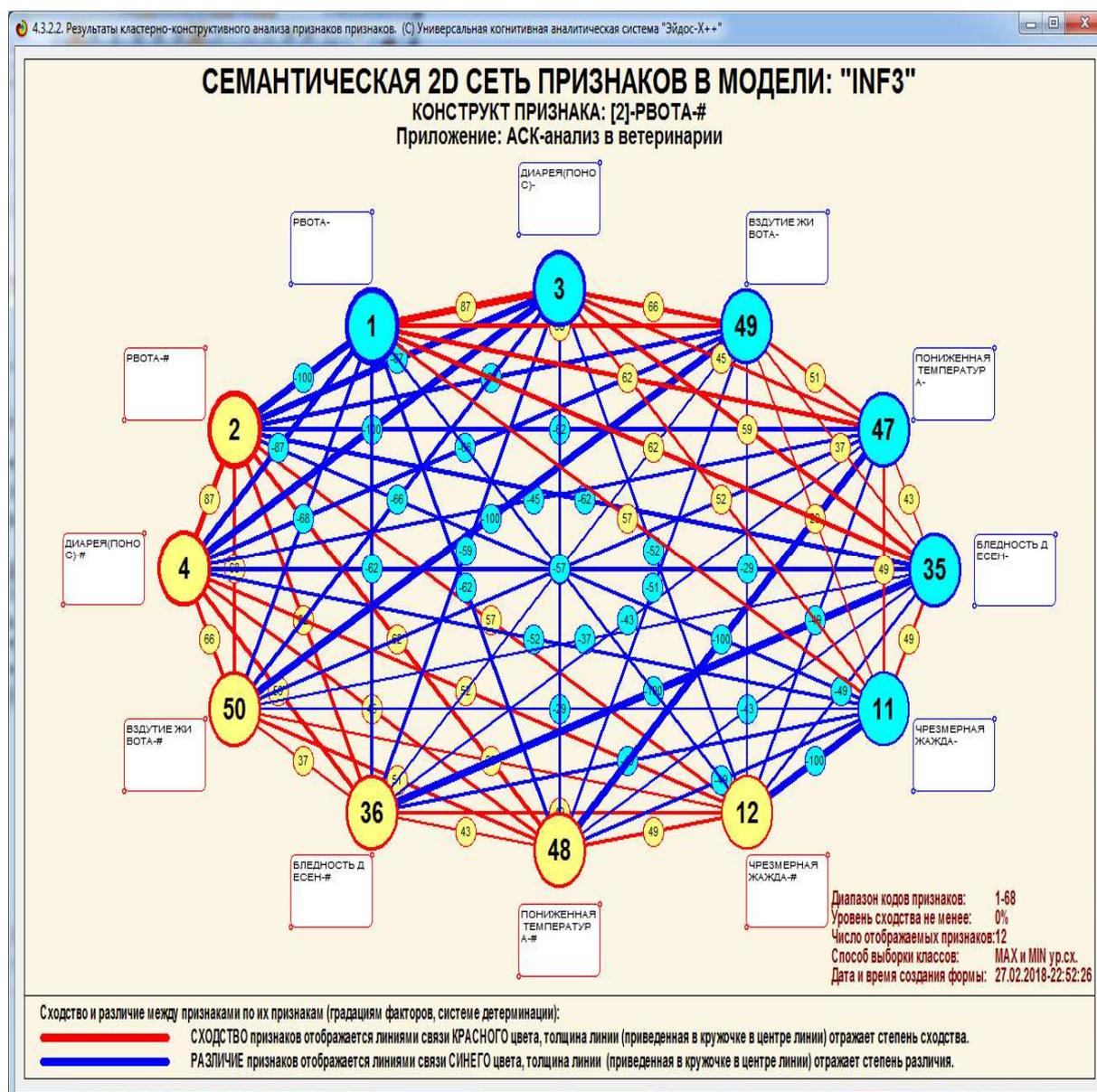


Рисунок 27. Пример когнитивной диаграммы сходства-различия симптомов в модели Inf3 (Хи-квадрат) (фрагмент)

Красные линии на рисунке 27 соединяют симптомы, имеющие сходный диагностический смысл и обычно встречающиеся вместе, т.е. синдромы.

Шаг 6-й. Нелокальные нейроны и нейронные сети.

На рисунках 28 и 29 приведены фрагменты нелокальных нейронов и нелокальной нейронной сети в модели INF3 [8]:

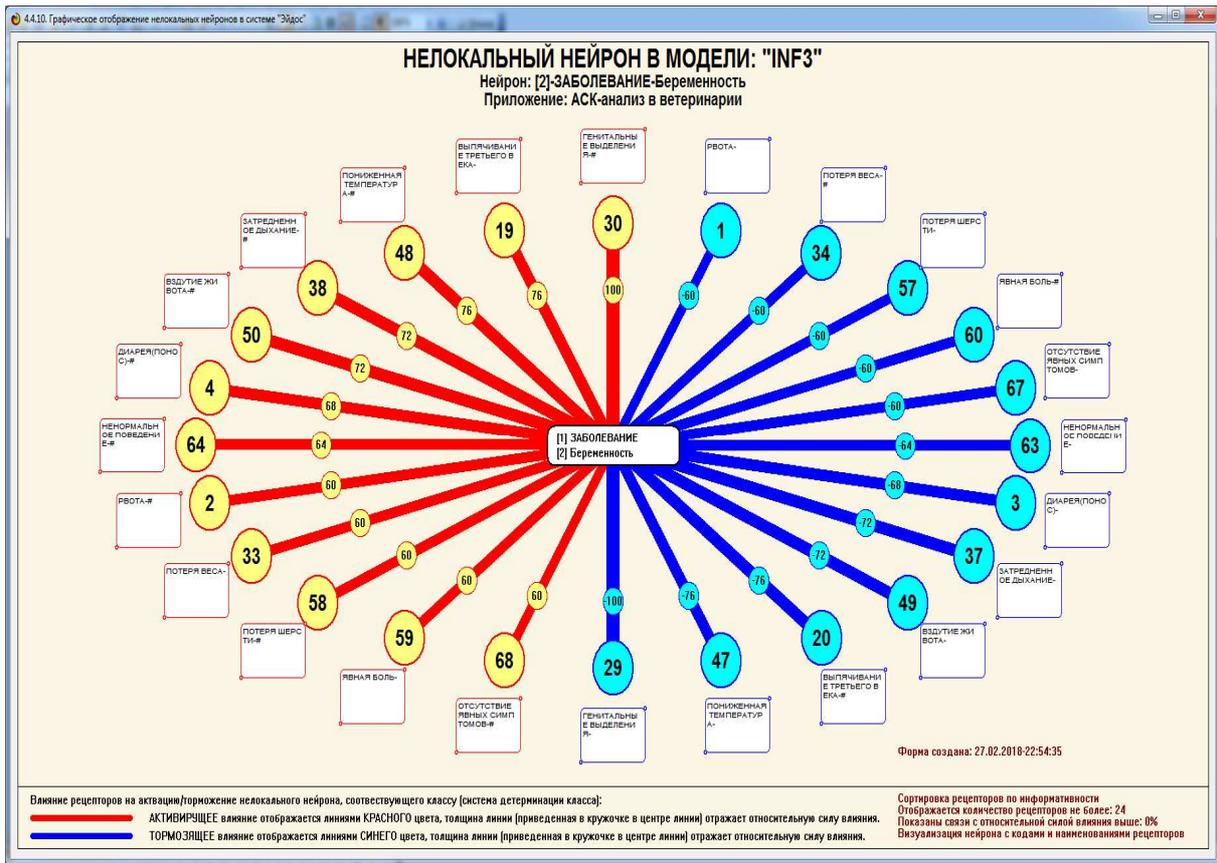


Рисунок 28. Фрагмент нелокального нейрона в системно-когнитивной модели Inf3 (Chi-квадрат)

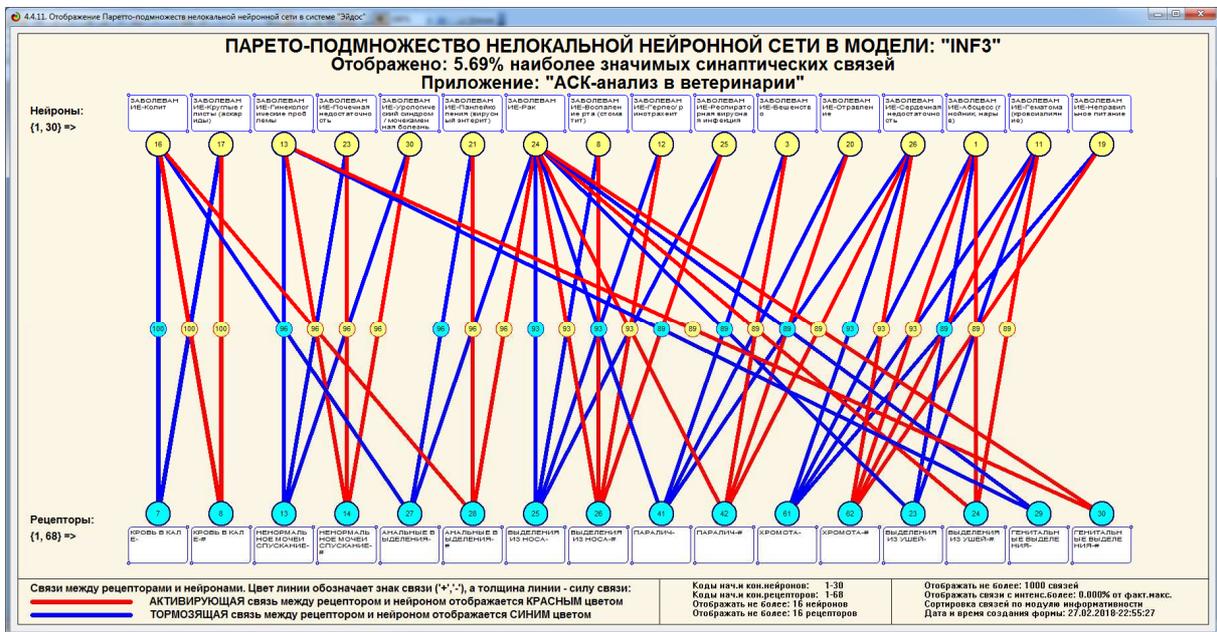


Рисунок 29. Фрагмент слоя нелокальной нейронной сети в системно-когнитивной модели Inf3 (Chi-квадрат)

Шаг 7-й. Содержательное сравнение классов друг с другом.

Пример когнитивной диаграммы содержательного сравнения двух классов в модели Inf3 (Chi-квадрат) приведен на рисунке 30:

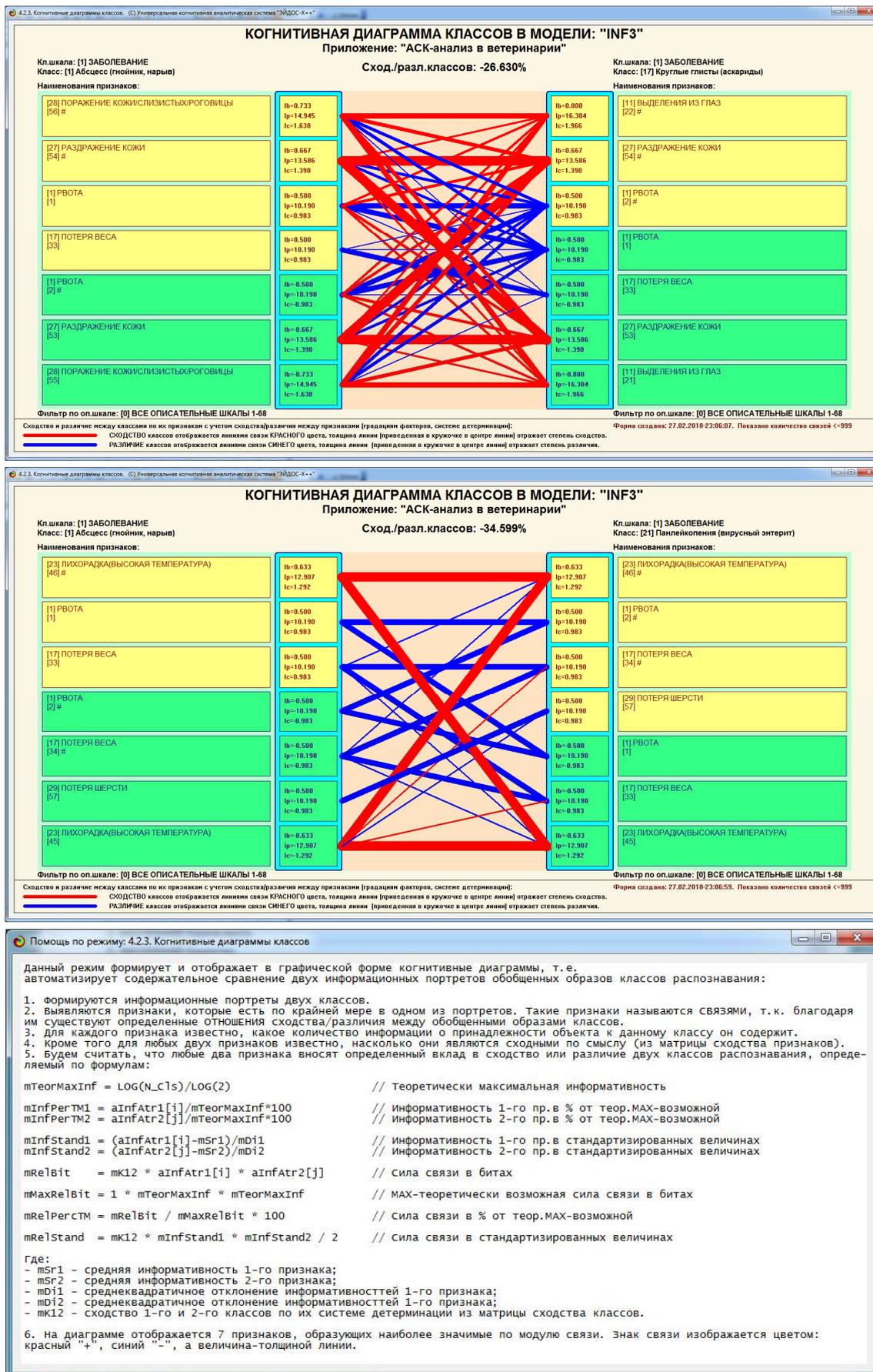


Рисунок 30. Пример когнитивной диаграммы содержательного сравнения двух классов в модели Inf3 (Хи-квадрат) (фрагмент)

Шаг 8-й. Содержательное сравнение симптомов друг с другом.
 Пример когнитивной диаграммы содержательного сравнения двух симптомов в модели Inf3 (Chi-квадрат) приведен на рисунке 31:

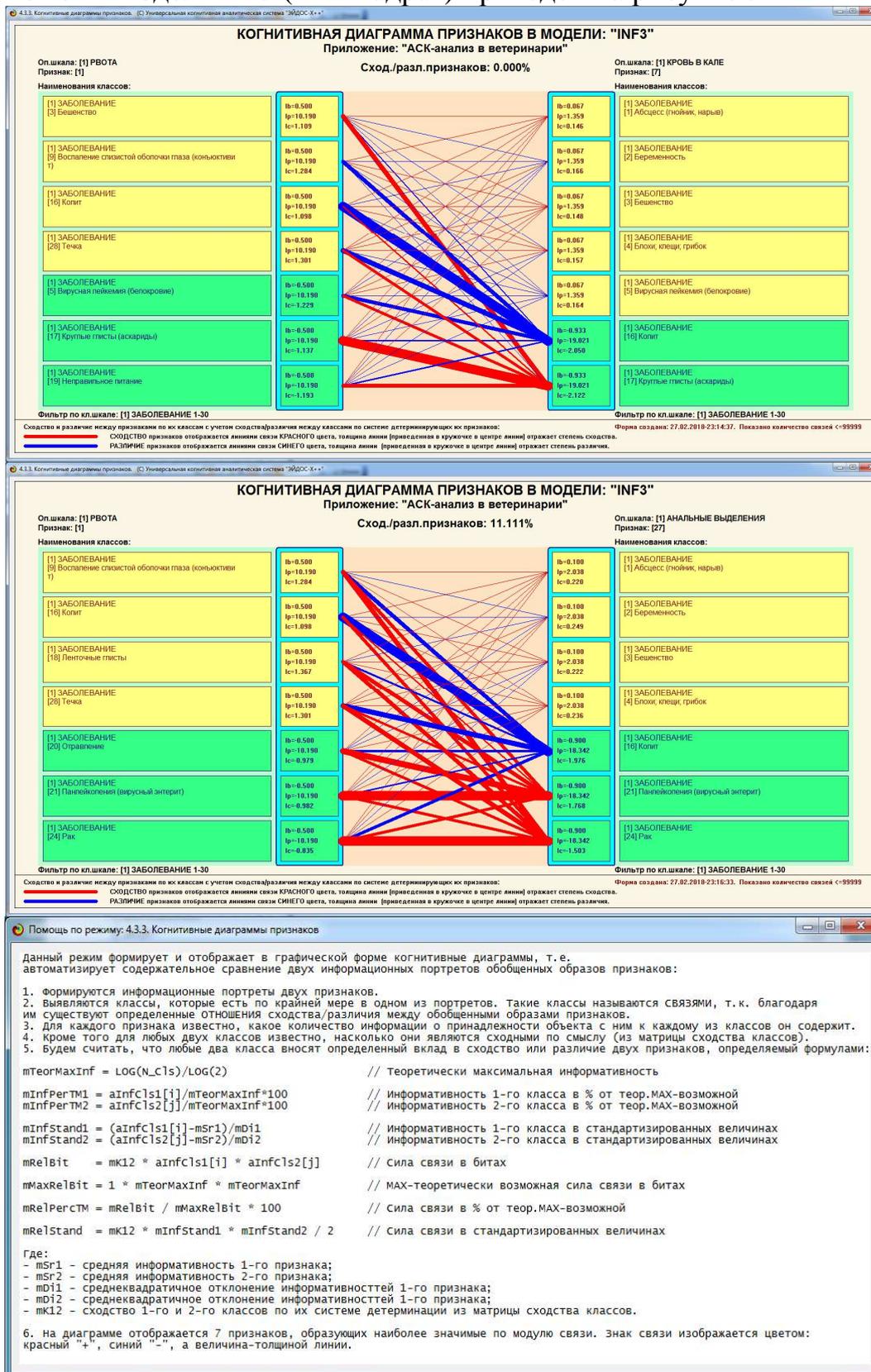


Рисунок 31. Пример когнитивной диаграммы содержательного сравнения двух симптомов в модели Inf3 (Chi-квадрат) (фрагмент)

Шаг 9-й. Интегральные когнитивные карты.

Система «Эйдос» обеспечивает формирование и отображение когнитивных диаграмм (рисунок 32), объединяющих нейронную сеть (рисунок 26), когнитивные диаграммы сходства различия классов (рисунок 26) и когнитивные диаграммы сходства различия симптомов (рисунок 27):

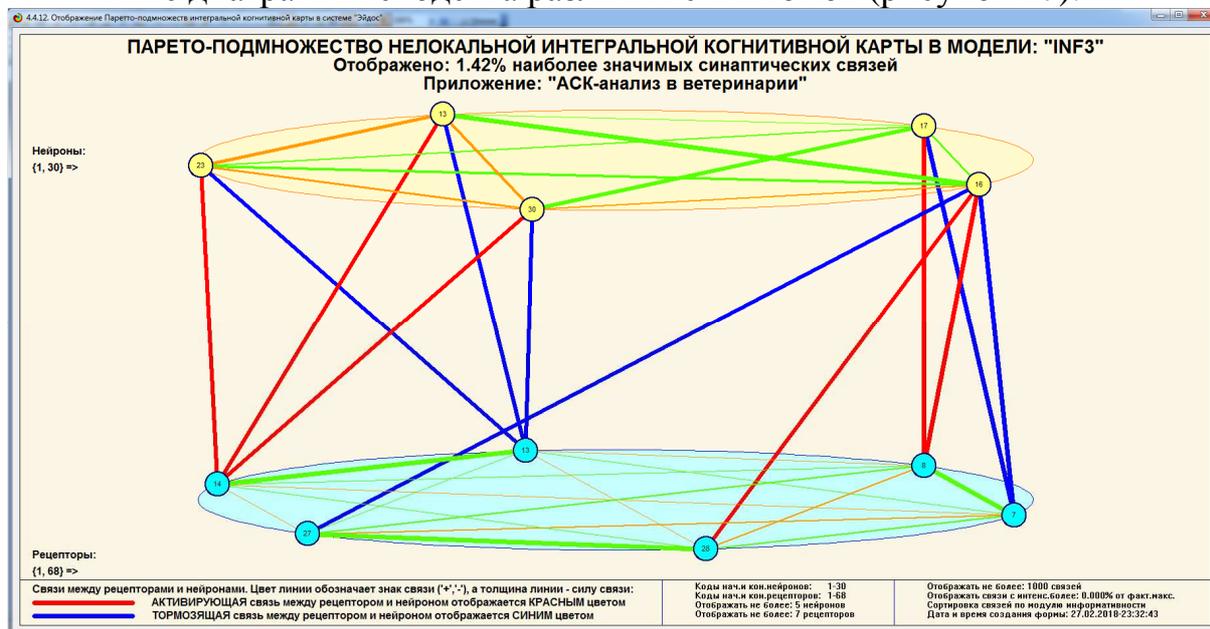


Рисунок 32. Пример интегральной когнитивной карты в модели Inf3 (Хи-квадрат) (фрагмент)

Шаг 10-й. Когнитивные функции.

На экранной форме, приведенной на рисунке 33, дано общее представление о когнитивных функциях:

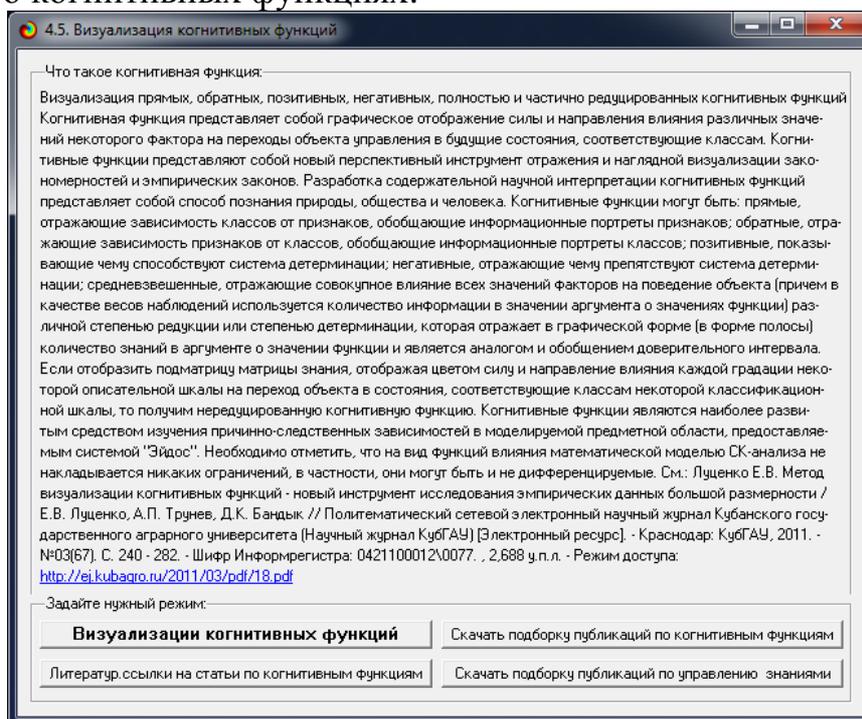


Рисунок 33. Пояснение по смыслу понятия: «Когнитивные функции»

Подробнее это понятие раскрыто в ряде работ автора [4]³.
Примеры самих когнитивных функций приведены на рисунке 34:

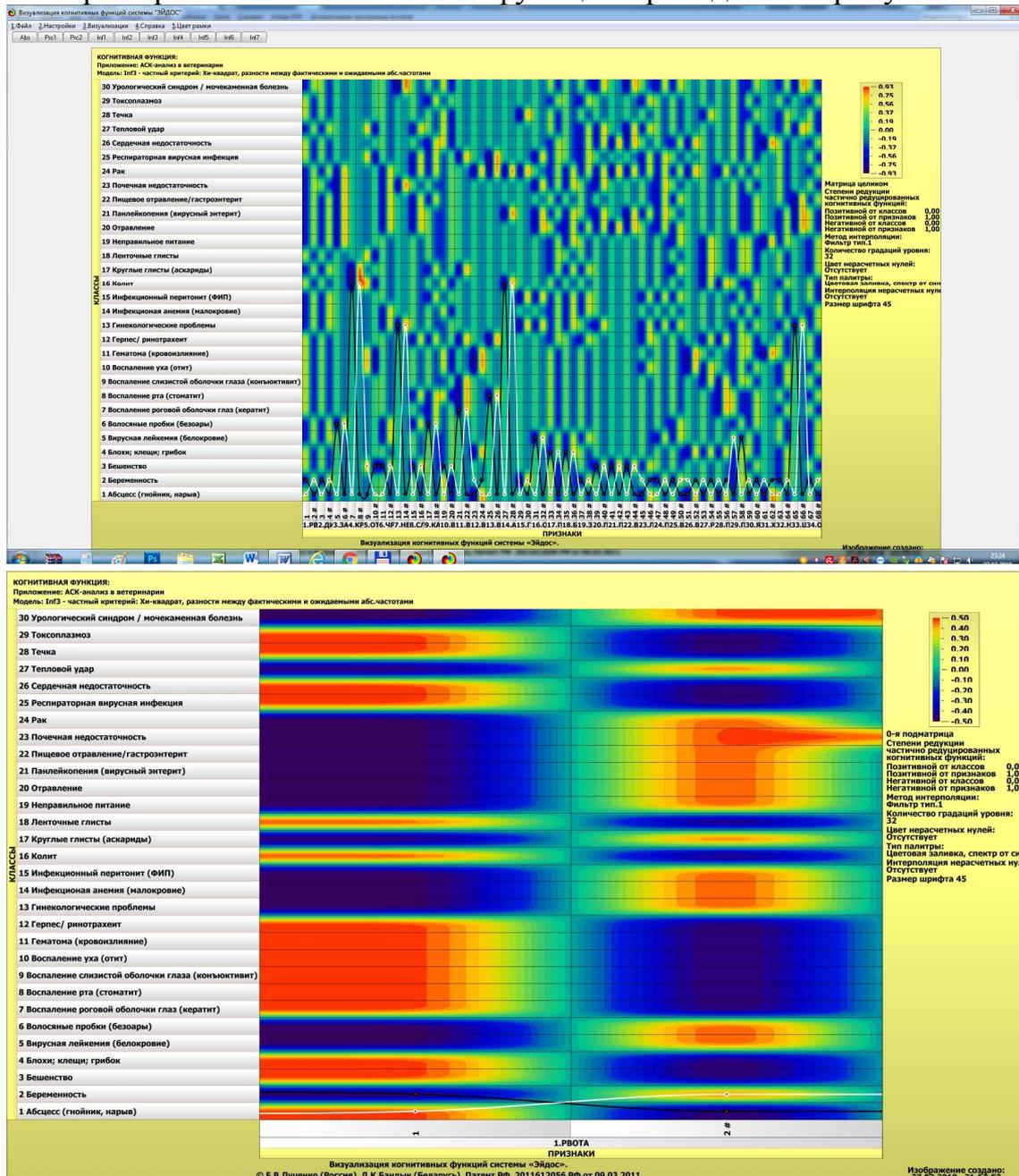


Рисунок 34. Когнитивная функция системно-когнитивной модели Inf3 (Хи-квадрат)

Выводы

Таким образом, можно сделать обоснованный вывод о том, что применение интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» обеспечивает реализацию уже разработанных ветеринарных и медицинских диагностических тестов без программирования в форме, удобной для массового тестирования, анализа его результатов и выработки индивидуальных рекомендаций.

³ <https://www.twirpx.com/file/775236/>

Материалы данной статьи могут быть использованы в учебном процессе при преподавании дисциплин: «Интеллектуальные информационные системы», «представление знаний в информационных системах», «Современные технологии в образовании (магистратура)», «Управление знаниями (магистратура)», «Введение в искусственный интеллект», «Интеллектуальные и нейросетевые технологии в образовании (магистратура)», «Основы искусственного интеллекта» и других.

Перспективы продолжения исследований и разработок

Планируется продолжить направление исследований и разработок, представленное в данной статье, по следующим направлениям:

1. Разработка в среде интеллектуальной системы Эйдос-Х++ ветеринарных диагностических тестов и проведение научных исследований на основе эмпирических данных (данных наблюдений и экспериментов).
2. Интеграция в среде интеллектуальной системы Эйдос-Х++ без программирования нескольких диагностических тестов в батарею тестов или в супертест с одной общей моделью.

Этим и другим применениям способствует и то, что система «Эйдос» является мультязычной интеллектуальной on-line средой для обучения и научных исследований и находится в полном открытом бесплатном доступе (причем с подробно комментированными открытыми исходными текстами: <http://lc.kubagro.ru/AIDOS-X.txt>) на сайте автора по адресу: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>. Это дает свои результаты: за год системе «Эйдос» в мире запускали около 10 тысяч раз во многих странах (Белоруссия, Бельгия, Дания, Канада, Китай, Египет, Франция, Германия, Гонконг, Казахстан, Нидерланды, Португалия, Россия, Словакия, Словения, Украина, США, Англия и др.) (рисунок 35) [9, 10]⁴.

Автор благодарен всем ученым, коллегам и соавторам, поддержавшим его в разработке и применении Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос»: Засл. деятель науки РФ, д. т. н., проф. Лойко В. И., к. ф. -м. н., Ph. D., проф., Трунев А. П. (Канада), д. э. н., д. т. н., к. ф. -м. н., проф. Орлов А. И., к. т. н., доц. Коржаков В. Е., д. э. н., проф. Барановская Т. П., д. э. н., к. т. н., проф. Ермоленко В. В., к. пс. н. Наприев И. Л., к. пс. н., доц. Некрасов С. Д., к. т. н., доц. Лаптев В. Н., к. пс. н., доц. Третьяк В. Г., к. пс. н., Щукин Т. Н., д. т. н., проф. Симанков В. С., д. э. н., проф. Ткачев А. Н., д. т. н., проф. Сафронова Т. И., д. э. н., доц. Горпинченко К. Н., к. э. н., доц. Макаревич О. А., к. э. н., доц. Макаревич Л. О., к. м. н. Сергеева Е. В. (Лаптева Е. В.), Бандык Д. К. (Белоруссия), Чередниченко Н. А., к. ф. -м. н. Артемов А. А., д. э. н., проф. Крохмаль В. В., д. т. н., проф. Рябцев В. Г., к. т. н., доц. Марченко А. Ю., д. т. н., проф. Фролов В. Ю., д. ю. н., проф. Швец С. В., Засл. дея-

⁴

<http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation Aidos-online.pdf>

тель науки Кубани, д. б. н. , проф. Трошин Л. П. , Засл. изобр. РФ, д. т. н. , проф. Серга Г. В. , Сергеев А. С. , д. б. н. , проф. Стрельников В. В. и другие.

Автор благодарен разработчику языка программирования, на котором написана система «Эйдос» Роджеру Доннэю (США) и всем специалистам со всего мира, которые общаются на его форуме⁵ и бескорыстно помогают друг другу.

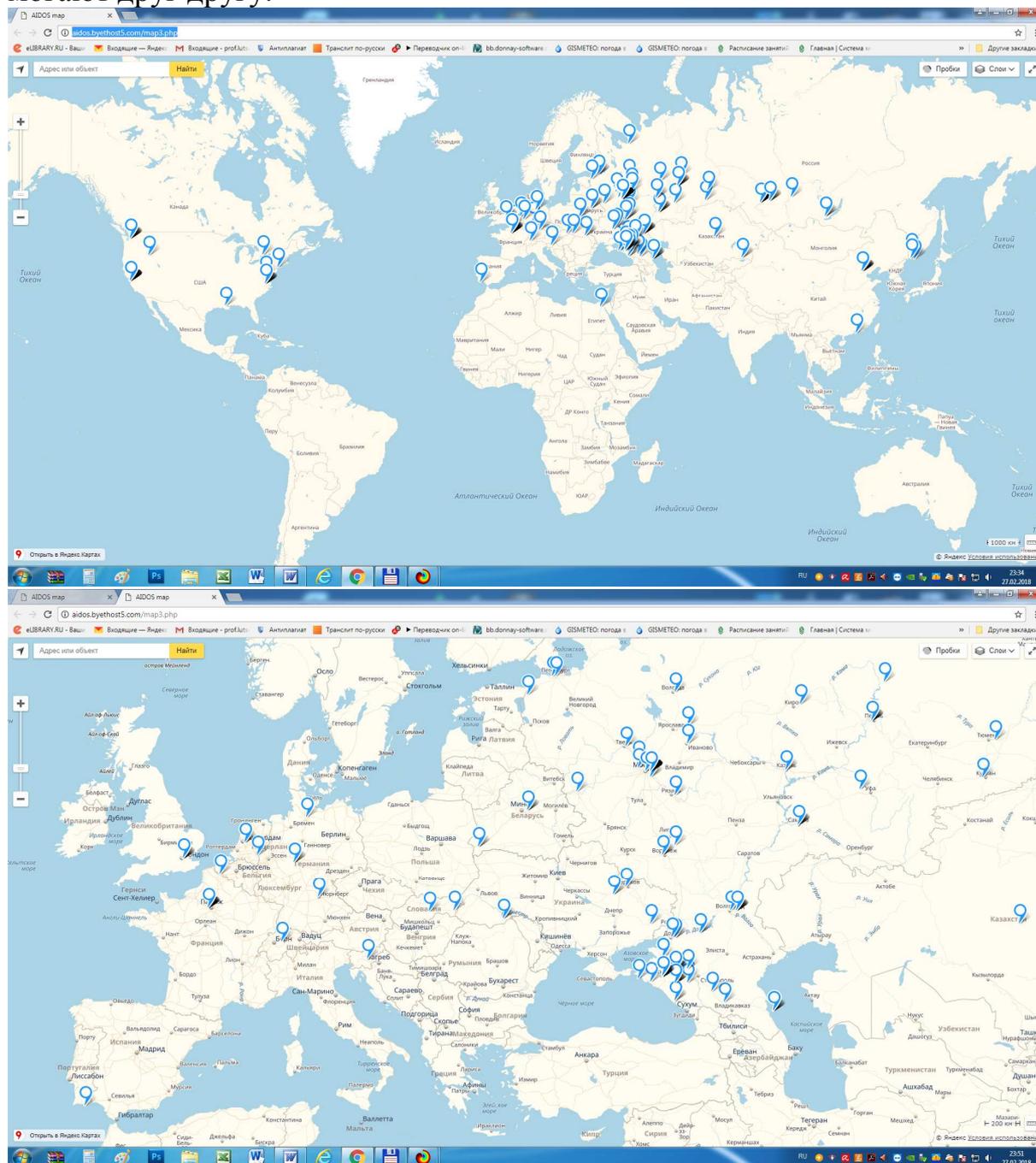


Рисунок 35. Запуски системы «Эйдос» в мире и Европе за период с 9.12.2016 по 27.02.2018

⁵ <http://bb.donnay-software.com/donnay/viewforum.php?f=2>

Список литературы

1. 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>
2. Луценко Е.В. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос». Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2014. – 600 с. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787>
3. Сайт автора АСК-анализа и системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>
4. 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>
5. Луценко Е.В. Теоретические основы и технология адаптивного семантического анализа в поддержке принятия решений (на примере универсальной автоматизированной системы распознавания образов "ЭЙДОС-5.1"). - Краснодар: КЮИ МВД РФ, 1996. - 280с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340>
6. Сайт: <http://mau.ru/pub/health/?p=table>
7. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.
8. 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.
9. 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.
10. Луценко Е.В., Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная online 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.
11. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-X++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.
12. Луценко Е.В. Моделирование сложных многофакторных нелинейных объектов управления на основе фрагментированных зашумленных эмпирических данных боль-

шой 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.

13. Луценко Е.В. Интеллектуальная консалтинговая система выявления технологических знаний и принятия решений по их эффективному применению на основе системно-когнитивного анализа бизнес-процессов / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков, А.И. Ладыга // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №05(059). С. 79 – 110. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf>, 2 у.п.л.

14. 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.

15. Artem Artemov, Eugeny Lutsenko, Edward Ayunts, Ivan Bolokhov/ Informational Neurobayesian Approach to Neural Networks Training. Opportunities and Prospects // [arXiv Computer Science, Learning \(cs.LG\) //arXiv preprint arXiv:1710.07264](https://arxiv.org/abs/1710.07264). – Режим доступа: <https://arxiv.org/pdf/1710.07264>

16. 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.

17. Луценко Е.В. Автоматизация Функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и когнитивных технологий и теории управления) / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №07(131). С. 1 – 18. – IDA [article ID]: 1311707001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/01.pdf>, 1,125 у.п.л.

18. 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.

19. Луценко Е.В., Лойко В.И., Семантические информационные модели управления агропромышленным комплексом. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2005. – 480 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635>

Spisok literaturey

1. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivnymi ob#ektami (sistemnaja teorija informacii i ee primenenie v issledovanii jekonomicheskikh, social'no-psihologicheskikh, tehnologicheskikh i organizacionno-tehnicheskikh sistem): Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

2. Lucenko E.V. Universal'naja kognitivnaja analiticheskaja sistema «Jejdos». Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-830-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=22401787>

3. Sajt avtora ASK-analiza i sistemy «Jejdos» prof. E.V.Lucenko: <http://lc.kubagro.ru/>

4. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaja nechetskaja interval'naja matematika. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

5. Lucenko E.V. Teoreticheskie osnovy i tehnologija adaptivnogo semanticheskogo analiza v podderzhke prinjatija reshenij (na primere universal'noj avtomatizirovannoj sistemy raspoznavanija obrazov "JeJDOS-5.1"). - Krasnodar: KJuI MVD RF, 1996. - 280s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21745340>

6. Sajt: <http://mau.ru/pub/health/?p=table>

7. Lucenko E.V. Metrizacija izmeritel'nyh shkal razlichnyh tipov i sovместnaja сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – №08(092). S. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 u.p.l.

8. Lucenko E.V. Sistemnaja teorija informacii i nelokal'nye interpretiruemye nejronnye seti prjamogo scheta / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

9. Lucenko E.V. Otkrytaja masshtabiruemaja interaktivnaja intellektual'naja on-line sreda dlja obuchenija i nauchnyh issledovanij na baze ASK-analiza i sistemy «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

10. Lucenko E.V., Otkrytaja masshtabiruemaja interaktivnaja intellektual'naja on-line sreda «Jejdos» («Jejdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlja JeVM, Zajavka № 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.

11. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektual'noj sistemy «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №07(101). S. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 u.p.l.

12. Lucenko E.V. Modelirovanie slozhnyh mnogofaktornyh nelinejnyh ob#ektov upravlenija na osnove fragmentirovannyh zashumlennyh jempiricheskikh dannyh bol'shoj

razmernosti v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos-H++» / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

13. Lucenko E.V. Intellektual'naja konsaltingovaja sistema vyjavlenija tehnologicheskikh znaniy i prinjatija reshenij po ih jeffektivnomu primeneniju na osnove sistemno-kognitivnogo analiza biznes-processov / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov, A.I. Ladyga // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2010. – №05(059). S. 79 – 110. – Shifr Informregistra: 0421000012\0091, IDA [article ID]: 0591005007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2010/05/pdf/07.pdf>, 2 u.p.l.

14. Lucenko E.V. Invariantnoe otnositel'no ob'emov dannyh nechetkoe mul'tiklassovoe obobshhenie F-mery dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «Jejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

15. Artem Artemov, Eugeny Lutsenko, Edward Ayunts, Ivan Bolokhov/ Informational Neurobayesian Approach to Neural Networks Training. Opportunities and Prospects // arXiv Computer Science, Learning (cs.LG) //arXiv preprint arXiv:1710.07264. – Rezhim dostupa: <https://arxiv.org/pdf/1710.07264>

16. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizacija na osnove znaniy (klasterizacija v sistemno-kognitivnom analize i intellektual'noj sisteme «Jejdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

17. Lucenko E.V. Avtomatizacija Funkcional'no-stoimostnogo analiza i metoda "Direkt-kosting" na osnove ASK-analiza i sistemy "Jejdos" (avtomatizacija upravljenja natural'noj i finansovoj jeffektivnost'ju zatrat bez soderzhatel'nyh tehnologicheskikh i finansovojekonomicheskikh raschetov na osnove informacionnyh i kognitivnyh tehnologij i teorii upravljenja) / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №07(131). S. 1 – 18. – IDA [article ID]: 1311707001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/07/pdf/01.pdf>, 1,125 u.p.l.

18. Lucenko E.V. Problemy i perspektivy teorii i metodologii nauchnogo poznaniya i avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz kak avtomatizirovannyj metod nauchnogo poznaniya, obespechivajushhij soderzhatel'noe fenomenologicheskoe modelirovanie / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj 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.

19. Lucenko E.V., Lojko V.I., Semanticheskie informacionnye modeli upravljenja agropromyshlennym kompleksom. Monografija (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2005. – 480 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21720635>