

УДК 004.8

UDC 004.8

05.13.10 Управление в социальных и экономических системах (технические науки)

05.13.10 Management in social and economic systems (technical sciences)

ОБЩАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ДИАГНОСТИКА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОГНИТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВЕРБАЛЬНЫХ НОЗОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ

GENERAL MEDICAL DIAGNOSTICS BASED ON INFORMATION AND COGNITIVE MODELING OF VERTEBRAL NOSOLOGICAL IMAGES

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
Scopus Author ID: 57188763047
РИНЦ SPIN-код: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Lutsenko Evgeniy Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Scopus Author ID: 57188763047
RSCI SPIN-code: 9523-7101
prof.lutsenko@gmail.com <http://lc.kubagro.ru>

Кострома Дмитрий Сергеевич
магистр

Kostroma Dmitriy Sergeevich
master

Печурина Елена Каримовна
РИНЦ SPIN-код: 1952-4286
geskov@mail.ru

Pechurina Elena Karimovna
RSCI SPIN-code: 1952-4286
geskov@mail.ru

Сергеев Александр Эдуардович
к.ф.-м.н, доцент
РИНЦ SPIN-код: 7837-9566
Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

Sergeev Aleksandr Eduardovich
Cand.Phys.-Math.Sci., associate Professor
RSCI SPIN-code: 7837-9566
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Одной из ключевых проблем, стоящих перед медициной, это своевременно вынесенный правильный диагноз. За все время существования медицины, человечество накопило немало знаний в этой области. По этим знаниям обучаются новые специалисты. Но информации настолько много, что своевременно найти в ней нужную иной раз не получается, а ведь это может очень дорого стоить человеку, пришедшему на прием к доктору. В этом специалисту приходит на помощь компьютер. Информационные технологии, обучение на информационных базах отлично справляются с задачей идентификации болезни и предоставлении наиболее подходящей информации

One of the key problems facing medicine is the correct diagnosis given in a timely manner. For all the existence of medicine, humanity has accumulated a lot of knowledge in this area. According to this knowledge, new specialists are trained. But there is so much information that it is sometimes impossible to find the right information in it in time, and this can cost the person who came to see a doctor very expensive. In this specialist comes to the rescue computer. Information technologies, training in information bases perfectly cope with the task of identifying the disease and providing the most appropriate information

Ключевые слова: АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ-СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ АСК-АНАЛИЗ СИСТЕМА «ЭЙДОС»

Keywords: AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS, ASC-ANALYSIS, "EIDOS" SYSTEM

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-156-004>

Введение

На предприятиях сегодня активно развиваются информационные технологии, внедряется программное обеспечение. Это информационные порталы, компьютерные сети, системы электронного документооборота, общие базы данных, информационные системы для коммунальных хозяйств и геоинформационные системы.

Разработка и внедрение ИТ-технологий является стратегически важной задачей особенно в сфере медицинских услуг, где компьютеры иногда могут сделать гораздо больше человека.

Одной из ключевых проблем, стоящих перед медициной, это своевременно вынесенный правильный диагноз. За все время существования медицины, человечество накопило немало знаний в этой области. По этим знаниям обучаются новые специалисты. Но информации настолько много, что своевременно найти в ней нужную иной раз не получается, а ведь это может очень дорого стоить человеку, пришедшему на прием к доктору. В этом специалисту приходит на помощь компьютер. Информационные технологии, обучение на информационных базах отлично справляются с задачей идентификации болезни и предоставлении наиболее подходящей информации.

Сегодня предпосылкой для продвижения в области информационных технологий является широкое внедрение стандартов и технологий информационных систем, используемых как для аппаратных, так и для программных продуктов. Следует особо подчеркнуть, что сегодня успешная реализация значимых проектов в области информационных технологий, управления, информации и телекоммуникаций невозможна без согласования разработок с существующими стандартами в области информационных систем и в некоторых случаях разработки новых стандартов.

Эффективность лечения напрямую зависит от процесса установления диагноза посредством ИС, которая должна обеспечивать оперативный сбор и правильную интерпретацию данных из различных информационных систем.

Медучреждениям нужны удобные, высокоскоростные средства доступа, просмотра и анализа больших объемов информации, которые можно найти в транзакционных системах или объединить в хранилищах данных. Правильно разработанные инструменты анализа данных позволят преобразовать накопленные данные в полезные знания и использовать их в процессе принятия решений.

Медицинские структуры относятся к особому классу систем - адаптивным самоорганизующимся системам, то есть системам, которые автоматически меняют алгоритм своей работы и, при необходимости, структуру, чтобы поддерживать или достигать оптимального состояния при изменении внешних условий. Самоорганизующиеся системы должны быть открытыми и постоянно обмениваться информацией с окружающей средой.

Как адаптивная система, предпринимательские структуры самостоятельно выбирают и ставят цель своего существования и развития, они способны изменять структуру, параметры и алгоритм функционирования и управления, чтобы обеспечить достижение поставленной цели, то есть они самостоятельно развивающиеся системы.

Обоснование выбора метода решения проблемы

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) разработан проф. Е.В. Луценко в 2002 году для решения широкого класса задач идентификации, прогнозирования, классификации, диагностики, поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели. АСК-анализ имеет программный инструментарий – универсальную когнитивную аналитическую систему «Эйдос». Существует много систем искусственного интеллекта. Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-X++» отличается от них следующими параметрами:

- разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области. Поэтому она является универсальной и может быть применена во многих предметных областях (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>);

- находится в полном открытом бесплатном доступе (<http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>), причем с актуальными исходными текстами (<http://lc.kubagro.ru/AIDOS-X.txt>);

- является одной из первых отечественных систем искусственного интеллекта персонального уровня, т.е. она не требует от пользователя специальной подготовки в области технологий искусственного интеллекта (есть акт внедрения системы «Эйдос» 1987 года) (<http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos02/PR-4.htm>);

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с установкой) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее

время их 31 и 200, соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

- обеспечивает мультязычную поддержку интерфейса на 44 языках. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- поддерживает on-line среду накопления знаний и широко используется во всем мире (<http://aidos.byethost5.com/map5.php>);

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний;

- обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач классификации, поддержки принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели, генерируя при этом очень большое количество табличных и графических выходных форм (развития когнитивная графика), у многих из которых нет никаких аналогов в других системах (примеры форм можно посмотреть в работе: http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos18_LLS/aidos18_LLS.pdf);

- хорошо имитирует человеческий стиль мышления: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции.

Суть метода АСК-анализа состоит в последовательном повышении степени формализации модели и преобразовании данных в информацию, а ее в знания и решении на основе этих знаний задач идентификации (распознавания, классификации и прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области.

На основе, представленных в данной работе (отличающихся по частым критериям), системно-когнитивных моделей, решаются задачи идентификации (распознавание, классификация, прогнозирование, диагностика) и принятия решений, решается проблема изучения моделируемой предметной путем изучения ее системно-когнитивная модели (рисунок 1).

Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос-X++»

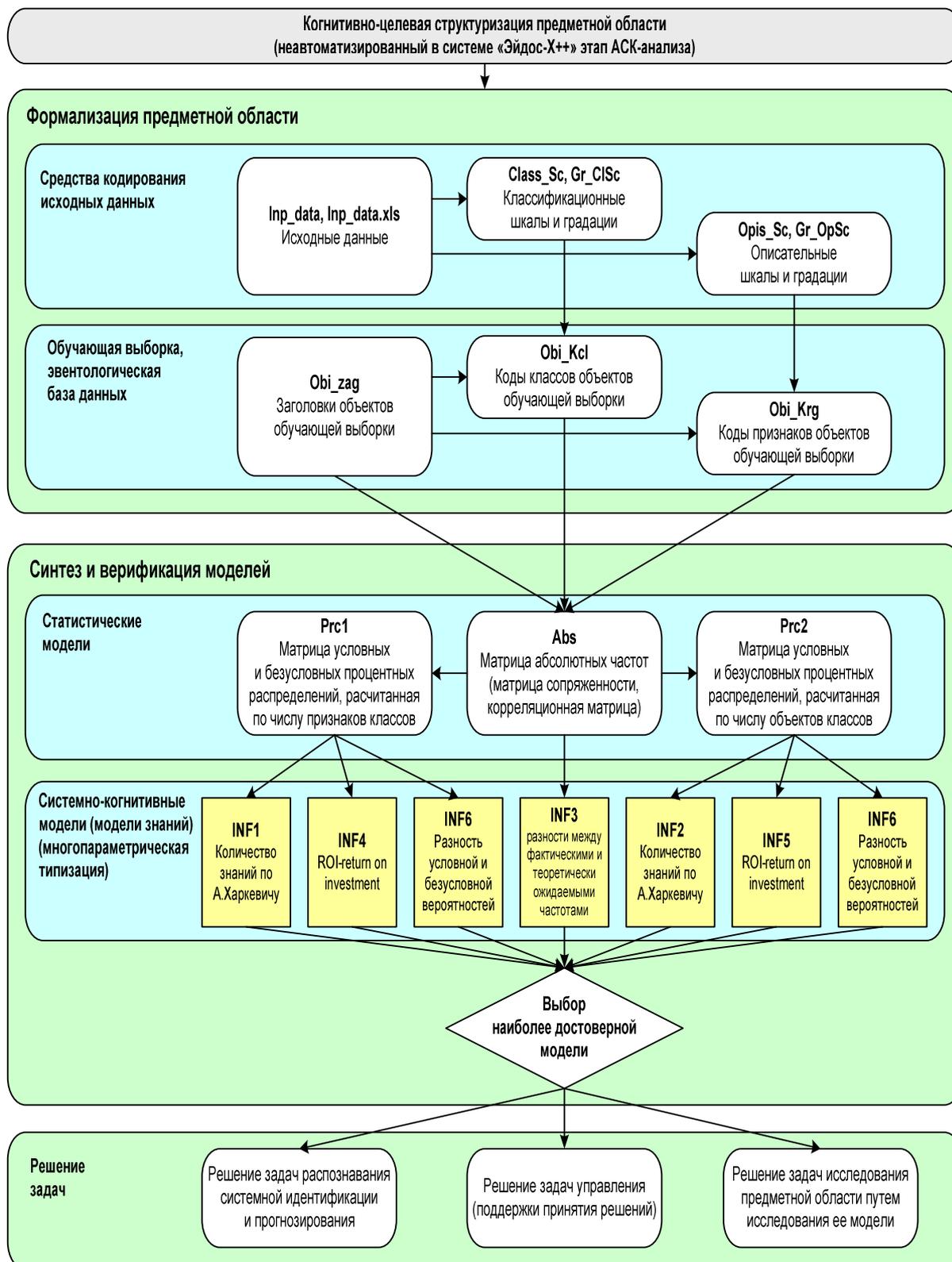


Рисунок 1. Последовательность преобразования данных в информацию, а ее в знания и решения задач в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Суть математической модели и частные критерии

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике, как уже говорилось ранее в этой работе, и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых данных, представленных в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и различных единицах измерения.

Суть математической модели АСК-анализа состоит в следующем.

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

Таблица 1 – Матрица абсолютных частот

		Классы					Сумма
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	N_{11}		N_{1j}		N_{1W}	
	...						
	i	N_{i1}		N_{ij}		N_{iW}	$N_{i\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{ij}$
	...						
	M	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.

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

Таблица 2 – Матрица условных и безусловных процентных распределений

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

Таблица 3 – 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 <i>j</i> -му классу. Вероятность того, что если у объекта <i>j</i> -го класса обнаружен признак, то это <i>i</i> -й признак	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$

<p>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.</p>	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}N}{N_iN_j}$
<p>INF3, частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами</p>	<p>---</p>	$I_{ij} = N_{ij} - \frac{N_iN_j}{N}$
<p>INF4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j-му классу</p>	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
<p>INF5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j-му классу</p>	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}N}{N_iN_j} - 1$
<p>INF6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j-му классу</p>	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$
<p>INF7, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j-му классу</p>	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N}$

Обозначения:

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 (Е.В.Луценко, 2002), 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 4 – Матрица системно-когнитивной модели

		Классы				Значимость фактора	
		<i>I</i>	...	<i>j</i>	...		<i>W</i>
Значения факторов	<i>I</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</i>	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
	...						
	<i>M</i>	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		$\sigma_{\Sigma 1}$		$\sigma_{\Sigma j}$		$\sigma_{\Sigma W}$	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

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.

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

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

Интегральные критерии и принятие решений

Задача принятия 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 состояний 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:

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

- количество градаций описательных шкал (признаков);
- вектор состояния j -го класса;
- вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

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 где M :

- количество градаций описательных шкал (признаков);
- средняя информативность по вектору класса;
- среднее по вектору объекта;
- среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса;
- среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.
- вектор состояния j -го класса;
- вектор состояния распознаваемого объекта, включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и

окружающую среду (массив–локатор). 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.

Система «Эйдос» обеспечивает построение информационно-измерительных систем в различных предметных областях. В системе «Эйдос» реализовано большое количество программных интерфейсов, обеспечивающий автоматизированный ввод в систему данных различных типов: текстовых, табличных и графических.

Путем многопараметрической типизации в системе создается системно-когнитивная модель, с применением которой, если модель окажется достаточно достоверной, могут решаться задачи системной идентификации, прогнозирования, классификации, поддержки принятия решений и исследования моделируемого объекта путем исследования его системно-когнитивной модели.

Всем этим и обусловлен выбор АСК-анализа и его программного инструментария интеллектуальной системы «Эйдос» в качестве инструментария решения поставленной проблемы.

Выводы

Интересующая нас система на логическом уровне в полной мере спроектирована. Далее необходимо произвести её реализацию на программном уровне и разработать численные модели.

Подготовка исходных данных

В данном разделе полностью описан численный пример обработки исходных данных, который в настоящее время находится в процессе реализации на сайте. Данный численный пример реализован локально в системе «Эйдос».

Исходные данные размещены на сайте medaboutme.ru – общедоступном справочнике болезней (рисунок 2).

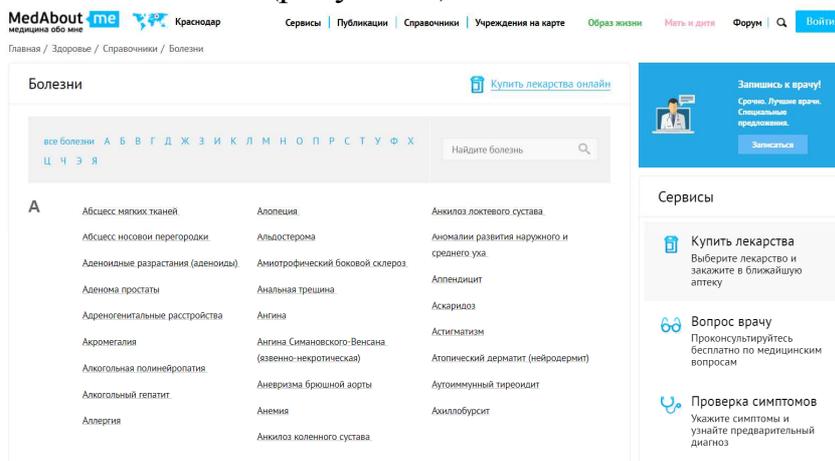


Рисунок 2 – Справочник болезней

Чтобы использовать данные из этого справочника, необходимо разработать одноразовую программу для сбора данных. Ее работа состоит в том, чтобы данные с сайта переписать в формат, удобный для загрузки в систему Эйдос. Для создания такой программы необходимо определить формат загружаемых данных в систему, а также разработать схему этих данных.

Даталогическая модель. Система Эйдос позволяет загружать в нее данные с помощью файлов программы Excel. Для достижения наших целей потребуется всего одна сущность – диагноз (таблица 5).

Таблица 5 – Сущность «Диагноз»

Атрибут	Тип данных	Размер	Описание
Диагноз	Текстовый	50 символов	Название диагноза
Симптомы	Текстовый	Длинный текст	Симптомы присущие данному диагнозу
Диагностика	Текстовый	Длинный текст	Рекомендации по диагностике
Лечение	Текстовый	Длинный текст	Лечение данной болезни

На главной странице сайта клиент оставляет о себе данные, необходимые для связи с ним.

Даталогическая модель данных представляет собой модель данных, которые должны быть описаны и обработаны в области приложения (например, данные производственной зоны, системы учета или всей информации компании) и их отношения друг к другу.

В информатике, особенно в области разработки информационных систем, модели данных и их действия (моделирование данных) служат для поиска и определения структуры данных, подлежащих обработке в системах (в частности, для хранения данных).

Вышеупомянутая модельная градация, основанная на процессе разработки, и в частности обозначения моделей, не применяется на практике. Таким образом, другие термины часто используются в литературе, в публикациях и в обычном использовании; В частности, часто используется только термин «модель данных».

Инфологическая модель. Инфологическая модель - это описание предмета, основанная на анализе семантики объектов и явлений, не ориентированная на будущее использование программного обеспечения и технических ИТ-инструментов.

Вне проектируемой базы данных. В соответствии с терминологией в русской литературе внешний дизайн базы данных называется инфологическим дизайном.

Инфолингвистический дизайн - это процесс, который строится путем анализа и идентификации объектов и отношений между ними в предметной области.

Анализ области - это выбор информационных объектов (объектов), настройка необходимых свойств отдельных объектов и выявление связей между ними.

Дизайн интерьера проектировал варианты дизайна, касающиеся большей части запланированной базы данных системы. В соответствии с терминологией, представленной в русской литературе, внутренняя структура базы данных: даталогический дизайн (ориентированный на логическую среду, ориентированный на базу данных дизайн);

Строить инфолингвистическую модель особого смысла нет, так как мы будем работать только с одной таблицей.

Данную программу будем разрабатывать с использованием языка программирования Python (код программы приведен в приложении 1).

Разработанная программа переходит на страницу сайта со справочником, находит на ней все ссылки на болезни (ссылок с болезнями было обнаружено 422), далее переходит по каждой из ссылок на страницы с описанием заболевания. На этих однообразных страницах для каждой болезни, разбирая html страницы, находит соответствующий текст описаний необходимых нам полей. Собрав данные по всем болезням, программа генерирует файл формата xlsm и создает в нем таблицу с данными обо всех найденных болезнях. Фрагмент данных представлен на рисунке 3.

A	B	C	D	E
1	Абсцесс (гнойник)	Абсцесс (гнойник) - это ограниченное полостное воспаление в любой органе и ткани, поэтому он может быть практически любой локализации. Заболеванию обычно является стрептококк, стафилококк, пневмококк, микобактерия Бактерии. Абсцесс развивается в результате попадания инфекции извне (ранения, царапины). Так и в результате изнутри - кровеносные сосуды при развитии воспалительного процесса на орган паразитический, ишемический и боль, которая усиливается в процессе его формирования. При благоприятном течении абсцесс прорывается самостоятельно в соседнюю полость или наружу. В случае образования абсцесса в закрытой полости (плевральной, брюшной) развивается эмпиема (скопление гноя в полости). Скопление гноя в полости приводит к развитию абсцесса. Абсцесс может образовываться в результате травмы. Если травмированный элемент прорывается наружу со стороны кисти, либо любого другого конечного сустава, абсцесс сопровождается гнойным перитонитом, образованием гнойного абсцесса, гнойной болью.	дизабельности. Абсцесс имеет менее сложное течение и не предвещает сложности для диагностики. При глубокой (интратканевой) локализации абсцесса может потребоваться проведение инструментального исследования, компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии и других методов - в зависимости от локализации очага поражения.	лечения. Лечение абсцесса хирургическое - с его вскрытием, опорожнением полости и последующим дренированием и промыванием без вакуума. По окончании 1-ой операции (3-4-ой - при рецидиве). Обязательно назначаются антибиотики широкого спектра действия.
2	Абсцесс носовой полости	Абсцесс носовой полости - это ограниченное полостное воспаление слизистой оболочки полости носа. Абсцесс развивается в результате попадания инфекции извне (ранения, царапины). Так и в результате изнутри - кровеносные сосуды при развитии воспалительного процесса на орган паразитический, ишемический и боль, которая усиливается в процессе его формирования. При благоприятном течении абсцесс прорывается самостоятельно в соседнюю полость или наружу. В случае образования абсцесса в закрытой полости (плевральной, брюшной) развивается эмпиема (скопление гноя в полости). Скопление гноя в полости приводит к развитию абсцесса. Абсцесс может образовываться в результате травмы. Если травмированный элемент прорывается наружу со стороны кисти, либо любого другого конечного сустава, абсцесс сопровождается гнойным перитонитом, образованием гнойного абсцесса, гнойной болью.	Для диагностики проводят эндоскопию, при которой обнаруживают абсцесс в области перитонита.	Лечение абсцесса носовой полости - с его вскрытием, опорожнением полости и последующим дренированием и промыванием без вакуума. По окончании 1-ой операции (3-4-ой - при рецидиве). Обязательно назначаются антибиотики широкого спектра действия.
3	Аденома простаты	Аденома простаты - это доброкачественная гиперплазия эпителиальных клеток предстательной железы. Заболевание развивается в результате попадания инфекции извне (ранения, царапины). Так и в результате изнутри - кровеносные сосуды при развитии воспалительного процесса на орган паразитический, ишемический и боль, которая усиливается в процессе его формирования. При благоприятном течении абсцесс прорывается самостоятельно в соседнюю полость или наружу. В случае образования абсцесса в закрытой полости (плевральной, брюшной) развивается эмпиема (скопление гноя в полости). Скопление гноя в полости приводит к развитию абсцесса. Абсцесс может образовываться в результате травмы. Если травмированный элемент прорывается наружу со стороны кисти, либо любого другого конечного сустава, абсцесс сопровождается гнойным перитонитом, образованием гнойного абсцесса, гнойной болью.	Для диагностики проводят эндоскопию, при которой обнаруживают абсцесс в области перитонита.	Лечение абсцесса носовой полости - с его вскрытием, опорожнением полости и последующим дренированием и промыванием без вакуума. По окончании 1-ой операции (3-4-ой - при рецидиве). Обязательно назначаются антибиотики широкого спектра действия.
4	Аденома предстательной железы	Аденома предстательной железы - это доброкачественная гиперплазия эпителиальных клеток предстательной железы. Заболевание развивается в результате попадания инфекции извне (ранения, царапины). Так и в результате изнутри - кровеносные сосуды при развитии воспалительного процесса на орган паразитический, ишемический и боль, которая усиливается в процессе его формирования. При благоприятном течении абсцесс прорывается самостоятельно в соседнюю полость или наружу. В случае образования абсцесса в закрытой полости (плевральной, брюшной) развивается эмпиема (скопление гноя в полости). Скопление гноя в полости приводит к развитию абсцесса. Абсцесс может образовываться в результате травмы. Если травмированный элемент прорывается наружу со стороны кисти, либо любого другого конечного сустава, абсцесс сопровождается гнойным перитонитом, образованием гнойного абсцесса, гнойной болью.	Для диагностики проводят эндоскопию, при которой обнаруживают абсцесс в области перитонита.	Лечение абсцесса носовой полости - с его вскрытием, опорожнением полости и последующим дренированием и промыванием без вакуума. По окончании 1-ой операции (3-4-ой - при рецидиве). Обязательно назначаются антибиотики широкого спектра действия.
5	Аденома предстательной железы	Аденома предстательной железы - это доброкачественная гиперплазия эпителиальных клеток предстательной железы. Заболевание развивается в результате попадания инфекции извне (ранения, царапины). Так и в результате изнутри - кровеносные сосуды при развитии воспалительного процесса на орган паразитический, ишемический и боль, которая усиливается в процессе его формирования. При благоприятном течении абсцесс прорывается самостоятельно в соседнюю полость или наружу. В случае образования абсцесса в закрытой полости (плевральной, брюшной) развивается эмпиема (скопление гноя в полости). Скопление гноя в полости приводит к развитию абсцесса. Абсцесс может образовываться в результате травмы. Если травмированный элемент прорывается наружу со стороны кисти, либо любого другого конечного сустава, абсцесс сопровождается гнойным перитонитом, образованием гнойного абсцесса, гнойной болью.	Для диагностики проводят эндоскопию, при которой обнаруживают абсцесс в области перитонита.	Лечение абсцесса носовой полости - с его вскрытием, опорожнением полости и последующим дренированием и промыванием без вакуума. По окончании 1-ой операции (3-4-ой - при рецидиве). Обязательно назначаются антибиотики широкого спектра действия.

Рисунок 3 – Фрагмент данных для загрузки в систему

Все использованные исходные данные не удастся привести полностью в связи с их большим объемом, поэтому на рисунке 3 они приведены частично. Данный файл и будет использоваться как исходные данные для системы Эйдос.

Разработка системно-когнитивных моделей и численные решения задач

Ввод исходных данных из таблицы фрагмент которой изображен на рисунке 3 в систему осуществляется с помощью API с параметрами, приведенными на рисунках 4,5.

При загрузке данных были выбраны некоторые ключевые параметры, такие как элементы значений полей-слова символов равным 3, чтобы в результирующую выборку попадали только слова, и проводить лемматизацию, для приведения каждого слова к его лемме, то есть первоначальному состоянию, результаты лемматизации приведены на рисунке 7.

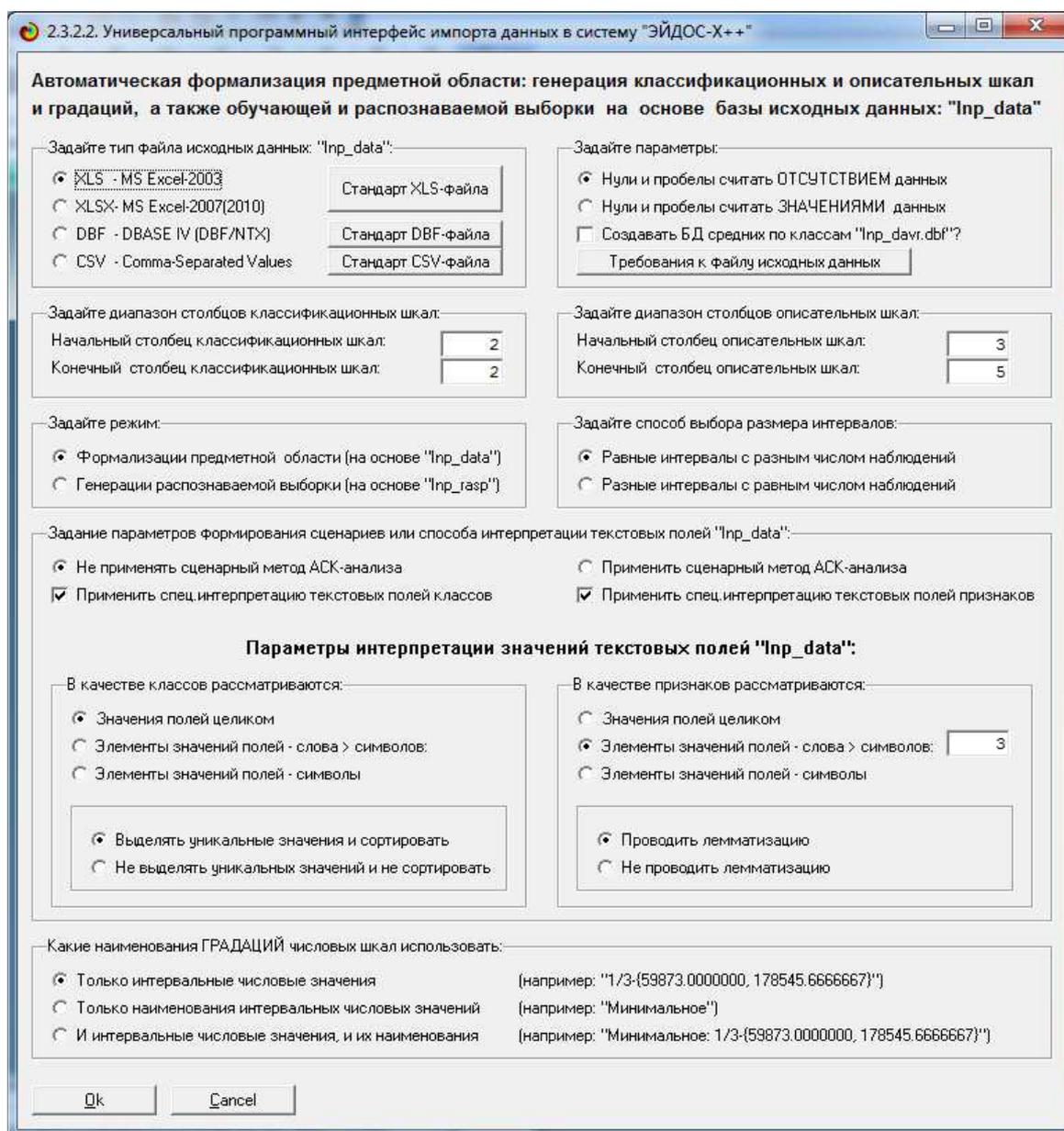


Рисунок 4 – Форма настройки параметров ввода данных

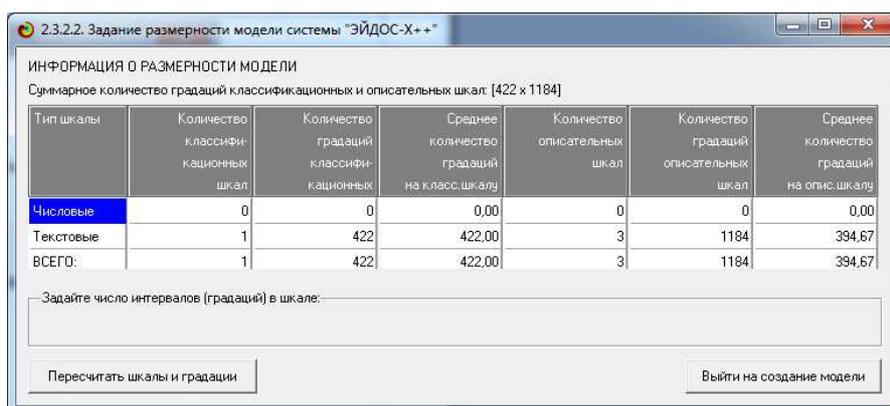


Рисунок 5 – Задание размерности модели системы Эйдос

На рисунке 6 изображен процесс импорта данных из файла Inp_data

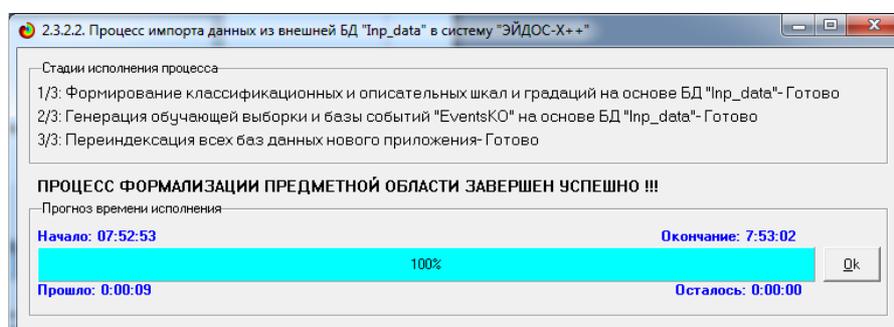


Рисунок 6 – Процесс импорта данных

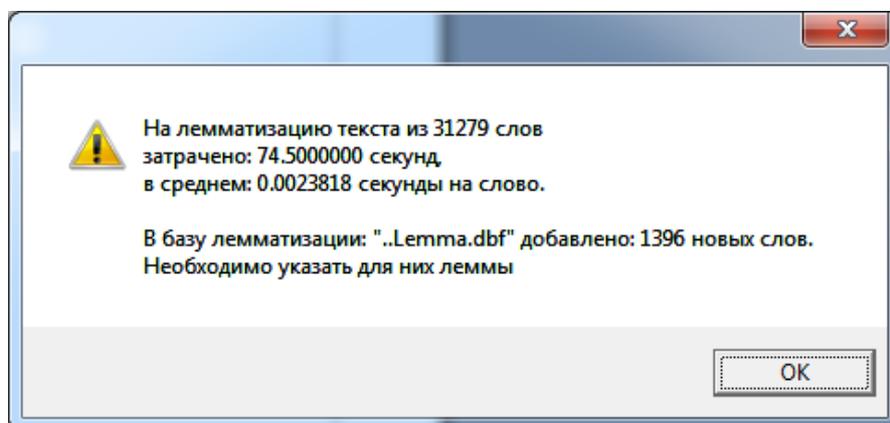


Рисунок 7 – Лемматизация исходных данных

При загрузке данных были выбраны некоторые ключевые параметры, такие как элементы значений полей-слова символов равным 3, чтобы в результирующую выборку попадали только слова, и проводить лемматизацию, для приведения каждого слова к его лемме, то есть первоначальному состоянию, результаты лемматизации приведены на рисунке 7.

Кроме самого ввода исходных данных API осуществляет также формализацию предметной области, которая включает разработку классификационных и описательных шкал и градаций (таблица 6, таблица 7), также

вид в программном интерфейсе (рисунок 8), а затем и кодирование исходных данных с их помощью, в результате чего они преобразуются в обучающую выборку (рисунок 9).

Таблица 6 – Классификационные и градации
– вербальные нозологические образы (фрагмент)

Код	Наименование
1	ДИАГНОЗ-Абсцесс мягких тканей
2	ДИАГНОЗ-Абсцесс носовой перегородки
3	ДИАГНОЗ-Аденоидные разрастания (аденоиды)
4	ДИАГНОЗ-Аденома простаты
5	ДИАГНОЗ-Адреногенитальные расстройства
6	ДИАГНОЗ-Акромегалия
7	ДИАГНОЗ-Алкогольная полинейропатия
8	ДИАГНОЗ-Алкогольный гепатит
9	ДИАГНОЗ-Аллергия
10	ДИАГНОЗ-Алопеция
11	ДИАГНОЗ-Альдостерома
12	ДИАГНОЗ-Амиотрофический боковой склероз
13	ДИАГНОЗ-Анальная трещина
14	ДИАГНОЗ-Ангина
15	ДИАГНОЗ-Ангина Симановского-Венсана (язвенно-некротическая)
16	ДИАГНОЗ-Аневризма брюшной аорты
17	ДИАГНОЗ-Анемия
18	ДИАГНОЗ-Анкилоз коленного сустава
19	ДИАГНОЗ-Анкилоз локтевого сустава
20	ДИАГНОЗ-Аномалии развития наружного и среднего уха
21	ДИАГНОЗ-Аппендицит
22	ДИАГНОЗ-Аскаридоз
23	ДИАГНОЗ-Астигматизм
24	ДИАГНОЗ-Атопический дерматит (нейродермит)
25	ДИАГНОЗ-Аутоиммунный тиреоидит
26	ДИАГНОЗ-Ахиллобурсит
27	ДИАГНОЗ-Бедренная грыжа
28	ДИАГНОЗ-Билиарный цирроз печени
29	ДИАГНОЗ-Болезнь Альцгеймера
30	ДИАГНОЗ-Болезнь Бехтерева
31	ДИАГНОЗ-Болезнь Гиршпрунга
32	ДИАГНОЗ-Болезнь Кенига
33	ДИАГНОЗ-Болезнь Крона
34	ДИАГНОЗ-Болезнь Меньера
35	ДИАГНОЗ-Болезнь Пика
36	ДИАГНОЗ-Ботулизм
37	ДИАГНОЗ-Бронхиальная астма
38	ДИАГНОЗ-Бронхоэктатическая болезнь
39	ДИАГНОЗ-Брюшной тиф
40	ДИАГНОЗ-Бурсит
41	ДИАГНОЗ-Варикозное расширение вен
42	ДИАГНОЗ-Варикоцеле
43	ДИАГНОЗ-Ветряная оспа
44	ДИАГНОЗ-Внутриуставные переломы плечевой кости
45	ДИАГНОЗ-Внутриуставные тела коленного сустава
46	ДИАГНОЗ-Водянка оболочек яичка
47	ДИАГНОЗ-Врожденные деформации наружного носа и носовой перегородки
48	ДИАГНОЗ-Врожденные кисты и свищи носа
49	ДИАГНОЗ-Врожденные околоушные свищи и кисты
50	ДИАГНОЗ-Врожденные пороки развития наружного и среднего уха

Таблица 7 – Описательные шкалы и градации – слова
(фрагмент, всего в модели 6461 слово)

Код	Наименование
1	СИМПТОМЫ-chlamydia
2	СИМПТОМЫ-herpesviridae
3	СИМПТОМЫ-paramyxovirus
4	СИМПТОМЫ-parapertusis
5	СИМПТОМЫ-plasmodium
6	СИМПТОМЫ-simplex
7	СИМПТОМЫ-trahomatis
8	СИМПТОМЫ-абсолютный
9	СИМПТОМЫ-абсцесс
10	СИМПТОМЫ-авария
11	СИМПТОМЫ-автоматический
12	СИМПТОМЫ-автомобильный
13	СИМПТОМЫ-автор
14	СИМПТОМЫ-аддисонический
15	СИМПТОМЫ-аденоид
16	СИМПТОМЫ-аденоидный
17	СИМПТОМЫ-аденокарцинома
18	СИМПТОМЫ-аденокарциномой
19	СИМПТОМЫ-аденома
20	СИМПТОМЫ-адреналин
21	СИМПТОМЫ-адреногенитальный
22	СИМПТОМЫ-адренокортикотропного
23	СИМПТОМЫ-азотистый
24	СИМПТОМЫ-акромегалия
25	СИМПТОМЫ-актг
26	СИМПТОМЫ-активность
27	СИМПТОМЫ-активный
28	СИМПТОМЫ-акустический
29	СИМПТОМЫ-алкоголь
30	СИМПТОМЫ-алкогольный
31	СИМПТОМЫ-аллерген
32	СИМПТОМЫ-аллергический
33	СИМПТОМЫ-аллергия
34	СИМПТОМЫ-алопеции
35	СИМПТОМЫ-алопеция
36	СИМПТОМЫ-альвеола
37	СИМПТОМЫ-альдостерома
38	СИМПТОМЫ-альдостеромы
39	СИМПТОМЫ-альцгеймера
40	СИМПТОМЫ-аминокислота
41	СИМПТОМЫ-амиотрофический
42	СИМПТОМЫ-амниотический
43	СИМПТОМЫ-анастомоза
44	СИМПТОМЫ-анальный
45	СИМПТОМЫ-анатомический
46	СИМПТОМЫ-ангина
47	СИМПТОМЫ-ангиофиброма
48	СИМПТОМЫ-андроген
49	СИМПТОМЫ-аневризм
50	СИМПТОМЫ-аневризма
51	СИМПТОМЫ-анемия
52	СИМПТОМЫ-анкилоз

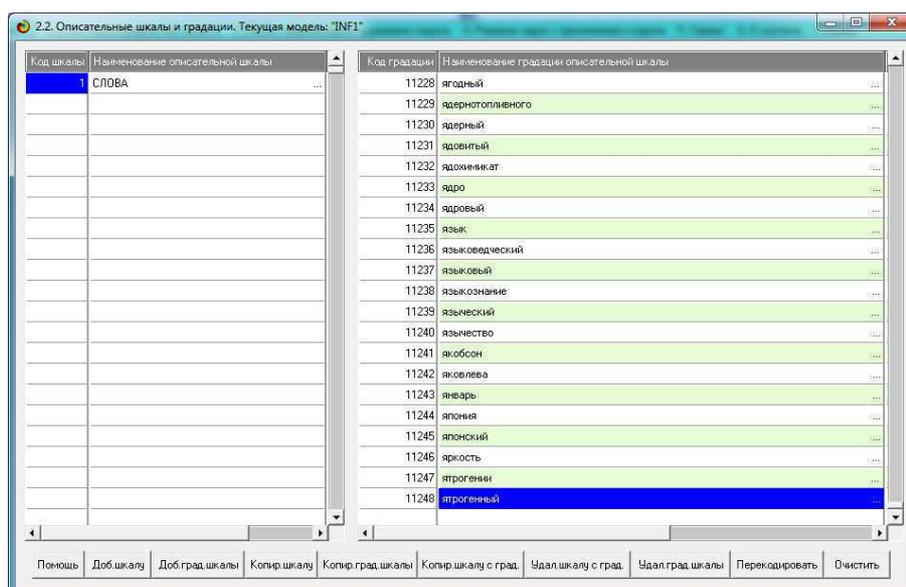


Рисунок 8 - Описательные шкалы и градации вид в программном интерфейсе – слова (фрагмент, всего в модели 6461 слово)

Обучающая выборка представляет собой базу исходных данных, закодированную с помощью классификационных и описательных шкал и градаций (рисунок 9).

На рисунке 9 приведен только фрагмент обучающей выборки, т.к. в нее входит 6461 слов. В верхнем окне рисунка обучающей выборки приведены наименования объектов обучающей выборки, в левой части – коды классов, связанных с этими объектами, в правой части – коды признаков, которые имеются у этих объектов.

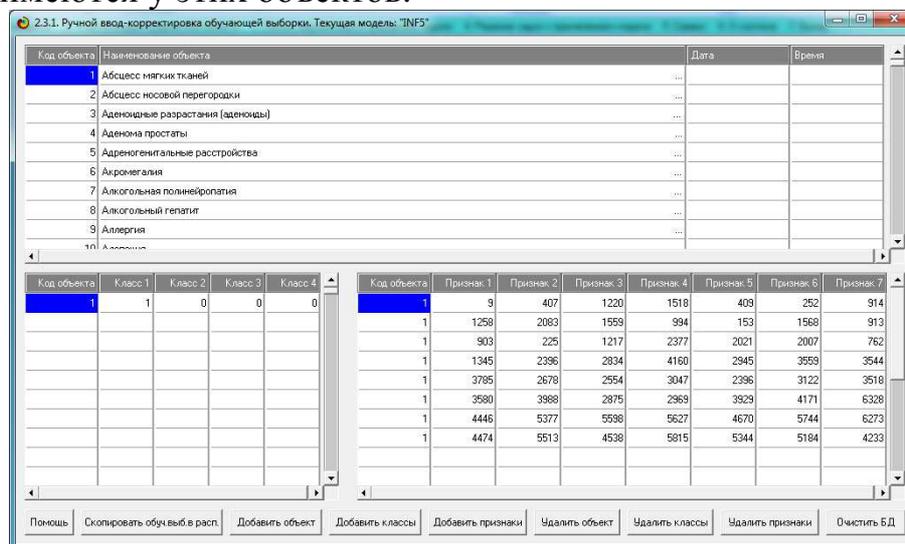


Рисунок 9 – Обучающая выборка (фрагмент)

Таким образом созданы представления нормализованных исходных данных.

Обучающая выборка представляет все необходимые и достаточные условия для проведения следующего этапа АСК-анализа. Следующий этап – синтез и верификация моделей.

На рисунке 10 представлен предлагаемый интерфейс режима синтеза и верификации моделей:

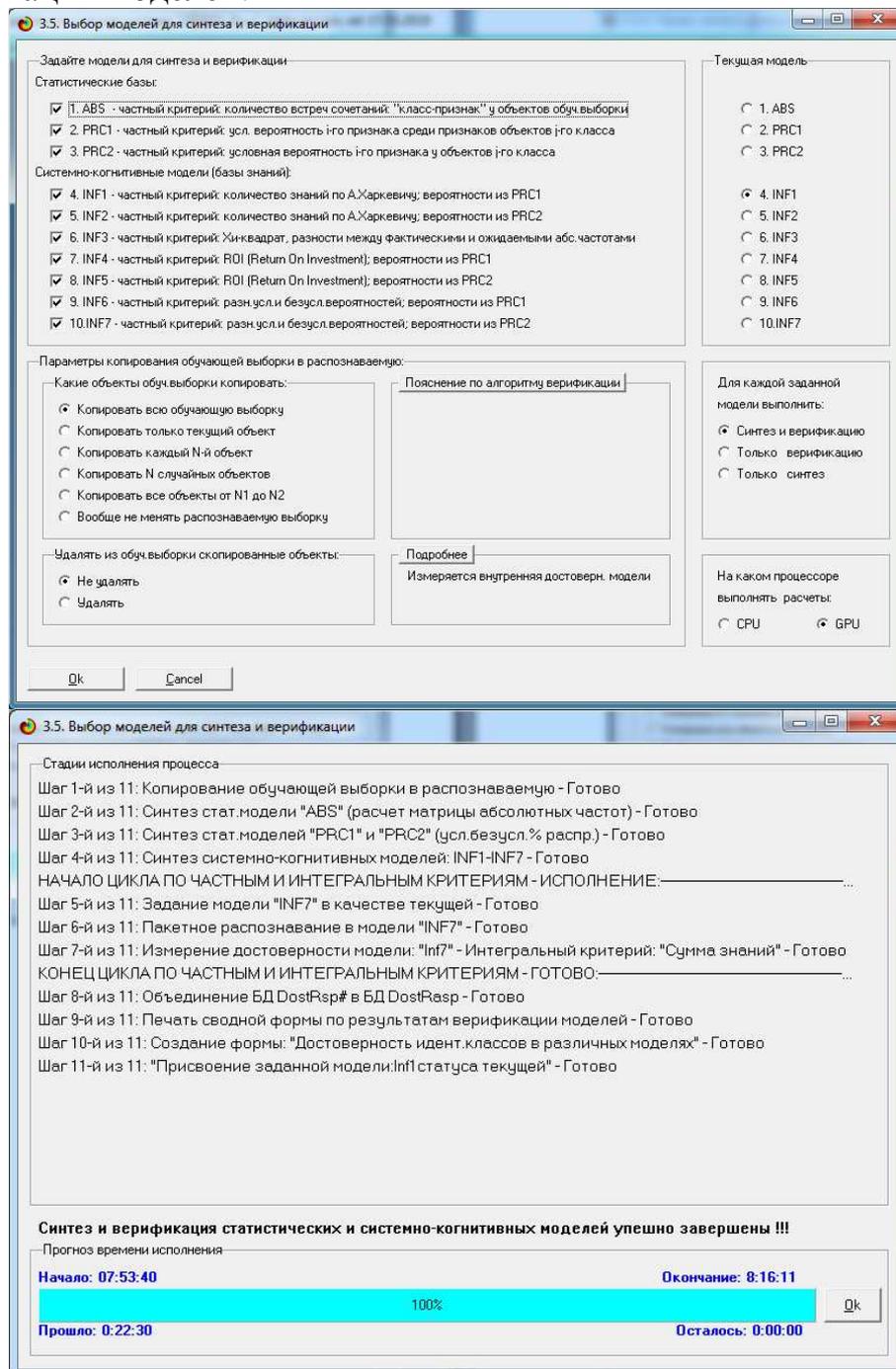


Рисунок 10 – Предлагаемые экранные формы режима синтеза и верификации моделей и стадии процесса исполнения

На рисунке 10 видно, что весь процесс синтеза и верификации моделей занял 22 секунды. Отметим, что при синтезе и верификации был использован процессор графической видеокарты (GPU). На основном про-

цессоре (CPU) выполнение этих операций занимает значительно больше времени. На некоторых задачах время увеличивается в несколько десятков раз). Программа позволяет максимально эффективно использовать вычислительные ресурсы компьютера.

Отметим также, что база лемматизации А.А.Зализняка включает 2097005 слов. В ходе выполнения данной работы она была дополнена еще на 1396, представляющих собой термины, встретившиеся в определениях медицинских болезней. Сами модели имеют вид, приведенный на рисунке 11:

Код признака	Наименование относительной шкалы и градации	1. ДИАГНОЗ АБСЦЕСС НАЧЕКА ТУНЕЯ	2. ДИАГНОЗ АБСЦЕСС НОВОРОДКА РЕБЕРГОРОДИ	3. ДИАГНОЗ АДЕНОВИДНЫЕ РАЗРАСТАНИЯ (АДЕНОВИДЫ)	4. ДИАГНОЗ АДЕНОМА ПРОСТАТЫ	5. ДИАГНОЗ АДРЕНОГЕН. РАССТРОЙСТ.	6. ДИАГНОЗ АКРОМЕГАЛИЯ	7. ДИАГНОЗ АЛКОГОЛЬНАЯ ПОЛИМЕРО...	8. ДИАГНОЗ АЛКОГОЛЬН. ГЕПАТИТ	9. ДИАГНОЗ АЛЛЕРГИЯ	10. ДИАГНОЗ АЛОПЕЦИЯ	11. ДИАГНОЗ АЛЬДОСТЕР.
2079	СИМПТОМы:печень	-0.009	-0.008	-0.007	-0.011	-0.009	-0.010	-0.009	-0.009	-0.010	-0.007	-0.010
2080	СИМПТОМы:печень	-0.009	-0.008	-0.007	-0.011	-0.009	-0.010	-0.009	-0.009	-0.010	-0.007	-0.010
2081	СИМПТОМы:печень	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
2082	СИМПТОМы:печень	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
2083	СИМПТОМы:палец	0.947	-0.048	0.957	0.939	-0.052	0.943	-0.053	-0.053	-0.041	-0.041	-0.055
2084	СИМПТОМы:палец	-0.033	-0.029	-0.026	-0.037	-0.031	-0.035	-0.033	-0.033	-0.034	-0.029	-0.034
2085	СИМПТОМы:нога	-0.007	-0.006	-0.006	-0.008	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.005	-0.007
2086	СИМПТОМы:голова	-0.005	-0.004	-0.004	-0.005	-0.004	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.005
2087	СИМПТОМы:голова	-0.014	-0.012	-0.011	-0.016	-0.013	-0.015	-0.014	-0.014	-0.015	-0.011	-0.014
2088	СИМПТОМы:голова	-0.005	-0.004	-0.004	-0.005	-0.004	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.004	-0.005
2089	СИМПТОМы:голова	-0.014	-0.012	-0.011	-0.016	-0.013	-0.015	-0.014	0.988	-0.015	-0.011	-0.014
2090	СИМПТОМы:голова	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
2091	СИМПТОМы:голова	-0.009	-0.008	-0.007	-0.011	-0.009	-0.010	-0.009	-0.009	-0.010	-0.007	-0.010
2092	СИМПТОМы:голова	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
2093	СИМПТОМы:голова	-0.023	-0.021	-0.019	-0.027	-0.022	-0.025	-0.023	-0.023	-0.023	-0.019	-0.024
2094	СИМПТОМы:голова	-0.007	-0.006	-0.006	-0.008	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.005	-0.007
2095	СИМПТОМы:голова	-0.009	-0.008	-0.007	-0.011	-0.009	-0.010	-0.009	-0.009	-0.010	-0.007	-0.010
2096	СИМПТОМы:голова	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
2097	СИМПТОМы:голова	-0.002	-0.002	-0.002	-0.003	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002

Рисунок 11 – Системно-когнитивная модель INF3 (фрагмент)

Проведена оценка надежности моделей в системе «Эйдос» путем решения проблемы классификации исходных изображений в соответствии с изображением классов и подсчета количества истинно положительных и отрицательных, а также ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван-Ризбергера и L1-L2-мер проф. Е.В. Луценко.

Классическая количественная мера достоверности моделей: F-мера Ван Рисберген основан на подсчете общего количества истинных и ошибочно идентифицированные и неопознанные объекты образец в мульти классовых системах классификации, таких как система «Эйдос», тот же обучающий или узнаваемый объект образцы могут одновременно применяться ко многим классам. В соответствии с

При синтезе модели ее описание используется для формирования обобщенные образы многих классов, к которым он принадлежит. Когда используется Использование модели для классификации определяется степенью сходства различия объекта со всеми классами, и истинно-положительные Это может быть объект, принадлежащий нескольким классам одновременно себя. В результате этой классификации оказывается, что объект не просто правильно или ошибочно относится или не относится к разным сам, как в классической F-мере, но правильно или неправильно ссылается или не распространяется на них в разной степени.

Однако классическая F-мера не учитывает тот факт, что объект может на самом деле, он одновременно принадлежит ко многим классам (мультикласс тот факт, что в результате классификации, разнообразие личностная степень сходства, различия объекта с классами (нечеткость). На многочисленные численные примеры автора обнаружили, что при использовании мутные положительные и истинно отрицательные решения, модуль подобия различия между объектом и классами значительно выше, чем при ложном положительные и ложноотрицательные решения.

Поэтому была предложена мера надежности модели L1, принимая во внимание не только тот факт, является истинным или ложным положительным или отрицательное решение, но и степень доверия классификатора к этим решениям. Однако при классификации больших данных большое количество ложноположительных решений с низким сходством, которые в целом могут внести большой вклад в обоснованность модели.

Чтобы преодолеть эту проблему, предложена L2-мера, в которой вместо сумм уровней сходства с использованием средних уровней сходства согласно различным вариантам классификации.

Таким образом, в системе «Эйдос» меры принимаются меры достоверности модели, называемые L1-мера и L2-мера, которые смягчают и преодолевают недостатки F-меры. В работе эти меры описаны математически и их приложение демонстрируется на численном примере. В интеллектуальной системе «Эйдос», представляющей собой программный инструментарий автоматизированный системно-когнитивный анализ (ASC-анализ), все эти меры доверия модели расположены: F, L1 и L2

В режиме 4.1.3.6 кратко и в режиме 4.1.3.7 показано более подробно надежность каждой конкретной модели в соответствии с этими мерами. В этом случае мера L2 имеет наивысшую точность. В соответствии с критерием $L2=0.997$ наиболее достоверной является модель INF5 (рисунок 12):

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Сходство между уровнями сход. ложно отриц. решений (SF)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера пров. E.V. Лиценз. о	Сравний модуль уровней сход. истинно-полож. решений	Средний модуль уровней сход. истинно-отрицат. решений	Средний модуль уровней сход. ложноположит. решений	Средний модуль уровней сход. ложноотрицат. решений	A-Точность модели A-Precision +ATR/ATR	A-Полнота модели A-Recall +ATR/ATR	L2-мера пров. E.V. Лиценз. о
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "к.клас...	Корреляция абс. частот с абр...		0.049	1.000	0.094	1.000	0.008	0.051		0.952	1.000	0.975
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний "к.клас...	Сумма абс. частот по признак...		0.044	1.000	0.084	0.707		0.041		0.946	1.000	0.972
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред.	Корреляция усл.отн. частот с о...		0.049	1.000	0.094	1.000	0.008	0.051		0.952	1.000	0.975
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность его признака сред.	Сумма усл.отн. частот по приз...		0.043	1.000	0.083	0.676		0.039		0.945	1.000	0.972
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака.	Корреляция усл.отн. частот с о...		0.049	1.000	0.094	1.000	0.008	0.051		0.952	1.000	0.975
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность его признака.	Сумма усл.отн. частот по приз...		0.044	1.000	0.084	0.707		0.041		0.946	1.000	0.972
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в.	Семантический резонанс: зна...		0.106	1.000	0.192	0.952	0.005	0.025		0.975	1.000	0.987
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в.	Сумма знаний		0.083	1.000	0.153	0.757		0.022		0.972	1.000	0.986
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в.	Семантический резонанс: зна...		0.106	1.000	0.192	0.952	0.005	0.024		0.975	1.000	0.987
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в.	Сумма знаний		0.083	1.000	0.154	0.729		0.021		0.972	1.000	0.986
6. INF3 - частный критерий: Хинкварт, разности между факти...	Семантический резонанс: зна...		0.140	1.000	0.245	0.989	0.027	0.036		0.965	1.000	0.992
6. INF3 - частный критерий: Хинкварт, разности между факти...	Сумма знаний		0.143	1.000	0.250	0.699	0.019	0.025		0.965	1.000	0.982
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятно...	Семантический резонанс: зна...		0.437	1.000	0.608	0.783	0.005	0.012		0.985	1.000	0.993
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятно...	Сумма знаний		0.298	1.000	0.459	0.500		0.003		0.994	1.000	0.997
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятно...	Семантический резонанс: зна...		0.437	1.000	0.608	0.783	0.005	0.012		0.985	1.000	0.993
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятно...	Сумма знаний		0.300	1.000	0.461	0.494		0.003		0.994	1.000	0.997
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер.	Семантический резонанс: зна...		0.062	1.000	0.116	0.995	0.007	0.041		0.960	1.000	0.980
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вер.	Сумма знаний		0.053	1.000	0.100	0.676		0.032		0.955	1.000	0.977
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве.	Семантический резонанс: зна...		0.062	1.000	0.116	0.995	0.006	0.041		0.960	1.000	0.980
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; ве.	Сумма знаний		0.053	1.000	0.103	0.695		0.033		0.955	1.000	0.977

Рисунок 12 – Предлагаемые экранные формы режима верификации моделей

Из рисунка 13 мы видим, что отрицательные решения (т.е. решения о непринадлежности объекта к классу) в данной модели всегда истинные, а положительные решения (т.е. о принадлежности объекта к классу) есть и истинные, и ложные, причем все ложные решения наблюдаются при невысоких уровнях сходства (примерно до 5%), а более высоких уровнях сходства наблюдаются только истинно-положительные решения. Это позволяет надежно и с высокой достоверностью решать задачи системной классификации и идентификации текстов.

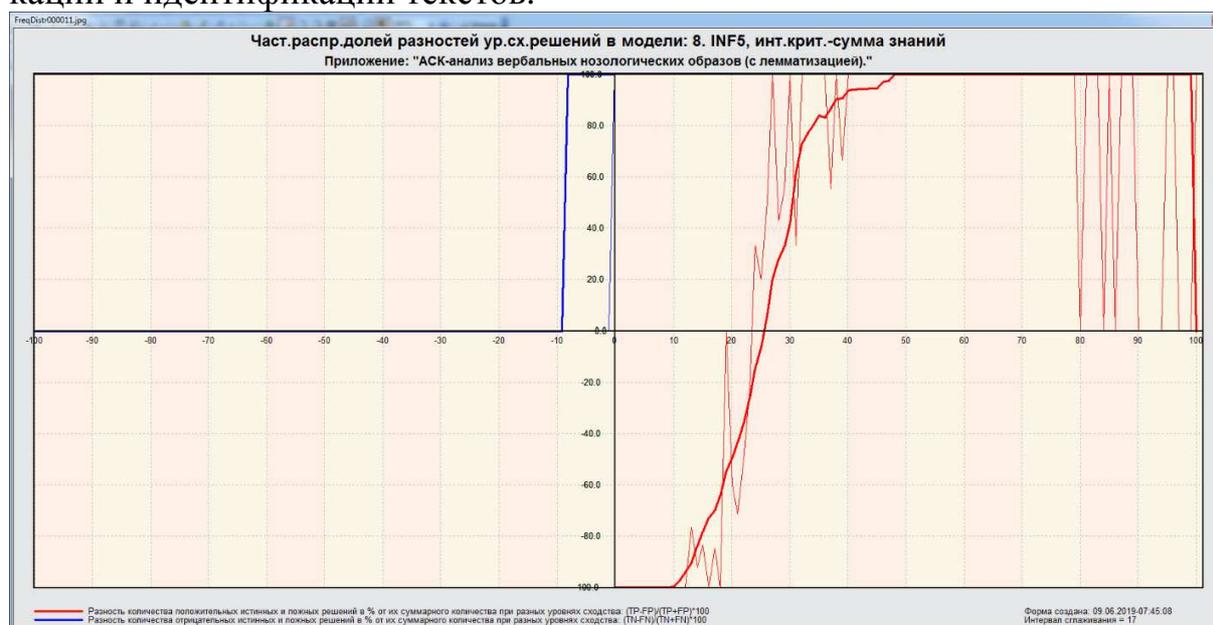


Рисунок 13 – Частотное распределение долей разностей истинных и ложных положительных и отрицательных решений

Это очень хорошие и разумные результаты. Обратимся к режиму 3.7.5. Данный режим показывает Парето зависимость суммарной дифференцирующей мощности модели от числа градаций описательных шкал, рассортированных в порядке убывания их селективной силы или значимости (рисунок 14).

В качестве значимости значения фактора для решения различных задач в системно-когнитивной модели (СК-модель) в АСК-анализе и системе «Эйдос» принята вариабельность значений фактора по классам в матрице модели.

В качестве значимости фактора для решения различных задач в системно-когнитивной модели (СК-модель) в АСК-анализе и системе «Эйдос» принята средняя значимость значений данного фактора по классам в матрице модели.

Существует много количественных мер вариабельности (изменчивости), но в данном случае принято использовать среднеквадратичное отклонение.

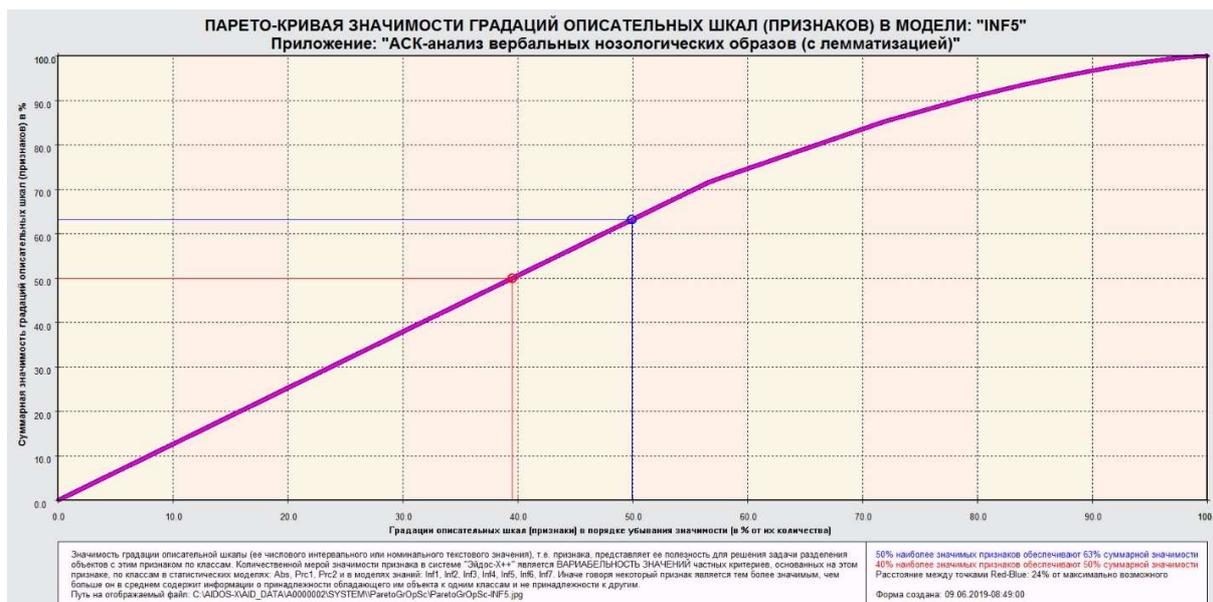


Рисунок 14 – Парето-зависимость суммарной дифференцирующей мощности модели от числа градаций описательных шкал, рассортированных в порядке убывания их селективной силы в СК-модели INF5.

Степень детерминированности вербальных нозологических образов (классов) в наиболее достоверной модели изображена на рисунке 15.

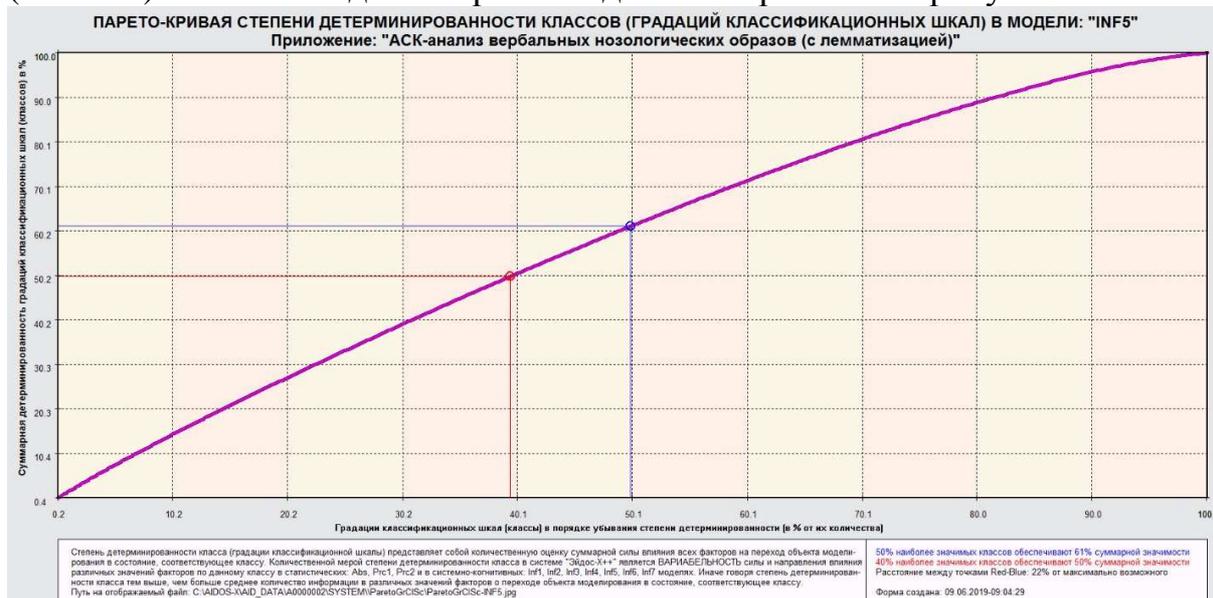


Рисунок 15 – Степень детерминированности вербальных нозологических образов (классов) в модели INF5.

Вариабельность значения фактора по классам выбрана в качестве значимости этого значения фактора потому, что чем выше эта вариабельность, тем лучше позволяет это значение фактора разделить (различить) классы. Если вариабельность значения фактора равна нулю, то данное значение фактора вообще является бесполезным для решения задачи идентификации и других задач.

На основе рисунка 15 и соответствующих таблиц можно обоснованно сделать выводы о том, что, например, в наиболее достоверной модели INF5:

1. 50% наиболее значимых градаций описательных шкал обеспечивают 63% суммарной селективной мощности модели (точка BLUE).
2. 40% суммарной селективной мощности модели обеспечивается 50% наиболее значимых градаций описательных шкал (точка RED).
3. Число градаций описательных шкал может быть существенно сокращено без особой потери качества модели путем удаления из модели малозначимых градаций. При этом размерность модели существенно сократится и ее быстродействие соответственно возрастет.

Для решения задачи прогнозирования возможных диагнозов с конкретным пациентом необходимо предварительно придать статус текущей модели INF5 (рисунок 16), а уже затем проводить собственно прогнозирование (рисунок 17):

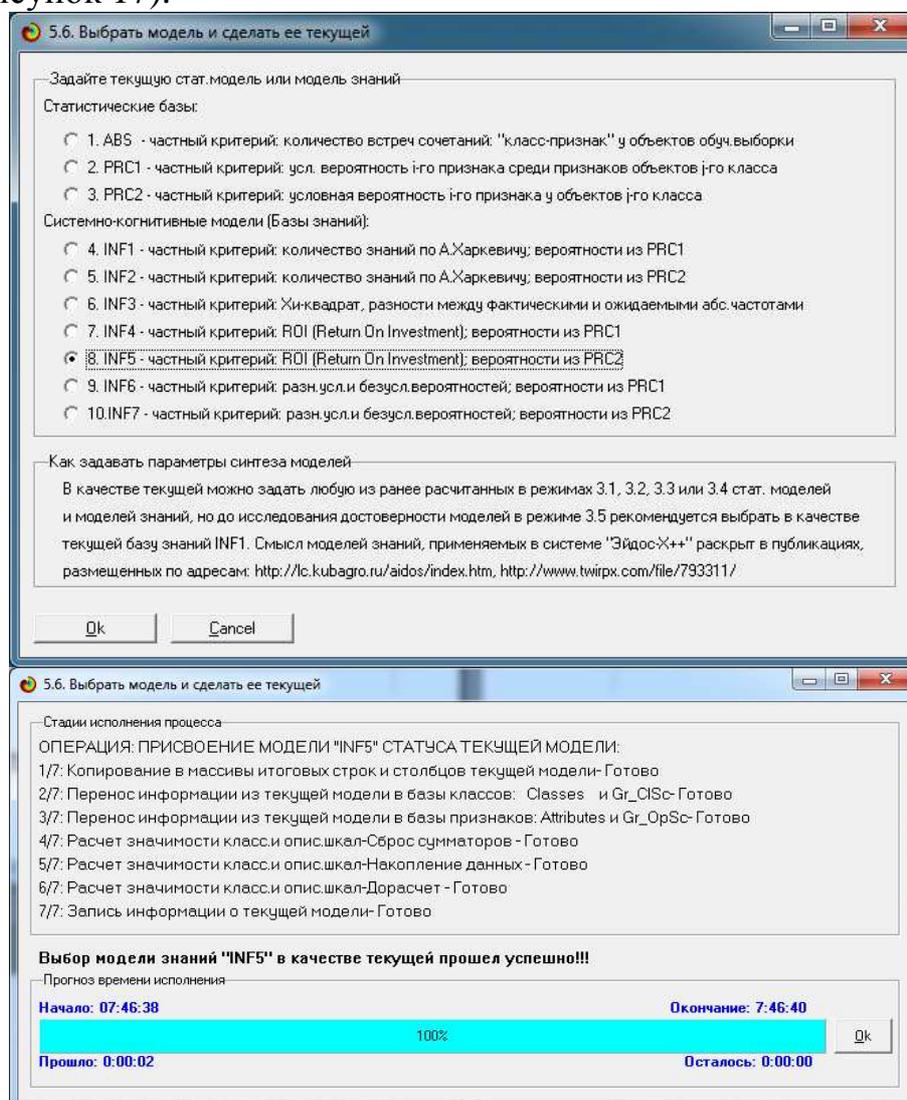


Рисунок 16 – Придание модели INF5 статуса текущей

Экранные формы режима придания наиболее достоверной модели статуса текущей.

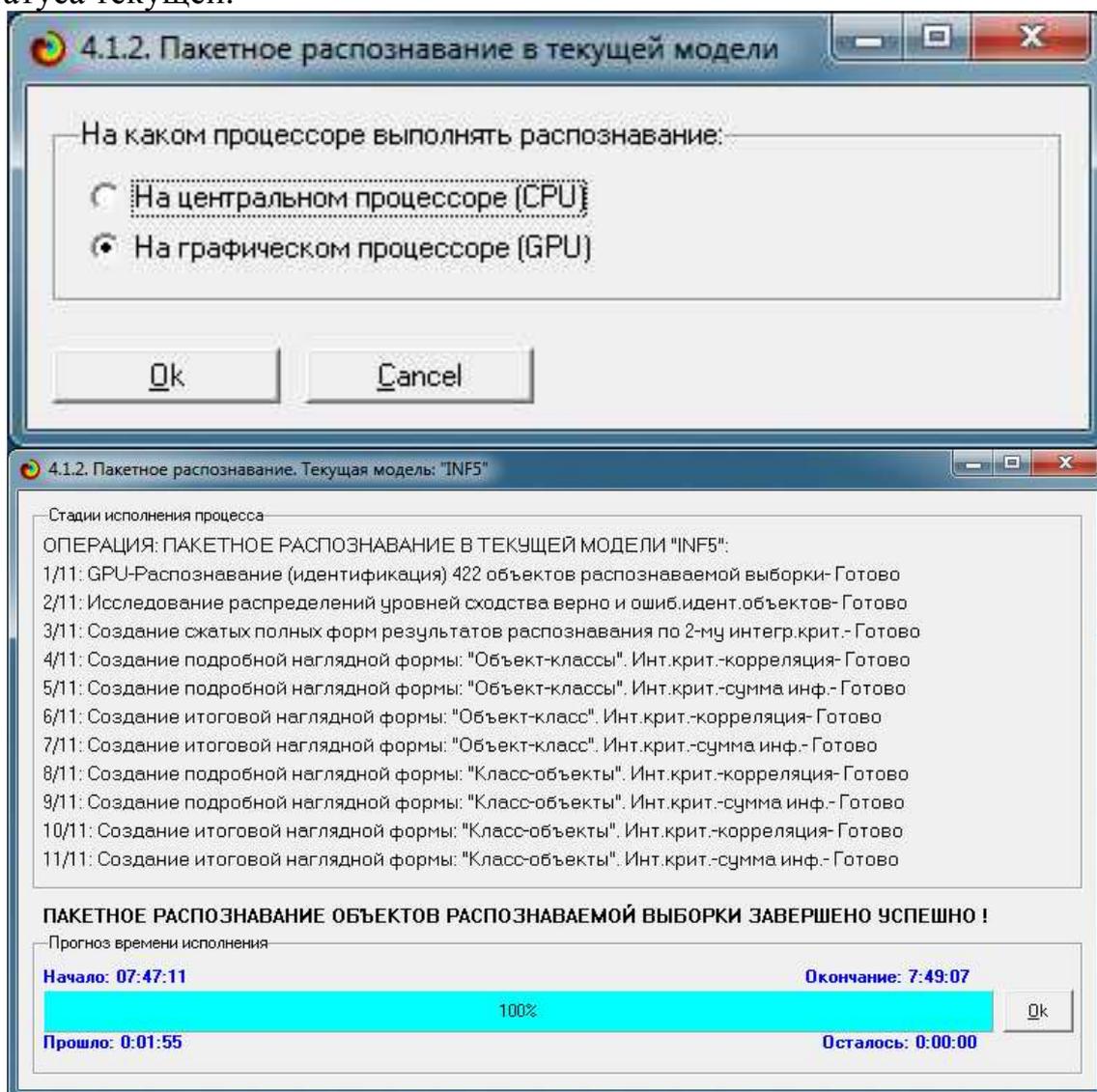


Рисунок 17 – Экранные формы режима решения задачи идентификации в наиболее достоверной модели

Ввод исходных для прогнозирования осуществляется с помощью того же API, что и исходных данных для формирования моделей (рисунок 4), только с опцией: «Генерация распознаваемой выборки».

Видно, что идентификация 82 текстов в ранее созданных моделях заняла 1 минуту 55 секунд. Отметим, что большую часть этого времени заняла не сама идентификация на GPU, а создание 10 выходных форм на основе результатов этой идентификации. Эти формы отражают результаты идентификации в различных разрезах и обобщениях.

Результат прогнозирования получаем в виде экранной формы, в которой все возможные результаты ранжированы в порядке убывания релевантности (рисунок 18):

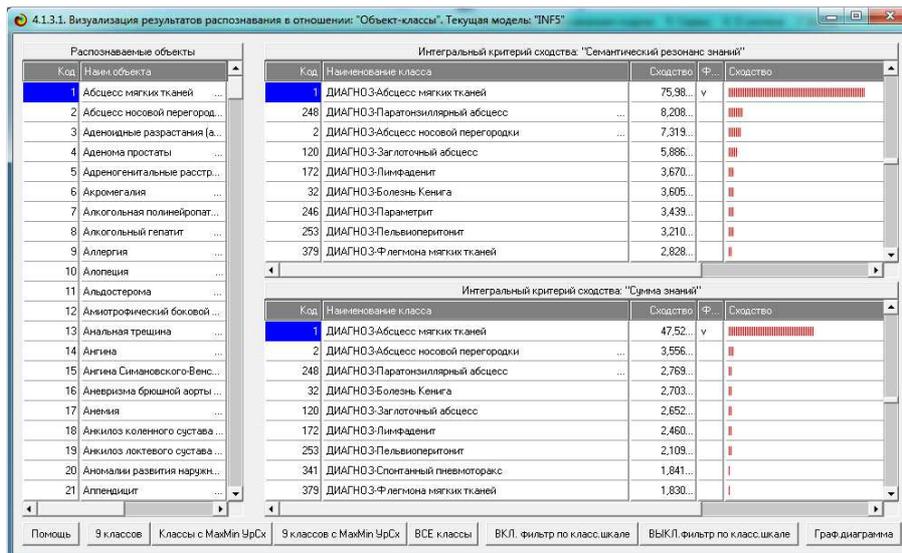


Рисунок 18 – Экранная форма прогнозирования результатов диагноза

Видно, что ожидается минимальный результат, чуть менее вероятен вариант немного лучше, и т.д. Синим отмечены варианты, которые согласно прогнозу исключаются. На подобные прогнозы врач может опираться при установлении диагноза пациента. Приведем еще две результирующие формы рисунок 19.

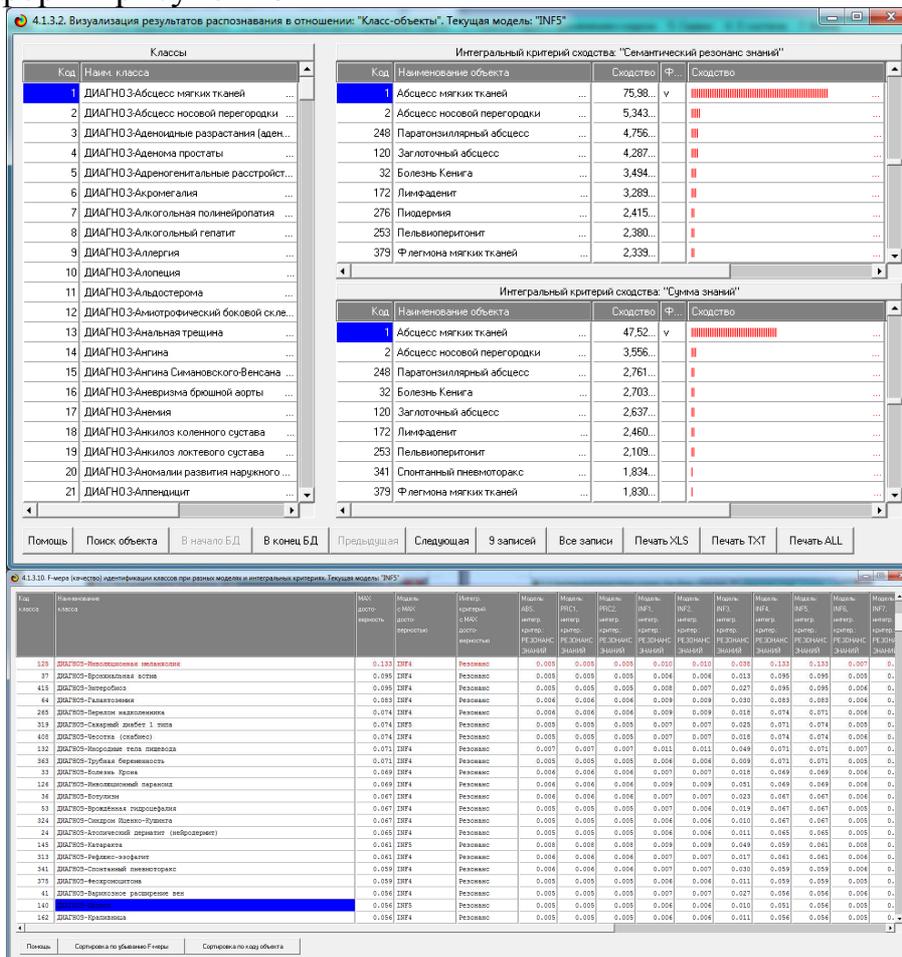


Рисунок 19 – Выходные формы по результатам верификации моделей

Из рисунка 19 видно, что результаты атрибуции имеют очень высокую достоверность и полностью соответствуют экспертным ожиданиям.

Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» без фильтра изображены на рисунке 20.

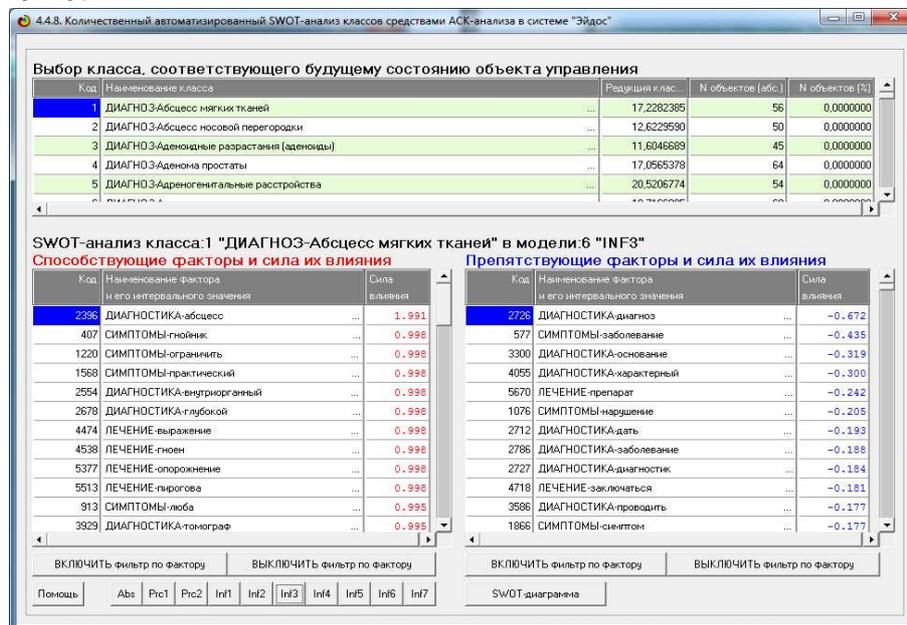


Рисунок 20 – Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» (без фильтра)

При принятии решений определяется сила и направления влияния факторов на принадлежность состояний объекта моделирования к тем или иным классам. По сути, это решение задачи SWOT-анализа. В системе «Эйдос» в режиме 4.4.8 поддерживается решение этой задачи. При этом выявляется семантическое ядро и семантическое антиядро заданного класса. На рисунке 21 приведено семантическое ядро и антиядро нозологического образа диагноза абсцесс мягких тканей.

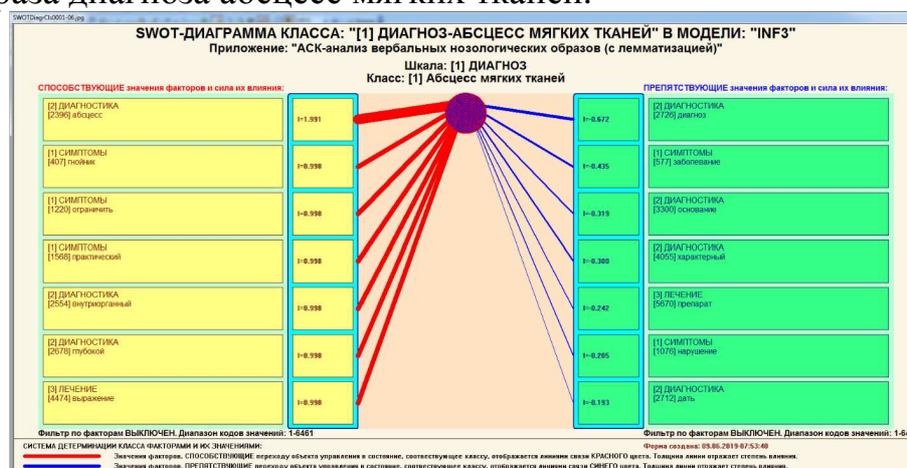


Рисунок 21 – Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» (без фильтра) – SWOT-диаграмма

Также можно получить аналогичное семантическое ядро, но с применением фильтра по шкале «Симптомы». Информацию об этом мы можем получить из форм SWOT-анализа. Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» с включенным фильтром по шкале «Симптомы» изображены на рисунке 22.

То же самое проделываем, но уже с фильтром по шкале «Диагностика» (рисунок 23). Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» (включен фильтр по шкале «Диагностика»)

Профессором Е.В. Луценко предложены нелокальные нейроны и нелокальные нейронные сети прямого счета, основанные на теории информации. Эти сети, предложенные автором 15 лет очень сходны с популярным сегодня нейробайесовским подходом.

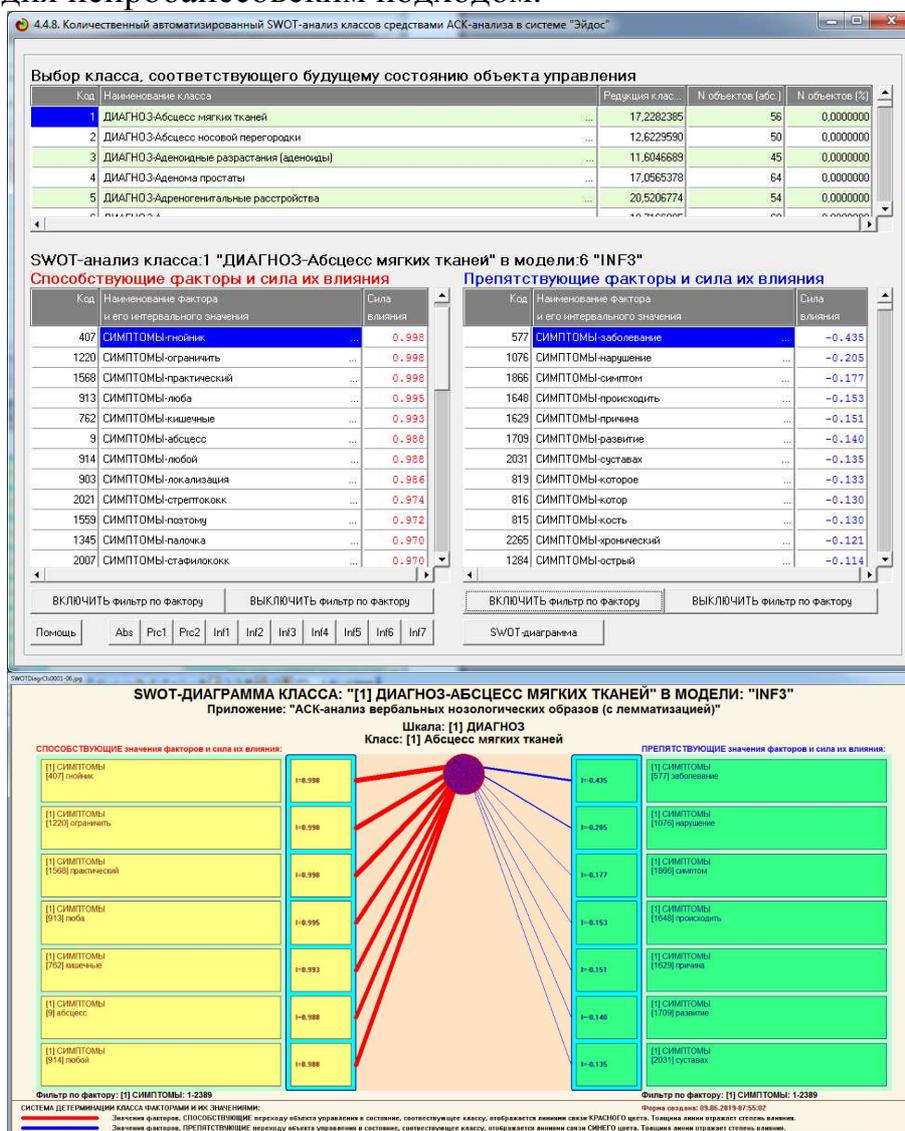


Рисунок 22 – Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» (включен фильтр по шкале «Симптомы»)

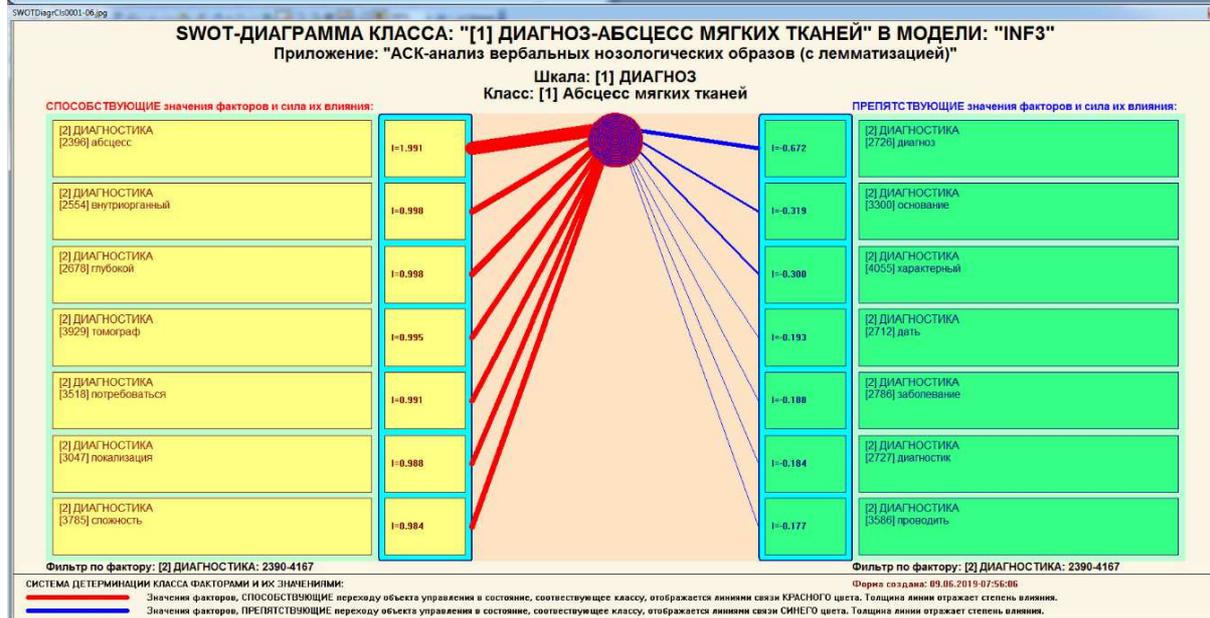
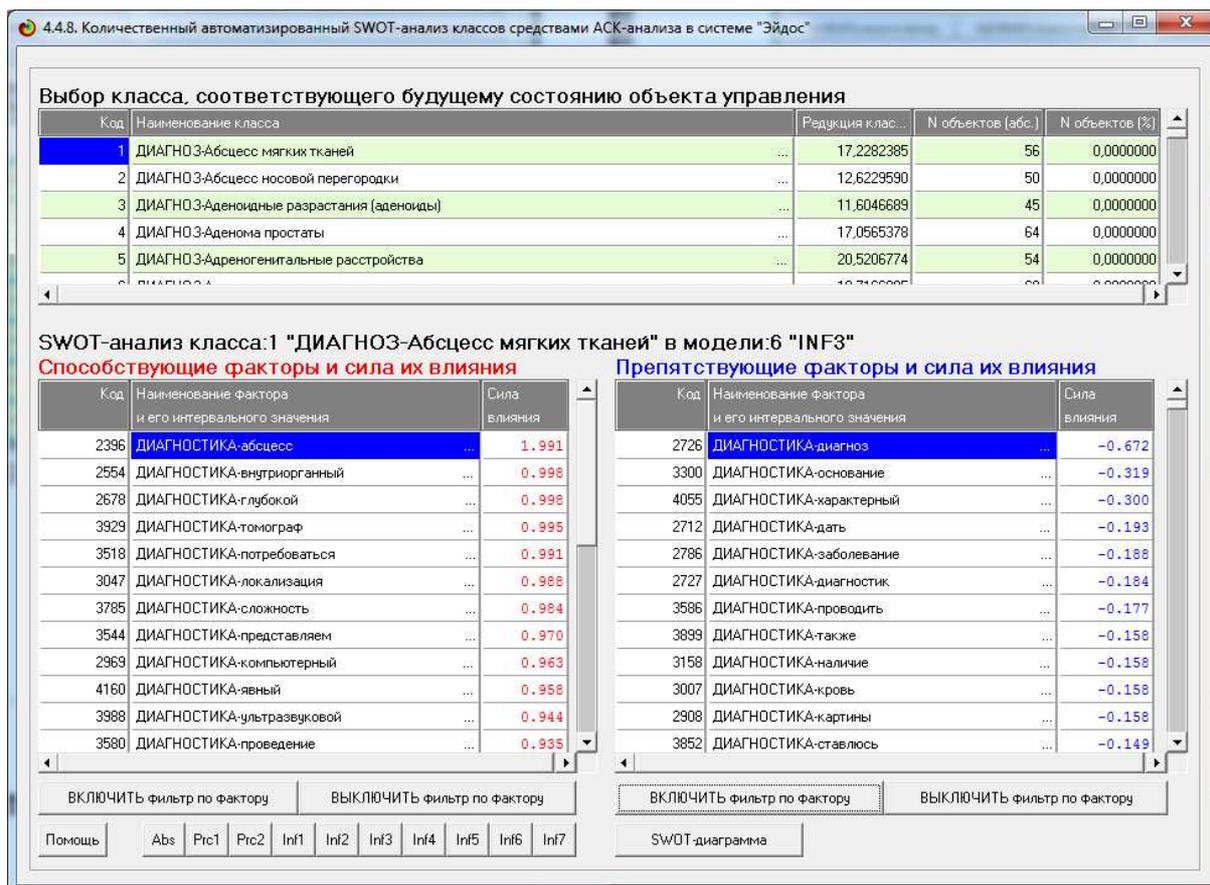


Рисунок 23 – Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» (включен фильтр по шкале «Диагностика»)

Последняя интересующая нас информация, связанная с этим типом выходных форм, это семантическое ядро с фильтром по шкале «Лечение».

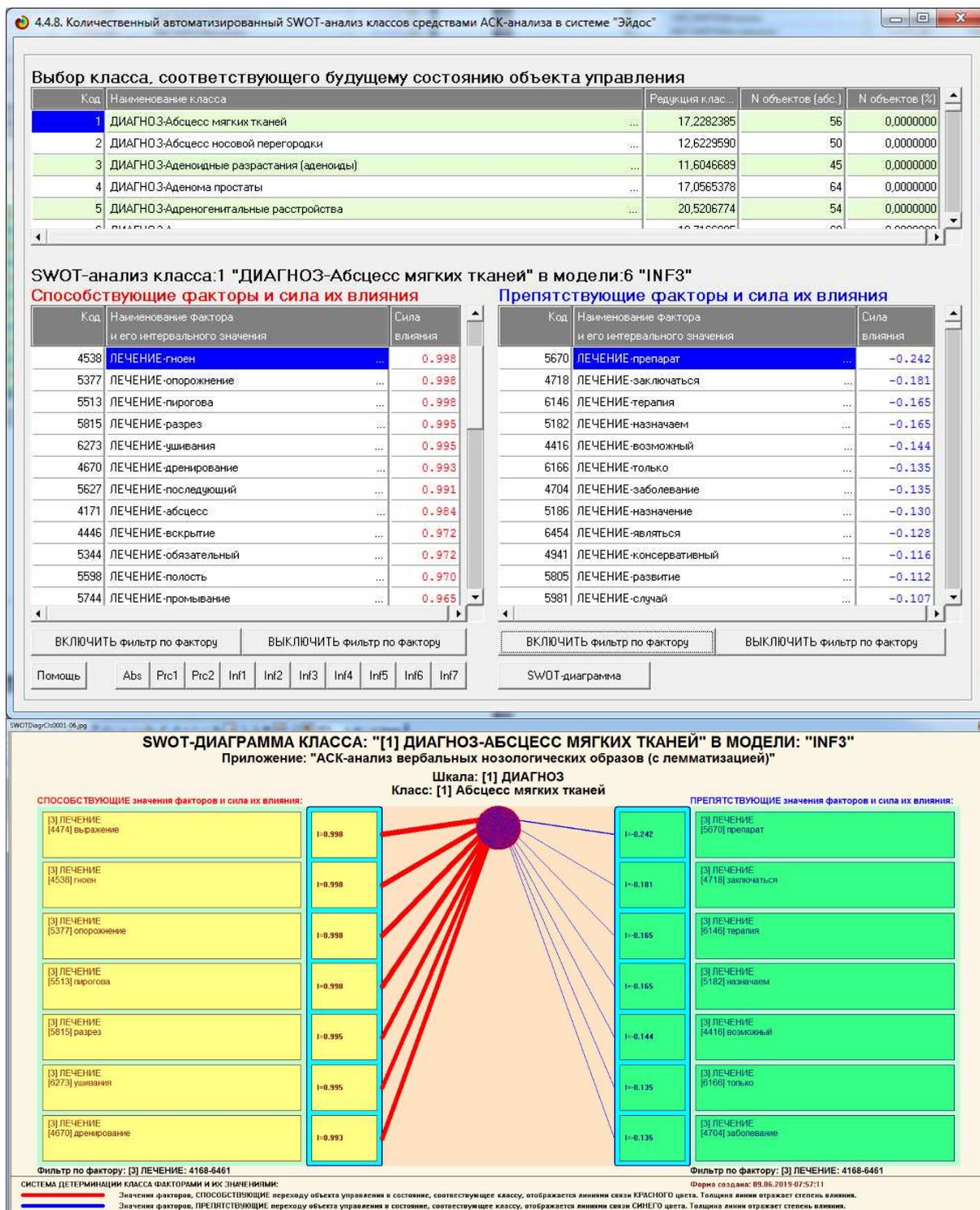


Рисунок 24 – Слова, наиболее характерные и нехарактерные для вербального нозологического образа «Абсцесс мягких тканей» (включен фильтр по шкале «Лечение»)

Пример нелокального нейрона группы абсцесс мягких тканей в АСК-модели INF3 с 36 рецепторами приведен на рисунке 25.

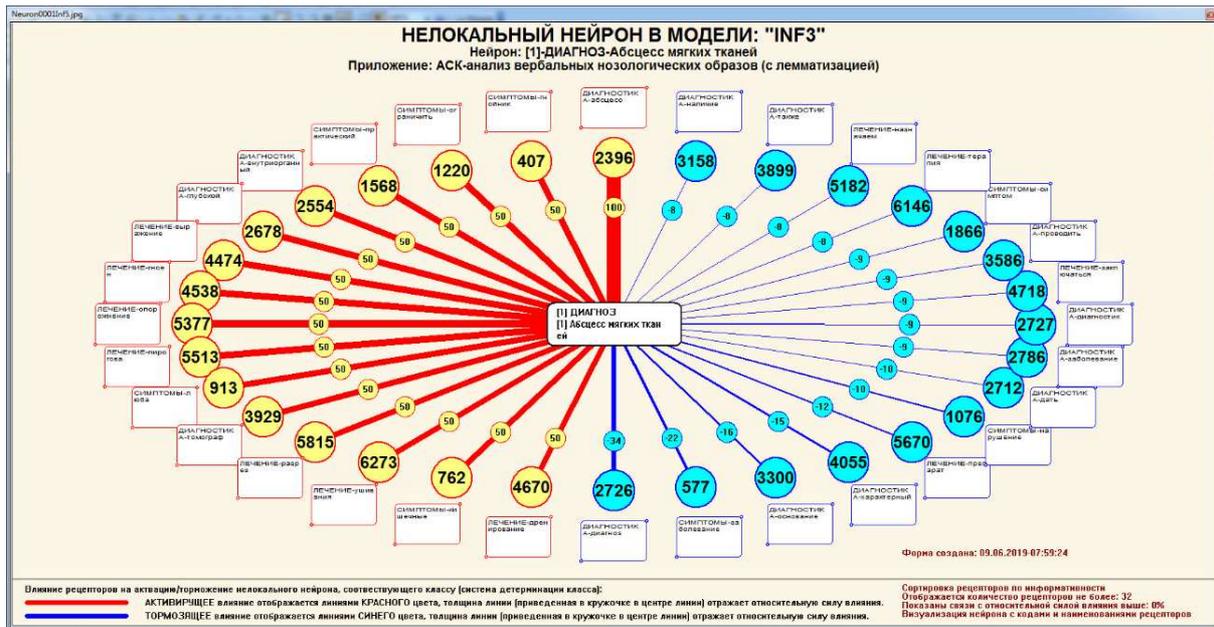


Рисунок 25 – Нелокальный нейрон «Абсцесс мягких тканей»
36 рецепторов

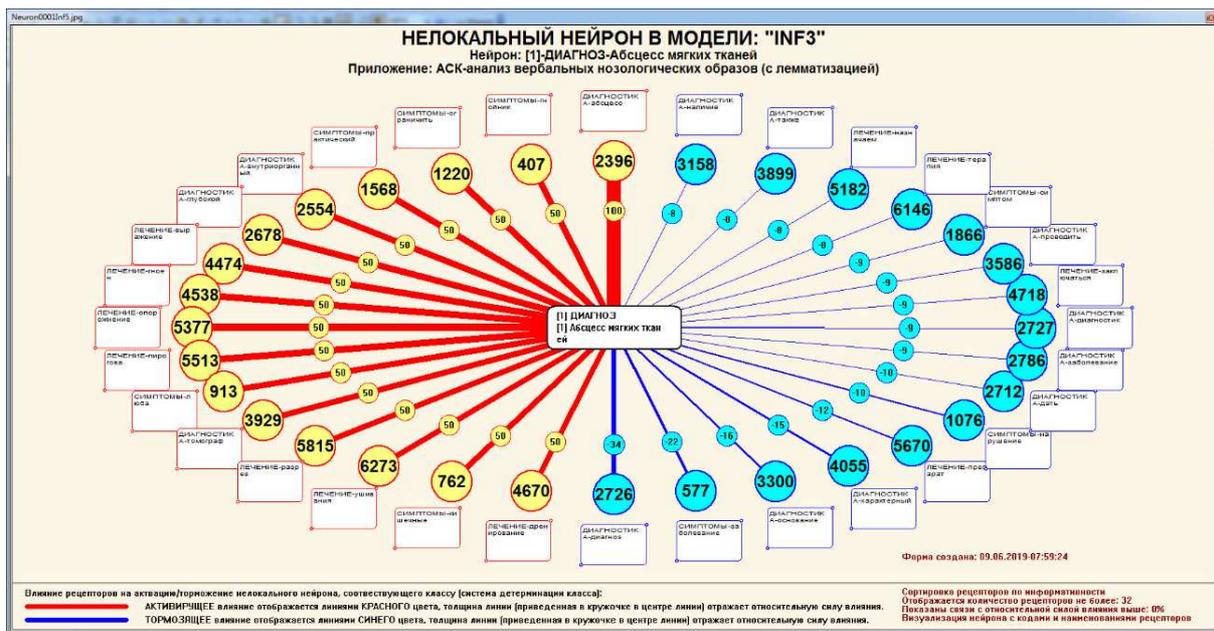


Рисунок 26 – Экранная форма визуализации парето-подмножества одного слоя нелокальной нейронной сети (показано 0,13% наиболее значимых синаптических связей)

Отметим, что системно-когнитивные модели (СК-модели), созданные в системе «Эйдос», отражают смысл каждого слова, который в данном случае представляет собой количество информации (в битах), содержащееся в слове, о принадлежности текста с данным словом к тому или иному классу (рисунок 27).

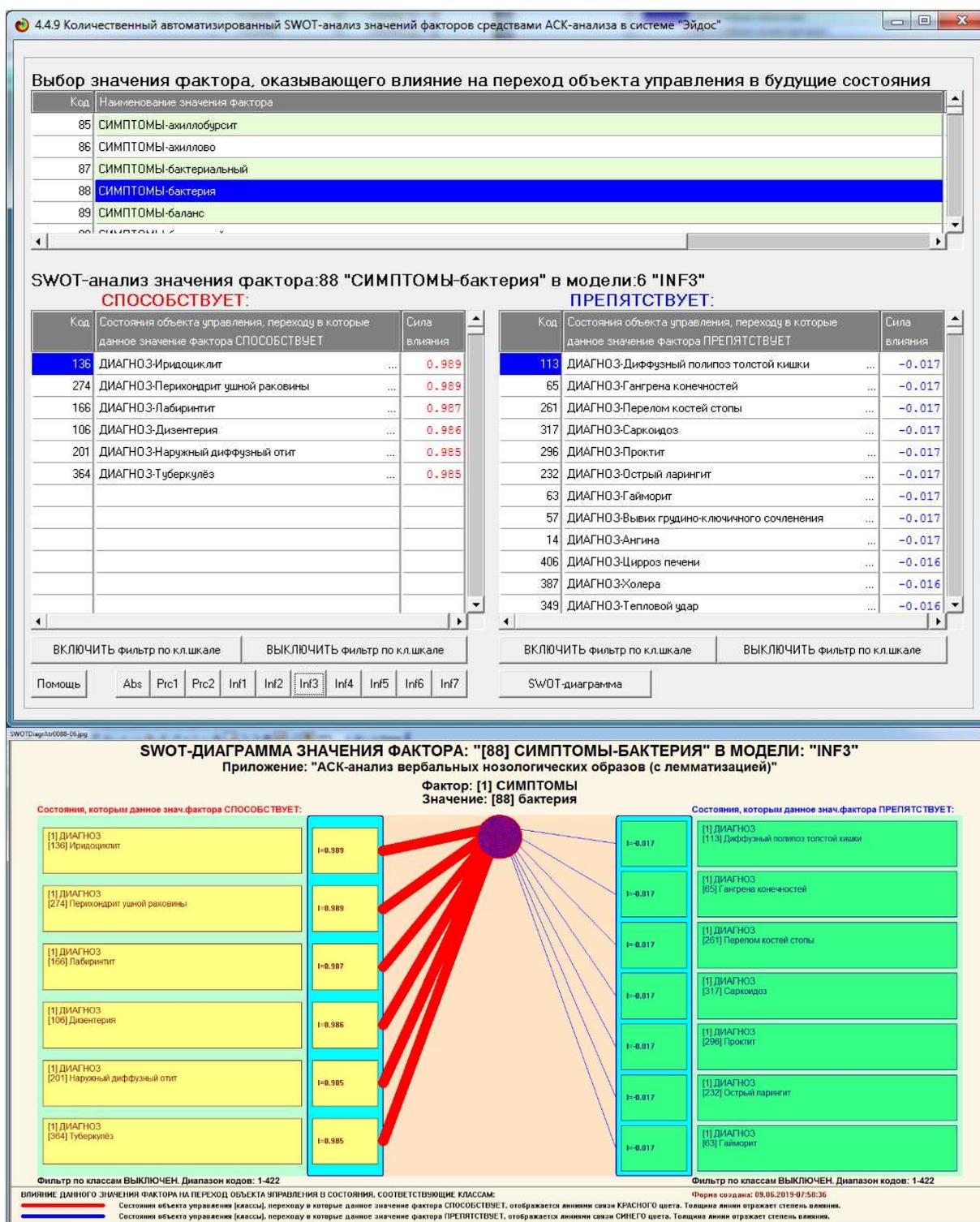


Рисунок 27 – Смысл симптома «бактерия»

Большую проблему точной работы программы представляет объективное сходство описаний симптомов нозологических образов между собой. При классификации они могут быть отнесены к сходной болезни. Пример этого для диагноза абсцесс мягких тканей изображен на рисунке 28.

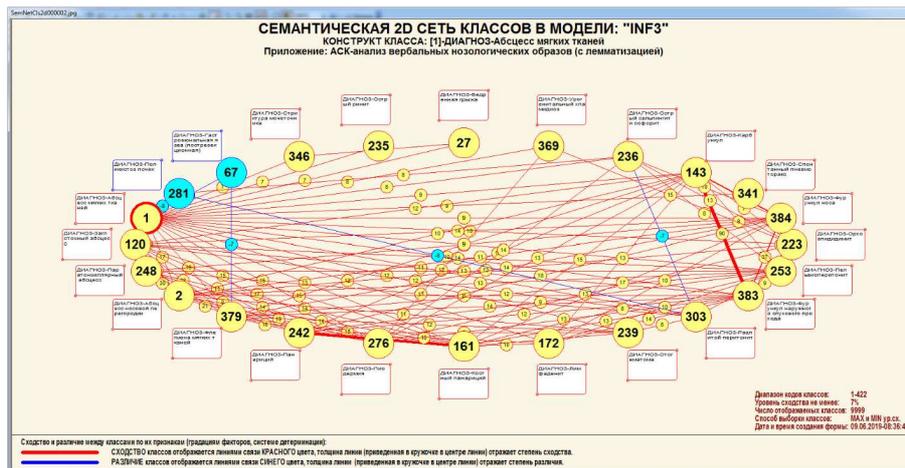


Рисунок 28 – Когнитивная диаграмма, отражающая сходство-различие обобщенных образов классов друг с другом

Еще одна форма визуализации 2d-семантической сети вербальных нозологических образов изображена на рисунке 28.

После поставленного диагноза, специалист заносит результаты обследования и правильный диагноз вместе с жалобами пациента в базу данных, на данных которой программа через определенное время будет переобучена, тем самым программа с новой версией обучения будет определять диагнозы намного лучше. В перспективе обучить программу можно до такого уровня, что она сможет ставить диагнозы на уровне, а скорее всего лучше, чем специалисты в этой области.

4.2.2.2. Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Конструкт класса:1 "ДИАГНОЗ-Абсцесс мягких тканей" в модели:6 "INF3"

Код	Наименование класса	№	Код класса	Наименование класса	Сходство
1	ДИАГНОЗ-Абсцесс мягких тканей	1	1	ДИАГНОЗ-Абсцесс мягких тканей	100.000
2	ДИАГНОЗ-Абсцесс носовой перегородки	2	120	ДИАГНОЗ-Злокачественный абсцесс	21.498
3	ДИАГНОЗ-Аденоидные разрастания (аденоиды)	3	248	ДИАГНОЗ-Паратонзиллярный абсцесс	20.722
4	ДИАГНОЗ-Аденома простаты	4	2	ДИАГНОЗ-Абсцесс носовой перегородки	16.887
5	ДИАГНОЗ-Аденогенитальные расстройства	5	379	ДИАГНОЗ-Флегмона мягких тканей	15.686
6	ДИАГНОЗ-Акромегалия	6	242	ДИАГНОЗ-Панариций	15.384
7	ДИАГНОЗ-Алкогольная полинейропатия	7	276	ДИАГНОЗ-Пиодермия	14.708
8	ДИАГНОЗ-Алкогольный гепатит	8	161	ДИАГНОЗ-Костный панариций	12.916
9	ДИАГНОЗ-Аллергия	9	172	ДИАГНОЗ-Пиелфлегмон	11.915
10	ДИАГНОЗ-Алопеция	10	239	ДИАГНОЗ-Отогематома	11.853
11	ДИАГНОЗ-Альдостерома	11	303	ДИАГНОЗ-Разлитой перитонит	10.503
12	ДИАГНОЗ-Ангиотрофонический боковой склероз	12	383	ДИАГНОЗ-Фурюкул наружного слухового прохода	10.325
13	ДИАГНОЗ-Ангинальная трещина	13	253	ДИАГНОЗ-Пельвиоперитонит	9.772
14	ДИАГНОЗ-Ангина	14	223	ДИАГНОЗ-Орхидопидидит	9.691
15	ДИАГНОЗ-Ангина Симановского-Венсана (язв...	15	384	ДИАГНОЗ-Фурюкул носа	9.265
16	ДИАГНОЗ-Аневризма брюшной аорты	16	341	ДИАГНОЗ-Спонтанный пневмоторакс	9.052
17	ДИАГНОЗ-Анемия	17	143	ДИАГНОЗ-Карбункул	8.930
18	ДИАГНОЗ-Анкилоз коленного сустава	18	236	ДИАГНОЗ-Острый сальпингит и оофорит	8.332
19	ДИАГНОЗ-Анкилоз локтевого сустава	19	369	ДИАГНОЗ-Урогенитальный хламидиоз	8.006
20	ДИАГНОЗ-Аномалии развития наружного и сре...	20	27	ДИАГНОЗ-Бедренная грыжа	7.486
21	ДИАГНОЗ-Аппендицит	21	235	ДИАГНОЗ-Острый ринит	7.331
22	ДИАГНОЗ-Аскаридоз	22	346	ДИАГНОЗ-Стриктуря мочеоточника	7.126
23	ДИАГНОЗ-Астigmatизм	23	421	67 ДИАГНОЗ-Гастроэзофагеальная язва (пострезекционная)	-7.573

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 График ВКЛ. фильтр по к.шкале ВЫКЛ. фильтр по к.шкале Вписать в окно Показать ВСЕ

Рисунок 29 – Результаты кластерно-конструктивного анализа классов

Тем не менее на рисунке 28 видно, что различие в распознавании диагноза абсцисс мягких тканей от следующей похожей болезни довольно

велико, так что можно предположить, что определение этого диагноза будет довольно точным.

Несмотря на схожие диагнозы, путем пополнения базы программы специалисты будут постоянно ее совершенствовать. Программа будет выискивать особые отличия между схожими диагнозами и работать с каждым переобучение все точнее и точнее.

Описание алгоритма работы системы

Пациент приходит к специалисту, обычно общего назначения, к терапевту, и рассказывает ему про то, что его беспокоит, про симптомы его болезни.

Специалист вводит его жалобы в файл Excel с заранее подготовленной структурой. Первая строка должна содержать заголовки столбцов в следующем порядке: ФИО, симптомы. Далее занести этот файл в программу Эйдос, которая на основе разработанных верификационных моделей предоставит информацию относительно пациента. Также возможно составление файла на множество пациентов, и, допустим, в конце дня подводить итога касательно всех пришедших пациентов сразу.

По каждому пациенту будет дан результат касательно его диагноза. Программа исходя из загруженной модели определения и файла симптомов предлагает наиболее достоверные результаты диагностики.

Специалист исходя из прогнозируемых диагнозов системы и своих профессиональных навыков может перенаправить пациента к более узко специализированному врачу, назначить дополнительное обследование, собрать консилиум врачей либо сам поставить диагноз. Специалист сам выбирает опираться ли ему на прогноз программы или нет. В тестовый период результаты могут быть не достаточно точными, но они уже с высокой вероятностью направят специалиста в правильную сторону, тем самым упростив его работу.

После поставленного диагноза, специалист заносит результаты обследования и правильный диагноз вместе с жалобами пациента в базу данных, на данных которой программа через определенное время будет переобучена, тем самым программа с новой версией обучения будет определять диагнозы намного лучше. В перспективе обучить программу можно до такого уровня, что она сможет ставить диагнозы на уровне, а скорее всего лучше, чем специалисты в этой области.

Выводы

Создана система, которая позволяет прогнозировать вероятный диагноз пациента исходя из его симптомов. Система позволяет совершенствовать ее, путем предоставления ей правильных диагнозов со связанными с ними симптомами. Иными словами чем дольше будет существовать система, тем точнее будут ее результаты.

В перспективе после этапа тестирования можно создать подсистему для уже имеющейся системы ведения электронных карточек пациентов, ну или самостоятельную систему для сбора этих данных. А точнее симптомов и идентификационных данных пациентов, для более удобного взаимодействия с системой прогнозирования.

Система будет внедрена в тестовом режиме, для установления возможных ошибок и недостатков. Следующей стадией будет полноценное внедрение системы, и постоянное расширение ее базы знаний, что будет делать ее выводы точнее и точнее. Рассмотрим организационные и финансово-экономические аспекты внедрения собственной системы.

Со всеми моделями, созданными в данной статье, можно ознакомиться, установив облачное Эйдос-приложение №150 в режиме 1.3 системы «Эйдос».

Таким образом, актуальность заключается в том, что в современном мире изучено довольно много разнообразных заболеваний, и определить точный диагноз и назначить правильное решение порой сложно. Именно поэтому актуальны автоматизированные системы медицинской диагностики. Особенно необходимы подобные системы молодым врачам, лишь начинающим лечебную практику и не имеющим большого опыта диагностики. Именно молодых врачей автоматизированные диагностические системы способны застраховать от грубых ошибок в диагностике, которые порой обходятся очень дорого. Одной из проблем, препятствующих применению таких систем, является сложность ввода в них исходной информации для постановки диагноза. В выпускной квалификационной работе предлагается решение этой проблемы путем использования интерфейса на естественном языке. Продемонстрировано решение этой проблемы на реальном примере, включающем более 400 нозологических образов, описанных примерно 6000 лемматизированными словами. По сути, предложенное решение позволяет использовать анамнез пациента непосредственно для автоматизированной постановки диагноза.

В работе проведено исследование объекта моделирования (справочника вербальных описаний симптоматики заболеваний); рассмотрен процесс постановки диагноза пациенту и назначения ему лечения; создана модель, отражающая информационные взаимосвязи слов с нозологическими образами; произведена постановка задач; предложен и описан алгоритм работы системы; обоснована экономическая целесообразность и эффективность разрабатываемой системы; произведено внедрение системы в медицинском учреждении в Краснодарской краевой больнице №1 им. Очаповского в режиме экспериментального тестирования основного функционала и дальнейшего совершенствования системы.

Научная и практическая значимость результатов исследования заключается в следующем:

- предложена методика выявления информационных взаимосвязей слов с нозологическими образами, основанная на теории информации;
- разработаны системно-когнитивные модели, обеспечивающие общую медицинскую диагностику на основе вербальных описаний симптоматики, т.е. в том числе по анамнезу;
- решена задача общей медицинской диагностики по анамнезу.

Работа имеет междисциплинарный характер, в ней в частности использованы знания в области искусственного интеллекта, медицины и филологии.

Литература

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> 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>
2. 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.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

7. Луценко Е.В. Синтез семантических ядер научных специальностей ВАК РФ и автоматическая классификация статей по научным специальностям с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос» (на примере Научного журнала КубГАУ и его научных специальностей: механизации, агрономии и ветеринарии) / Е.В. Луценко, Н.В. Андрафанова, Н.В. Потапова // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – №01(145). С. 31 – 102. – IDA [article ID]: 1451901033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2019/01/pdf/33.pdf>, 4,5 у.п.л.

8. Луценко Е.В. Формирование семантического ядра ветеринарии путем Автоматизированного системно-когнитивного анализа паспортов научных специальностей ВАК РФ и автоматическая классификация текстов по направлениям науки / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2018. – №10(144). С. 44 – 102. – IDA [article ID]: 1441810033. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2018/10/pdf/33.pdf>, 3,688 у.п.л.

9. Луценко Е.В. Интеллектуальная привязка некорректных ссылок к литературным источникам в библиографических базах данных с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» (на примере Российского индекса научного цитирования – РИНЦ) / Е.В. Луценко, В.А. Глухов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – №01(125). С. 1 – 65. – IDA [article ID]: 1251701001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/01.pdf>, 4,062 у.п.л.

10. Луценко Е.В. Применение АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" для решения в общем виде задачи идентификации литературных источников и авторов по стандартным, нестандартным и некорректным библиографическим описаниям / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №09(103). С. 498 – 544. – IDA [article ID]: 1031409032. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/32.pdf>, 2,938 у.п.л.

11. Луценко Е.В. АСК-анализ проблематики статей Научного журнала КубГАУ в динамике / Е.В. Луценко, В.И. Лойко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №06(100). С. 109 – 145. – IDA [article ID]: 1001406007. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/07.pdf>, 2,312 у.п.л.

12. Луценко Е.В. Атрибуция анонимных и псевдонимных текстов в системно-когнитивном анализе / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 44 – 64. – IDA [article ID]: 0050403003. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/03.pdf>, 1,312 у.п.л.

13. Луценко Е.В. Атрибуция текстов, как обобщенная задача идентификации и прогнозирования / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №02(002). С. 146 – 164. – IDA [article ID]: 0020302013. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/13.pdf>, 1,188 у.п.л.

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

15. Луценко Е.В. Открытая масштабируемая интерактивная интеллектуальная on-line 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. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

16. Луценко Е.В. Методологические аспекты выявления, представления и использования знаний в АСК-анализе и интеллектуальной системе "Эйдос" // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 70. С. 44-91.

17. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2003. № 1. С. 76-88.

18. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе "Эйдос") // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 71. С. 27-74.

19. Ткачев А.Н., Луценко Е.В. Качество жизни населения, как интегральный критерий оценки эффективности деятельности региональной администрации // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2004. № 4. С. 71-85.

20. Луценко Е.В., Лойко В.И., Макаревич О.А. Автоматизированные технологии управления знаниями в агропромышленном холдинге // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2009. № 52. С. 48-59.

21. Луценко Е.В. Когнитивные функции как адекватный инструмент для формального представления причинно-следственных зависимостей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010. № 63. С. 12-34.

22. Луценко Е.В., Трунев А.П., Бандык Д.К. Метод визуализации когнитивных функций - новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2011. № 67. С. 1-43.

23. Орлов А.И., Луценко Е.В. Системная нечеткая интервальная математика (сним) – перспективное направление теоретической и вычислительной математики // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 91. С. 163-215.

24. Луценко Е.В. Виртуализация общества как основной информационный аспект глобализации (основы информационно-функциональной теории развития техники и информационной теории стоимости) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2005. № 9. С. 84-121.

25. Луценко Е.В. Типовая методика и инструментарий когнитивной структуризации и формализации задач в СК-анализе // Политематический сетевой электронный

научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2004. № 3. С. 39-65.

26. Луценко Е.В., Лойко В.И., Макаревич О.А. Системно-когнитивный подход к построению многоуровневой семантической информационной модели управления агропромышленным холдингом // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 41. С. 193-214.

27. Луценко Е.В., Коржаков В.Е. Разработка без программирования и применение в адаптивном режиме методик риэлтерской экспресс-оценки по методу аналогий (сравнительных продаж) в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе "Эйдос" // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 94. С. 336-347.

28. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ функций и восстановление их значений по признакам аргумента на основе априорной информации (интеллектуальные технологии интерполяции, экстраполяции, прогнозирования и принятия решений по картографическим базам данных) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2009. № 51. С. 1-25.

29. Луценко Е.В. Универсальный информационный вариационный принцип развития систем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2008. № 41. С. 62-139.

References

1. Lucenko E.V. Avtomatizirovannyj sistemno-kognitivnyj analiz v upravlenii aktivnyimi ob`ektami (sistemnaya teoriya informacii i ee primenenie v issledovanii ekonomicheskix, socialno-psixologicheskix, texnologicheskix i organizacionno-texnicheskix sistem): Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar: KubGAU. 2002. – 605 s. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909> Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya intervalnaya matematika. Monografiya (nauchnoe izdanie). – Krasnodar, KubGAU. 2014. – 600 s. ISBN 978-5-94672-757-0. <http://elibrary.ru/item.asp?id=21358220>

2. Lucenko E.V. Metrizaciya izmeritelnyx shkal razlichnyx tipov i sovместnaya сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Ejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj 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.

3. Lucenko E.V. Invariantnoe otnositelno ob`emov dannyx nechetkoe mul'ti-klassovoe obobshhenie F-merj dostovernosti modelej Van Rizbergena v ASK-analize i sisteme «Ejdos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj 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.

4. Lucenko E.V. Kolichestvennyj avtomatizirovannyj SWOT- i PEST-analiz sredstvami ASK-analiza i intellektualnoj sistemy «Ejdos-X++» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setевой e`lektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [E`lektronnyj 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.

5. Lucenko E.V. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizaciya na osnove znanij (klasterizaciya v sistemno-kognitivnom анализе и интеллектуальной системе «Ejdos») / E.V. Lucenko, V.E. Korzhakov // Politematicheskij setевой e`lektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU)

[E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2011. – №07(071). S. 528 – 576. – Shifr Informregistra: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Rezhim dos-tupa: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 u.p.l.

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

7. Lucenko E.V. Sintez semanticheskix yader nauchny`x special`nostej VAK RF i avtomaticheskaya klassifikacii statej po nauchny`m special`nostyam s primeneniem ASK-analiza i intellektual`noj sistemy` «E`jdos» (na primere Nauchnogo zhurnala KubGAU i ego nauchny`x special`nostej: mexanizacii, agronomii i veterinarii) / E.V. Lucenko, N.V. Andrafanova, N.V. Potapova // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2019. – №01(145). S. 31 – 102. – IDA [article ID]: 1451901033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2019/01/pdf/33.pdf>, 4,5 u.p.l.

8. Lucenko E.V. Formirovanie semanticheskogo yadra veterinarii putem Avtomatizirovannogo sistemno-kognitivnogo analiza pasportov nauchny`x special`nostej VAK RF i avtomaticheskaya klassifikaciya tekstov po napravleniyam nauki / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2018. – №10(144). S. 44 – 102. – IDA [article ID]: 1441810033. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2018/10/pdf/33.pdf>, 3,688 u.p.l.

9. Lucenko E.V. Intellektual`naya privyazka nekorrektny`x ssy`lok k literaturny`m istochnikam v bibliograficheskix bazax danny`x s primeneniem ASK-analiza i sistemy` «E`jdos» (na primere Rossijskogo indeksa nauchnogo citirovaniya – RINCz) / E.V. Lucenko, V.A. Gluxov // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2017. – №01(125). S. 1 – 65. – IDA [article ID]: 1251701001. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2017/01/pdf/01.pdf>, 4,062 u.p.l.

10. Lucenko E.V. Primenenie ASK-analiza i intellektual`noj sistemy` "E`jdos" dlya resheniya v obshhem vide zadachi identifikacii literaturny`x istochnikov i avtorov po standartny`m, nestandardny`m i nekorrektny`m bibliograficheskim opisaniyam / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №09(103). S. 498 – 544. – IDA [article ID]: 1031409032. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/09/pdf/32.pdf>, 2,938 u.p.l.

11. Lucenko E.V. ASK-analiz problematiki statej Nauchnogo zhurnala KubGAU v dinamike / E.V. Lucenko, V.I. Lojko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №06(100). S. 109 – 145. – IDA [article ID]: 1001406007. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/06/pdf/07.pdf>, 2,312 u.p.l.

12. Lucenko E.V. Atribuciya anonimny`x i psevdonimny`x tekstov v sistemno-kognitivnom analize / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2004. – №03(005). S. 44 – 64. – IDA [article ID]: 0050403003. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/03.pdf>, 1,312 u.p.l.

13. Lucenko E.V. Atribuciya tekstov, kak obobshhennaya zadacha identifikacii i prognozirovaniya / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal

Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal Kub-GAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2003. – №02(002). S. 146 – 164. – IDA [article ID]: 0020302013. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2003/02/pdf/13.pdf>, 1,188 u.p.l.

14. Lucenko E.V., Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda «E`jdos» («E`jdos-online»). Svid. RosPatenta RF na programmu dlya E`VM, Zayavka № 2017618053 ot 07.08.2017, Gos.reg.№ 2017661153, zaregistr. 04.10.2017. – Rezhim dostupa: <http://lc.kubagro.ru/aidos/2017661153.jpg>, 2 u.p.l.

15. Lucenko E.V. Otkry`taya masshtabiruemaya interaktivnaya intellektual`naya on-line sreda dlya obucheniya i nauchny`x issledovanij na baze ASK-analiza i sistemy` «E`j-dos» / E.V. Lucenko // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchny`j zhurnal KubGAU) [E`lektronny`j resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 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. http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

16. Lucenko E.V. Metodologicheskie aspekty` vy`yavleniya, predstavleniya i ispol`zovaniya znaniy v ASK-analize i intellektual`noj sisteme "E`jdos" // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 70. S. 44-91.

17. Lucenko E.V. Sistemnaya teoriya informacii i nelokal`ny`e interpretiruemye neyronny`e seti pryamogo scheta // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2003. № 1. S. 76-88.

18. Lucenko E.V., Korzhakov V.E. Metod kognitivnoj klasterizacii ili klasterizacii na osnove znaniy (klasterizacii v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme "E`jdos") // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 71. S. 27-74.

19. Tkachev A.N., Lucenko E.V. Kachestvo zhizni naseleniya, kak integral`ny`j kriterij ocenki e`ffektivnosti deyatel`nosti regional`noj administracii // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2004. № 4. S. 71-85.

20. Lucenko E.V., Lojko V.I., Makarevich O.A. Avtomatizirovanny`e texnologii upravleniya znaniyami v agropromy`shlennom xoldinge // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. № 52. S. 48-59.

21. Lucenko E.V. Kognitivny`e funkcii kak adekvatny`j instrument dlya formal`nogo predstavleniya prichinno-sledstvenny`x zavisimostej // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2010. № 63. S. 12-34.

22. Lucenko E.V., Trunev A.P., Bandy`k D.K. Metod vizualizacii kognitivny`x funkcij - novy`j instrument issledovaniya e`mpiricheskix dannyx bol`shoj razmernosti // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2011. № 67. S. 1-43.

23. Orlov A.I., Lucenko E.V. Sistemnaya nechetkaya interval`naya matematika (snim) – perspektivnoe napravlenie teoreticheskoy i vy`chislitel`noj matematiki // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 91. S. 163-215.

24. Lucenko E.V. Virtualizaciya obshhestva kak osnovnoj informacionny`j aspekt globalizacii (osnovy` informacionno-funkcional`noj teorii razvitiya texniki i informacionnoj teorii stoimosti) // Politematicheskij setevoy e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2005. № 9. S. 84-121.

25. Lucenko E.V. Tipovaya metodika i instrumentarij kognitivnoj strukturizacii i formalizacii zadach v SK-analize // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j na-uchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2004. № 3. S. 39-65.

26. Lucenko E.V., Lojko V.I., Makarevich O.A. Sistemno-kognitivny`j podxod k postroeniyu mnogourovnevoj semanticheskoy informacionnoj modeli upravleniya agropromy`shlenny`m xoldingom // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. № 41. S. 193-214.

27. Lucenko E.V., Korzhakov V.E. Razrabotka bez programmirovaniya i primenenie v adaptivnom rezhime metodik rie`lterskoj e`kspress-ocenki po metodu analogij (sravnitel`ny`x prodazh) v sistemno-kognitivnom analize i intellektual`noj sisteme "E`j-dos" // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 94. S. 336-347.

28. Lucenko E.V. Sistemno-kognitivny`j analiz funkcij i vosstanovlenie ix znachenij po priznakam argumenta na osnove apriornoj informacii (intellektual`ny`e tehnologii interpoljacii, e`kstrapoljacii, prognozirovaniya i prinyatiya reshenij po kartograficheskim bazam danny`x) // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2009. № 51. S. 1-25.

29. Lucenko E.V. Universal`ny`j informacionny`j variacionny`j princip razvitiya sistem // Politematicheskij setevoj e`lektronny`j nauchny`j zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. № 41. S. 62-139.