

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И.Т. ТРУБИЛИНА»**

Факультет прикладной информатики

Кафедра Компьютерных систем и технологий

КУРСОВАЯ РАБОТА

по дисциплине: Интеллектуальные системы и технологии

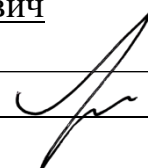
на тему: «АСК-анализ химических свойств вина для прогнозирования его
качества»

Выполнил студент группы: ИТ2341 Зубко Валерий Александрович

Допущен к защите _____

Руководитель проекта д.э.н., к.т.н., профессор Луценко Е.В. (

(подпись, расшифровка подписи)



Защищен _____

(дата)

Оценка отлично

Краснодар
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет прикладной информатики

**РЕЦЕНЗИЯ
на курсовую работу**

Студента Зубко Валерия Александровича курса
2 очной формы обучения группы ИТ2341
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ химических свойств вина для
прогнозирования его качества»

Рецензент: Луценко Евгений Вениаминович, д.э.н., к.т.н., профессор
(Ф.И.О., ученое звание и степень, должность)

Оценка качества выполнения курсовой работы

№ п/п	Показатель	Оценка соответствия («неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично»)
1	Степень полноты обзора состояния проблемы и корректность постановки цели и задач исследования	5
2	Уровень и корректность использования в работе различных методов исследований	5
3	Степень комплексности работы, применения в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	5
4	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения	5
5	Применение современных технологий обработки информации	5
6	Качество оформления работы (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	5
7	Уровень освоения компетенций в результате выполнения курсовой работы (проекта)	5
8	Ответы на вопросы при защите	5

Достоинства работы _____

Недостатки работы _____

Итоговая оценка при защите _____ отлично

Рецензент _____ (Е. В. Луценко)

«24» февраля 2025 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 82 страницы, 35 рисунков, 15 таблиц, 16 литературных источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, AIDOS-X, КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВИНА, ХИМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ.

Целью работы является применение автоматизированного системно-когнитивного анализа для изучения влияния химических свойств вина на его качество.

Для достижения этой цели требуется выполнить анализ подходов к созданию обобщенных моделей классов, а также методов идентификации объектов с соответствующими классами решений. Кроме того, необходимо исследовать моделируемую предметную область путем детального анализа построенной модели.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВИНА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЕГО КАЧЕСТВА

Зубко Валерий Александрович
Кубанский Государственный Аграрный университет имени И.Т.Трубилина, Краснодар, Россия

В современных условиях развития отечественного виноделия и необходимости импортозамещения особую актуальность приобретает повышение качества вина и оптимизация технологических процессов его производства. Однако качество вина зависит от множества факторов, включая химический состав, условия ферментации и хранения, а также климатические особенности региона. В ряде научных исследований было показано, что использование различных добавок, таких как микроэлементы и технологические компоненты, может положительно влиять на стабильность и органолептические характеристики вина. Разные сорта винограда по-разному реагируют на эти добавки, что требует детального анализа взаимосвязей между множеством параметров.

Для анализа эмпирических данных в области виноделия в данной статье предлагается применение Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос». Приводится подробный численный пример исследования влияния различных факторов на качество вина. Этот пример содержит множество наглядных табличных и графических форм представления результатов и может быть использован как для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос», так и для разработки практических рекомендаций по улучшению качества продукции и обоснования механизмов причинно-следственных связей в данной предметной области.

Использование АСК-анализа позволяет выявить ключевые параметры, влияющие на качество вина, и разработать более эффективные стратегии управления производственными процессами, что особенно важно для адаптации к изменяющимся рыночным и климатическим условиям.

Ключевые слова: СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, AIDOS-X, КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВИНА, ХИМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ, КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ, ОЦЕНКА КАЧЕСТВА, ВИНОДЕЛЬЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ.

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF WINE CHEMICAL PROPERTIES FOR QUALITY PREDICTION

Zubko Valery Alexandrovich
Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia

In the current context of the development of domestic winemaking and the need for import substitution, improving wine quality and optimizing production processes have become particularly relevant. However, the quality of wine depends on a multitude of factors, including its chemical composition, fermentation and storage conditions, as well as the climatic characteristics of the region. A number of scientific studies have shown that the use of various additives, such as microelements and technological components, can positively influence the stability and organoleptic properties of wine. Different grape varieties react differently to these additives, necessitating a detailed analysis of the relationships between multiple parameters.

To analyze empirical data in the field of winemaking, this article proposes the use of Automated System-Cognitive Analysis (ASCA) and its software tool – the intelligent system "Eidos." A detailed numerical example is provided to study the influence of various factors on wine quality. This example includes a variety of clear tabular and graphical representations of the results, which can be used both for training in the application of ASCA and the "Eidos" system, and for developing practical recommendations to improve product quality and substantiate causal mechanisms in this subject area.

The use of ASCA allows for the identification of key parameters affecting wine quality and the development of more effective strategies for managing production processes, which is especially important for adapting to changing market and climatic conditions.

Keywords: ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEM, AIDOS-X, COGNITIVE ANALYSIS, WINE QUALITY MODELING, CHEMICAL SCALES, FACTOR CLASSIFICATION, QUALITY ASSESSMENT, WINEMAKING INDUSTRY

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)	6
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	6
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ	6
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ	7
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	7
2. METHODS (МЕТОДЫ)	7
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	7
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	8
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	8
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА.....	10
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ.....	16
3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)	19
3.1. <i>ЗАДАЧА-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ</i>	19
3.2. <i>ЗАДАЧА-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ</i>	20
3.3. <i>ЗАДАЧА-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ</i>	25
3.4. <i>ЗАДАЧА-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ</i>	36
3.4.1. <i>Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области</i>	36
3.5. <i>ЗАДАЧА-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ</i>	39
3.6. <i>ЗАДАЧА-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ</i>	40
3.6.1. <i>Интегральный критерий «Сумма знаний»</i>	41
3.6.2. <i>Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»</i>	42
3.6.3. <i>Важные математические свойства интегральных критериев</i>	43
3.6.4. <i>Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»</i>	44
3.7. <i>ЗАДАЧА-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ</i>	47
3.7.1. <i>Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ</i>	47
3.7.2. <i>Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»</i>	49
3.8. <i>ЗАДАЧА-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ</i>	53
3.8.1. <i>Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)</i>	53
3.8.2. <i>Кластерно-конструктивный анализ классов</i>	55
3.8.3. <i>Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны</i>	58
3.8.4. <i>Нелокальная нейронная сеть</i>	60
3.8.5. <i>3D-интегральные когнитивные карты</i>	62
3.8.6. <i>2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)</i>	63
3.8.7. <i>Когнитивные функции</i>	65
3.8.8. <i>Значимость описательных шкал и их градаций</i>	72
3.8.9. <i>Степень детерминированности классов и классификационных шкал</i>	75
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)	77
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)	78
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)	80

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

Определение качества вина является комплексной задачей, зависящей от множества факторов, включая его химический профиль, технологические особенности производства и условия созревания. Для точной оценки качества необходимо учитывать широкий спектр характеристик: от базовых показателей (алкоголь, сахар, кислотность) до более специфических параметров (минеральный состав, антиоксидантная активность). В данном контексте особую ценность представляет АСК-анализ, который позволяет установить корреляцию между химическими свойствами вина и его качественными характеристиками, выявляя наиболее значимые параметры для оценки продукта.

Основная цель исследования – изучение влияния химических факторов на качество вина. В рамках работы будет выполнен сбор и анализ данных о различных образцах вин, включающий детальное исследование их состава и физико-химических свойств. С помощью статистического анализа планируется определить ключевые параметры, оказывающие наибольшее влияние на конечное качество продукта. Результаты исследования позволят разработать научно обоснованные рекомендации для винодельческой отрасли по совершенствованию процессов контроля качества и повышению конкурентоспособности продукции на рынке.

1.2. Объект и предмет исследования

Объектом исследования являются вина различных типов и сортов, их химический состав и факторы, определяющие качество готового продукта. Винодельческая продукция рассматривается как совокупность образцов с уникальными физико-химическими свойствами, формирующими её органолептические характеристики.

Предметом исследования служат конкретные параметры, влияющие на качество вина: химический состав (алкоголь, сахара, кислоты, микроэлементы), технологические особенности производства и условия хранения. Основное внимание уделяется анализу взаимосвязи между химическими характеристиками и качественными показателями вина. Цель исследования – выявление ключевых факторов, определяющих качество продукта, и разработка рекомендаций по совершенствованию процессов контроля качества с учетом особенностей разных типов вин и условий их производства.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

Современная винодельческая отрасль сталкивается с высокой конкуренцией и постоянными изменениями в потребительских предпочтениях, что существенно влияет на качество производимых вин. Одной из ключевых задач производителей является определение объективных критериев оценки качества продукции. Многие компании испытывают трудности при анализе множества факторов, влияющих на конечный результат, что может привести к необоснованной оценке качества, снижению репутации бренда и потере доверия потребителей.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью внедрения научно обоснованных методик оценки качества вина на основе его химических характеристик. В условиях постоянно меняющегося рынка важно иметь четкое понимание того, как различные параметры (состав, технологические особенности, условия хранения) влияют на органолептические свойства продукта. Это позволит производителям точнее соответствовать запросам потребителей, оптимизировать производственные процессы и повысить конкурентоспособность своей продукции.

Таким образом, разработка эффективных методов оценки качества вина поможет компаниям улучшить систему контроля производства, обеспечить стабильное качество продукции и укрепить позиции на рынке, удовлетворяя растущие требования потребителей.

1.4. Цель работы

Целью исследования является изучение зависимости качества вина от его химических свойств с целью формирования практических рекомендаций по улучшению технологического процесса и обеспечению стабильности качества продукции.

2. METHODS (МЕТОДЫ)

2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы

Из специфики поставленной проблемы сопоставимости обработки в одной модели исходных, представленных в разных типах шкал числовых и текстовых (лингвистических) и в разных единицах измерения, вытекают следующие **требования** к методу решения проблемы:

1. Метод должен обеспечивать устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных (неточных) взаимозависимых (нелинейных) данных большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения.

2. Метод решения проблемы не должен предъявлять чрезмерно жестких требований к исходным данным, которые практически

невозможно выполнить, а должен обеспечивать обработку тех данных, которые реально есть.

3. Метод должен не теоретически, а реально на практике решать поставленную проблему, а значит, он должен иметь поддерживающий его программный инструментарий, находящийся в полном открытом бесплатном доступе.

2.2. Литературный обзор методов решения проблемы, их характеристика и оценка степени соответствия обоснованным требованиям

Поиск в Internet математических методов и реализующих их программных систем, *одновременно* удовлетворяющих всем требованиям, обоснованным в п.2.1 данной работы показал, что альтернатив Автоматизированному системно-когнитивному анализу и его программному инструментарию – системе «Эйдос» в настоящее время практически нет [1-4].

2.3. Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) как метод решения проблемы

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предложен *проф.Е.В.Луценко* в 2002 году в ряде статей 1997-2001 годов¹ и фундаментальной монографии [2].

Сам термин: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ)» был предложен проф.Е.В.Луценко в 2001 году. На тот момент этот термин вообще не встречался в Internet. Сегодня по соответствующему запросу в Гугле находится около 23000 сайтов с этим сочетанием слов².

Примечание: Ниже приведено очень краткое описание АСК-анализа и системе «Эйдос». Это описание может выглядеть как нескромность и самовосхваление. Но автор просит читателей понять его правильно. Это сделано исключительно для тех довольно многочисленных читателей, которые впервые слышат об этом методе и системе.

АСК-анализ включает:

- теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию;
- математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ);
- методику численных расчетов (структуры баз данных и алгоритмы их обработки);
- программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» (интеллектуальная система «Эйдос»).

¹ <http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf> (см. с публикации № 48).

² [https://yandex.ru/search/?text=Автоматизированный%2Всистемно-когнитивный%2Ванализ%2В\(АСК-анализ\)&lr=35&clid=2327117-18&win=360](https://yandex.ru/search/?text=Автоматизированный%2Всистемно-когнитивный%2Ванализ%2В(АСК-анализ)&lr=35&clid=2327117-18&win=360)

Более подробно математический метод АСК-анализа описан в работе [3] и ряде других [5]. Около половины из 706 опубликованных автором научных работ посвящены теоретическим основам АСК-анализа и его практическим применениям в ряде предметных областей. На момент написания данной работы автором опубликовано 45 монографий, 27 учебных пособий, в т.ч. 3 учебных пособия с грифами УМО и Министерства, получено 34 патента РФ на системы искусственного интеллекта, 360 публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ и приравненных им (по данным [РИНЦ](#)), 17 публикаций в изданиях, входящих в ядро РИНЦ, 6 статей в журналах, входящих в [WoS](#), 7 публикаций в журналах, входящих в [Скопус](#)³ [5, 6, 7].

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США⁴.

АСК-анализ и система "Эйдос" были успешно применены в 8 докторских диссертациях по экономическим, техническим, биологическим наукам и в 8 кандидатских диссертациях по экономическим, техническим, психологическим и медицинским наукам, еще несколько докторских и кандидатских диссертаций по техническим, экономическим, филологическим и медицинским наукам с применением АСК-анализа находятся в стадии выхода на защиту.

Автор является основателем междисциплинарной научной школы: «Автоматизированный системно-когнитивный анализ»⁵. Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" является междисциплинарным научным направлением на пересечении, по крайней мере, трех научных специальностей (согласно недавно утвержденной новой номенклатуры научных специальностей ВАК РФ⁶). Основные научные специальности, которым соответствует научная школа:

- 5.12.4. Когнитивное моделирование;
- 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение;
- 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации.

Научная школа: "Автоматизированный системно-когнитивный анализ" включает следующие междисциплинарные научные направления:

- Автоматизированный системно-когнитивный анализ числовых и текстовых табличных данных [1-47];
- Автоматизированный системно-когнитивный анализ текстовых данных [32];
- Спектральный и контурный автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений [31];
- Сценарный автоматизированный системно-когнитивный анализ временных и динамических рядов [44].

³ <http://lc.kubagro.ru/aidos/Sprab0802.pdf>

⁴ <https://catalog.loc.gov/vwebv/search?searchArg=Lutsenko+E.V.> (и кликнуть: "Search")

⁵ <https://www.famous-scientists.ru/school/1608>

⁶ <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400450248/>

Приводить здесь ссылки на все эти работы здесь вряд ли целесообразно. Отметим лишь, что у автора есть личный сайт [5] и страничка в РесечГейт [6] и РИНЦ [7], на которых можно получить более полную информацию о методе АСК-анализа и системе «Эйдос». Краткая информация об АСК-анализе и системе «Эйдос» есть в материале: http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf.

На сайте автора размещены тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях [26-47].

Решение поставленной в работе проблемы сопоставимости в АСК-анализе и системе «Эйдос» обеспечивается *путем* метризации номинальных шкал, т.е. повышения их степени формализации до уровня числовых шкал [8]. Сама метризация номинальных шкал достигается *путем* вычисления количества информации, содержащегося в градациях номинальных шкал о получении той или иной урожайности [8]. Для работы с лингвистическими переменными применяются стандартные возможности АСК-анализа [5].

2.4. Система «Эйдос» – инструментарий АСК-анализа

Конечно, на системе «Эйдос» как говорят «Свет клином не сошелся». Существует много очень достойных систем искусственного интеллекта. Чтобы лично убедиться в этом достаточно самостоятельно осуществить поиск в Internet, просто посмотреть файлы: [NCKR-1](#), [NCKR-2](#), [NCKR-3](#), [NCKR-4](#) или пройти по ссылкам: <https://learn.microsoft.com/ru-ru/dotnet/machine-learning/how-does-ml-dotnet-work>, <http://chat.openai.com/>, <https://poe.com/>, <https://neural-university.ru/>, <https://dzen.ru/a/ZCKZRKvrlEMBWOк8>, <https://ora.ai/>, <https://ora.ai/explore?path=trending>, <https://ora.ai/eugene-lutsenko/aidos>, <https://poe.com/Aidos-X>, <https://rudalle.ru/>, <https://bard.google.com/>, <https://chatbot.theb.ai/>, <https://problembo.com/ru/services> (может пригодиться - почта на 10 минут: <https://10minutemail.net/>), <https://poe.com/GPT-3.5-Turbo-Instruct>, <https://www.seaart.ai/home>, <https://ui.chatai.com/>.

И все же Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос-Х++» отличается от большинства из этих систем, по крайней мере, некоторыми из следующих своих параметров:

– является универсальной и может быть применена во многих предметных областях, т.к. разработана в универсальной постановке, не зависящей от предметной области (<http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm>) и имеет 6 автоматизированных программных интерфейсов (API) ввода данных из внешних источников данных различных типов: таблиц, текстов и графики. Система «Эйдос» является автоматизированной системой, т.е. предполагает непосредственное участие человека в реальном времени в процессе создания моделей и их использования для решения задач

идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования предметной области путем исследования ее модели (автоматические системы работают без такого участия человека);

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

- реально работает, 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);

- имеет «нулевой порог входа», содержит большое количество интеллектуальных локальных (т.е. поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более **427**, соответственно: http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf, http://lc.kubagro.ru/Presentation_LutsenkoEV.pdf);

- поддерживает on-line среду накопления знаний и обмена ими, широко используется во всем мире (<http://lc.kubagro.ru/map5.php>);



- обеспечивает мультиязычную поддержку интерфейса на 51 языке. Языковые базы входят в инсталляцию и могут пополняться в автоматическом режиме;

- наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает

интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA, т.е. поддерживать язык OpenGL);

– обеспечивает преобразование исходных эмпирических данных в информацию, а ее в знания и решение с использованием этих знаний задач идентификации, прогнозирования, 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 и является инструментом познания: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции, если эти эксперты уже есть, а если их еще нет, то она все равно дает верные результаты познания, что будет признано будущими экспертами, когда они появятся;

– вместо того, чтобы предъявлять к исходным данным практически неосуществимые требования (вроде нормальности распределения, абсолютной точности и полных повторностей всех сочетаний значений факторов и их полной независимости и аддитивности) автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) предлагает без какой-либо предварительной обработки осмыслить те данные, которые есть, и, тем самым, преобразовать их в информацию, а затем преобразовать эту информацию в знания путем ее применения для достижения целей (т.е. для принятия решений и управления) и решения задач классификации, поддержки принятия решений и содержательного эмпирического исследования моделируемой предметной области.

В чем сила подхода, реализованного в системе Эйдос? В том, что она реализует подход, эффективность которого не зависит от того, что мы думаем о предметной области и думаем ли вообще. Она формирует модели непосредственно на основе эмпирических данных, а не на основе наших представлений о механизмах реализации закономерностей в этих данных. Именно поэтому Эйдос-модели эффективны даже если наши представления о предметной области ошибочны или вообще отсутствуют.

В этом и слабость этого подхода, реализованного в системе Эйдос. Модели системы Эйдос - это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах.

[We are briefly describing a new innovative method of artificial intelligence: Automated system-cognitive analysis \(ASC-analysis\), which has its own software tools – intelligent system called "Eidos" \(open source software\).](#)

В разработке системы «Эйдос» были следующие этапы:

1-й этап, «подготовительный»: 1979-1992 годы. Математическая модель системы "Эйдос" разработана в 1979 и впервые прошла экспериментальную апробацию в 1981 году (первый расчет на компьютере на основе модели). С 1981 по 1992 система "Эйдос" неоднократно реализовалась на платформе Wang (на компьютерах Wang-2200C). В 1987 году впервые получен [акт внедрения](#) на одну из ранних версий системы «Эйдос», реализованную в среде персональной технологической системы «Вега-М» разработки автора (см.2-й акт).

2-й этап, «эра IBM PC и MS DOS»: 1992-2012 годы. Для IBM-совместимых персональных компьютеров система "Эйдос" впервые реализована на языках CLIPPER-87 и CLIPPER-5.01 (5.02) в 1992 году, а в 1994 году уже были получены [свидетельства РосПатента](#), первые в Краснодарском крае и, возможно, в России на системы искусственного интеллекта (слева приведена титульная видеogramма финальной DOS-версии системы «Эйдос-12.5», июнь 2012 года). С тех пор и до настоящего времени система непрерывно совершенствуется на IBM PC.

3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7»: 2012-2020 годы. С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке [Аляска-1.9](#) + [Экспресс++](#) + библиотека для работы с Internet xb2net. Система «Эйдос-X1.9» хорошо работала на всех версиях MS Windows кроме Windows-10, которая требовала специальной настройки. 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 (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA).

4-й этап, «эра MS Windows-10»: 2020-2021 годы. С 13.12.2020 года по настоящее время система «Эйдос» развивается на языке [Аляска-2.0](#) + [Экспресс++](#). Библиотека xb2net в ней больше не используется, т.к. все возможности работы с Internet входят в [базовые возможности языка программирования](#).

5-й этап, «эра Больших данных, информации и знаний»: 2022 год. С 2022 года автор и разработчик системы «Эйдос» проф.Е.В.Луценко вплотную занялся разработкой профессиональной версии системы «Эйдос» на языке xBase++eXpress++Advantage Database Server (ADS), обеспечивающей обработку больших данных, информации и знаний (Big Data, Big Information, Big Knowledge).

6-й этап, «эра Больших данных, информации и знаний»: с 2023 года по настоящее время. С 2023 развитие системы «Эйдос» будет осуществляться на языках Питон (Python), а также [Аляска-2.0](#) + [Экспресс++](#).

[Скачать и запустить систему «Эйдос-X++» \(самую новую на текущий момент версию\) или обновление системы до текущей версии.](#) Это наиболее полная на данный момент незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы (не требующая инсталляции) с полными [исходными текстами](#) текущей версии (за исключением ключей доступа к ftp-серверу системы «Эйдос» и ключей лицензионного программного обеспечения), находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 180 Мб). Обновление имеет объем около 10 Мб. [Кредо](#). Лаборатория в [ResearchGate](#) по АСК-анализу и системе «Эйдос».

[Задание-инструкция для учащихся по разработке собственного интеллектуального облачного Эйдос-приложения](#)⁷

На рисунке 1 приведена титульная видеограмма DOS-версии системы «Эйдос», а на рисунке 2 – титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос» (их в настоящее время 7 и они меняются по очереди при каждом запуске системы):



Рисунок 1. Титульная видеограмма DOS-версии системы «Эйдос» (до 2012 года)⁸

⁷ <http://lc.kubagro.ru/aidos/How to make your own cloud Eidos-application.pdf>

⁸ http://lc.kubagro.ru/pic/aidos_titul.jpg

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Главное, что делает система:

- Альберт Эйнштейн писал, что научные законы это лишь высказывания о повторениях в наблюдаемых явлениях. Конечно наверное он имел в виду не сами законы природы, а лишь формулировки этих законов. В системе "Эйдос" эти наблюдения повторений называются событиями или фактами.
- Например, фактом является наблюдение определенного значения какого-либо свойства у объектов некоторой обобщенной категории (класса), или наблюдение определенного значения фактора при переходе объекта в будущее состояние, соответствующее к классу.
- Система "Эйдос" выявляет эмпирические закономерности в фактах и тем самым преобразует исходные данные в информацию, а ее в знания и решает на основе этих знаний задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.
- Кроме того система "Эйдос" выводит информацию об обнаруженных закономерностях в большом количестве разнообразных и оригинальных текстовых, табличных и графических выходных форм.

Работы автора системы "Эйдос" проф.Е.В.Луценко, С" по АСК-анализу и системе "Эйдос".

Кратко об АСК-анализе Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА

Ok Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Главное, что делает система:

Персональная интеллектуальная онлайн среда "ЭЙДОС-X Professional" (Система "Эйдос-Xpro").

- ПРЕДНАЗНАЧЕНА для обучения и научных исследований в области искусственного интеллекта с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария - интеллектуальной системы "Эйдос-Xpro".
- ОБЕСПЕЧИВАЕТ преобразование больших данных (Big Data) в большую информацию (Big Information), а ее в большие знания (Big Knowledge) с использованием ADS (Advantage Database Server) и решение на основе этих знаний задач обобщения, абстрагирования, идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.
- ПОЗВОЛЯЕТ пользователям и разработчикам интеллектуальных облачных Эйдос-приложений во всем мире обмениваться опытом решения различных задач учебного и научного характера с применением технологий искусственного интеллекта на платформе "Эйдос-Xpro".

Работы автора системы "Эйдос" проф.Е.В.Луценко, С" по АСК-анализу и системе "Эйдос".

Кратко об АСК-анализе Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА

Ok Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Объявление о получении магистерского образования по искусственному интеллекту в КубГУ:

- В связи с высокой востребованностью на рынке труда специалистов в области цифровой экономики Кубанскому государственному университету оказано доверие и увеличено число бюджетных мест в магистратуру по приоритетным ИТ направлениям до 75. Приглашаем получать высококвалифицированное подготовку по актуальным ИТ специальностям.

СПИСОК направлений подготовки магистратуры (очная и заочная формы обучения):

- 09.04.02 Информационные системы и технологии (Искусственный интеллект и машинное обучение); 09.04.02 Информационные системы и технологии (Искусственный интеллект и машинное обучение); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем. и инф. обеспечение эконом. деятельности); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем. модел. в естественных и технологиях); 01.04.02 Прикладная математика и информатика (Технологии программ. и разв. инф. систем); 02.04.02 Фунд. информатика и информ. технологии (Интеллектуальные системы и технологии).

3. КОНТАКТЫ: +79189800003, zavanna-05@mail.ru, докт. техн. наук. Анна Владимировна Коваленко

Кратко об АСК-анализе Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА

Ok Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Announcement of own fonts of the Eidos system:

When trying to download your own fonts of the Eidos system from the folder: c:\Eidos\VAID_DATA\Fonts\ it is found that they are missing!!!

To fix the situation, you need to download the font update file <http://ic.kubagro.ru/Fonts.exe> from the developer's website and deploy updates in the system folder: c:\Eidos\X\ with the replacement of all files, and then run the system as usual.

If MS Windows is Russified, then you do not need to do all this, because everything will be work fine with standard MS Windows fonts.

Кратко об АСК-анализе Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА

Ok Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Приглашение к размещению интеллектуальных облачных Эйдос-приложений:

Уважаемые пользователи системы "Эйдос" во всем мире: [http://ic.kubagro.ru/map5.php!](http://ic.kubagro.ru/map5.php)

Приглашаю размещать свои интеллектуальные облачные Эйдос-приложения. Это делается в диспетчере приложений (Режим 1.3). Для разработки приложения рекомендуется ознакомиться с инструкцией для учащихся по адресу: http://ic.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf

Прошу вас отнестись ОТВЕТСТВЕННО к качеству разработки приложения и его описанию и разрешать только разработанные вами лично приложения, описанные в соответствии со стандартом IMRAD. Это общепринятый в мире стандарт изложения научных результатов, принятый в наукометрических базах Scopus и Web of science (WoS). Описание, т.е. его текст и все выходные формы и скриншоты, должно ПОЛНОСТЬЮ соответствовать модели, полученной в системе "Эйдос" на приведенных исходных данных при выполнении всех пунктов этого описания. Примеры подобных описаний интеллектуальных облачных Эйдос-приложений приведены в ряде работ автора и разработчика системы "Эйдос" проф.Е.В.Луценко, например по ссылке: <https://www.researchgate.net/publication/362211691>

Кратко об АСК-анализе Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА

Ok Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-X++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password :

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

- Если система в данной папке запускается впервые, то будет произведена ЛОКАЛИЗАЦИЯ системы, т.е. будут удалены все приложения и пользователи и заново прописаны пути на все базы данных по фактическому расположению системы.
- Новое окно главного меню можно открывать только после закрытия всех предыдущих.

Пояснение о некорректном запуске системы "Эйдос"

Студенты и некоторые другие пользователи иногда запускают систему "Эйдос" некорректно: - в папке загрузки или на рабочем столе; - в архиве инсталляции системы "Эйдос", который скачали с сайта разработчика; - в папке, в пути на которую встречается проблема и кириллица.

Кроме того иногда систему запускают в одной и той же папке несколько раз, чего делать нельзя (ее можно запускать несколько раз одновременно на одном компьютере, но в разных папках). Некорректный запуск системы "Эйдос" вызывает ошибку исполнения. Поэтому приходится проверять корректность запуска системы "Эйдос". Однако эта проверка занимает довольно много времени. Поэтому она оставлена только в модуле запуска системы: "___START_AIDOSX.exe", а в исполнимом модуле самой системы "___AIDOSX.exe" она включается/отключается в зависимости от содержания текстового файла: "Checking_the_correctness_of_the_module_launch_AIDOSX.txt"; "DN"/"OFF". Отметим, что модуль запуска системы: "___START_AIDOSX.exe" кроме проверки корректности запуска системы еще проверяет целостность исполнимого модуля системы "___AIDOSX.exe" и наличие обновлений на сайте автора и разработчика системы проф.Е.В.Луценко. Если обновления есть, то они скачиваются, разархивируются и устанавливаются автоматически.

Кратко об АСК-анализе Подборки публикаций по АСК-анализу

Скачать все публикации проф.Е.В.Луценко из Научного журнала КубГАУ (> 2 Гб)

СЕРТИФИКАТ об освоении системы "Эйдос" от проф.Е.В.Луценко. ПОДДЕРЖКА

Ok Cancel

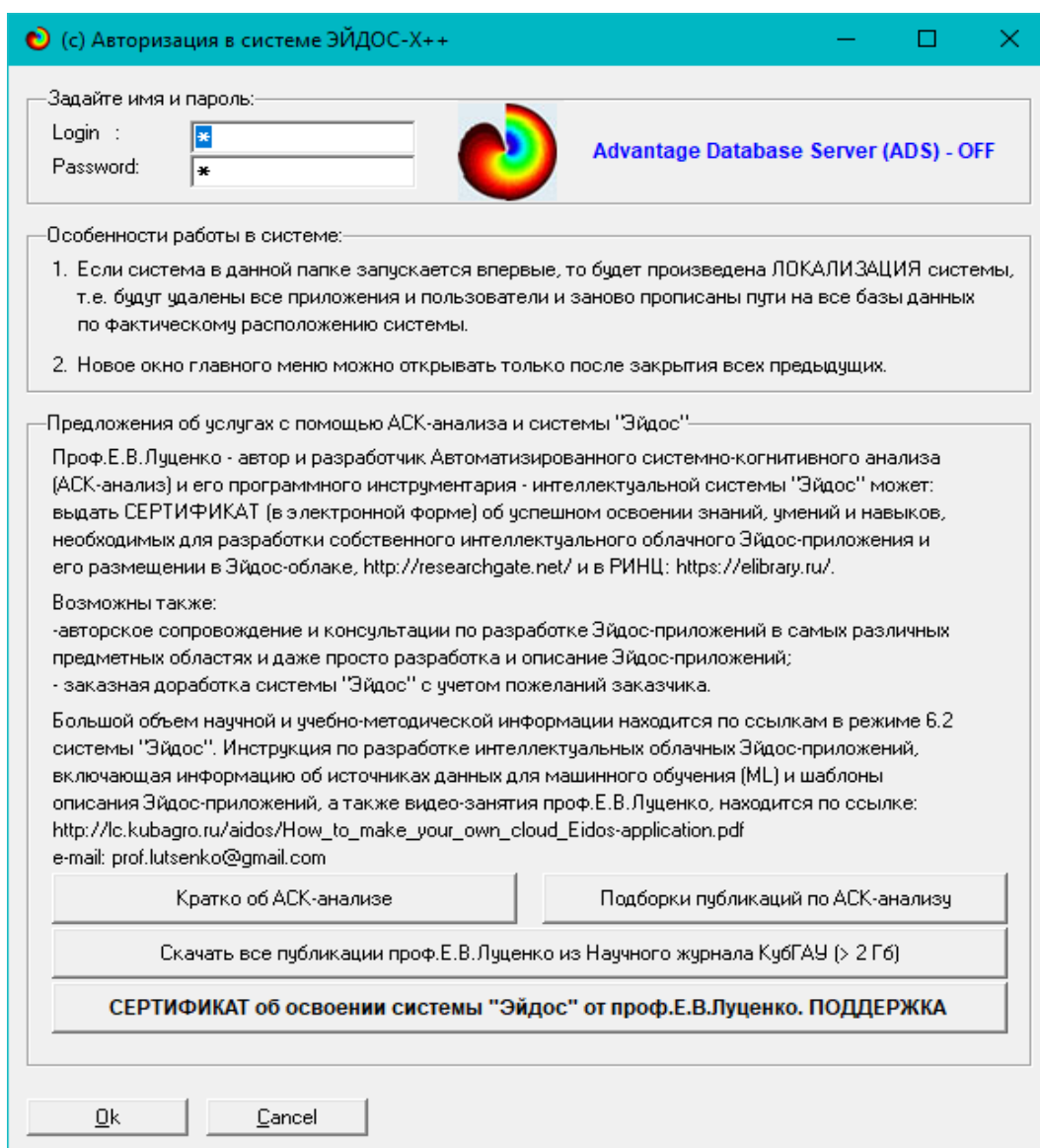


Рисунок 2. Титульные видеограммы текущей версии системы «Эйдос»

2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

Достижение поставленной цели в АСК-анализе обеспечивается решением следующих *задач* и подзадач, которые получаются в результате декомпозиции цели и являются *этапами* ее достижения:

Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области.

Задача-2. Формализация предметной области.

Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей.

Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний.

Задача-4. Верификация моделей.

Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели.

Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование.

Задача-7. Поддержка принятия решений (упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и

негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ; развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе).

Задача-8 исследование объекта моделирования путем исследования его модели, включает ряд подзадач:

8.1) инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы);

8.2) кластерно-конструктивный анализ классов;

8.3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;

8.4) модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны;

8.5) нелокальная нейронная сеть;

8.6) 3d-интегральные когнитивные карты;

8.7) 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);

8.8) 2d-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения);

8.9) когнитивные функции;

8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

Для данной работы особое значение имеет решение подзадачи 8.1, связанной с анализом факторов, влияющих на качество вина, так как это позволяет детально исследовать зависимость качества продукта от различных химических характеристик, включая роль содержания алкоголя, кислотности и концентрации микроэлементов.

На рисунке 3 приведена последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос»:

**Последовательность обработки данных, информации и знаний в системе «Эйдос»,
повышение уровня системности данных, информации и знаний,
повышение уровня системности моделей**

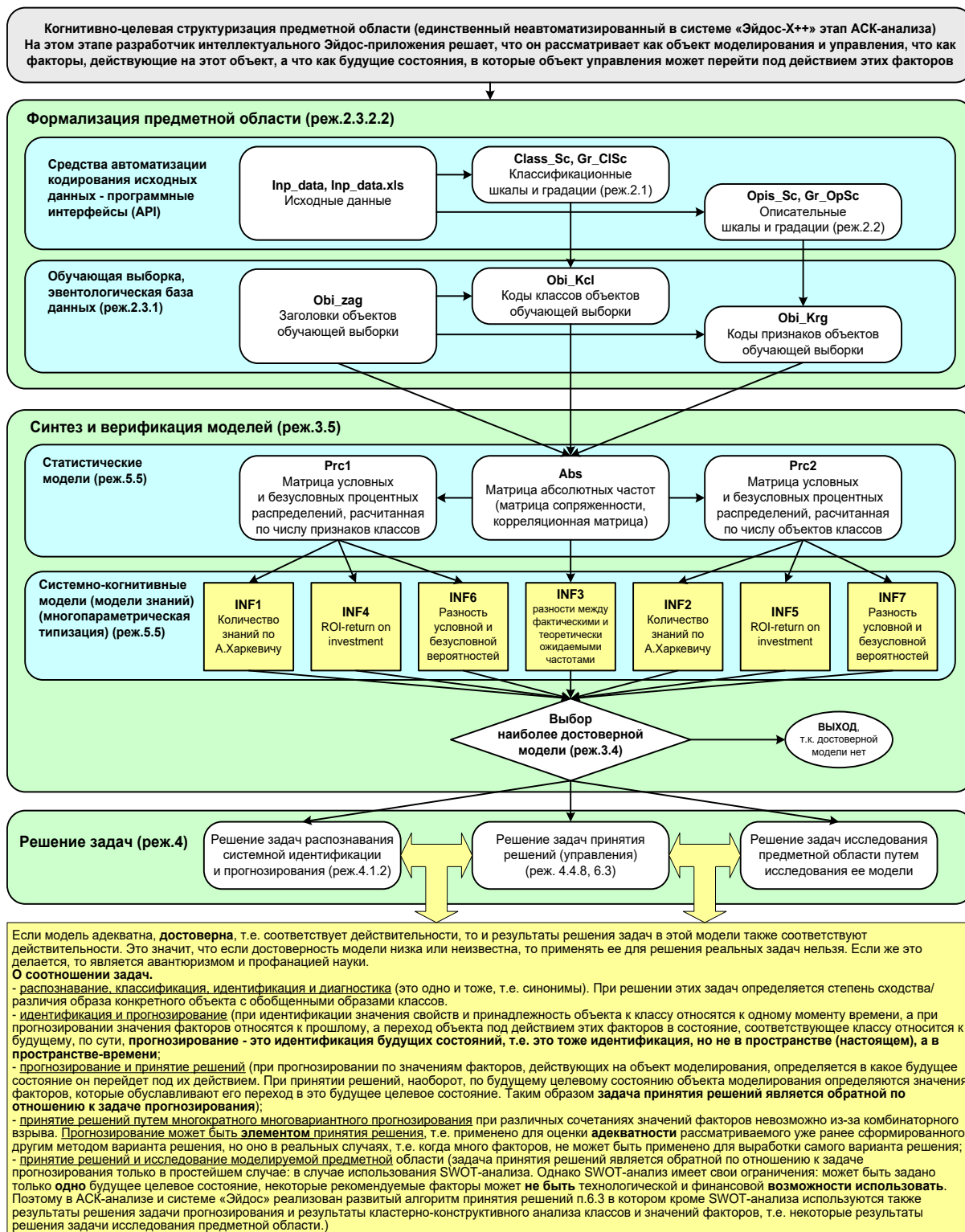


Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос» (этапы АСК-анализа)

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

3.1. Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области. **Две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций**

На этапе когнитивно-целевой структуризации предметной области мы неформализуемым путем решаем на качественном уровне, что будем рассматривать в качестве объекта моделирования, что в качестве факторов, действующих на моделируемый объект (причин), а что в качестве результатов действия этих факторов (последствий). По сути это постановка решаемой проблемы.

Описательные шкалы служат для формального описания факторов, а классификационные – результатов их действия на объект моделирования. Шкалы могут быть числовые и текстовые. Текстовые шкалы могут быть номинальные и порядковые.

Когнитивная структуризация предметной области является первым и единственным неавтоматизированным в системе «Эйдос» этапом АСК-анализа, т.е. все последующие этапы АСК анализа в ней полностью автоматизированы.

В АСК-анализе и системе «Эйдос» применяется две интерпретации классификационных и описательных шкал и градаций: **статичная и динамичная** и соответствующая терминология (обобщающая, статичная и динамичная). Есть также обобщающая интерпретация и соответствующая ей терминология.

Статичная интерпретация и терминология:

– градации классификационных шкал – это обобщающие категории видов объектов (классы);

– описательные шкалы – свойства объектов, градации описательных шкал – значения свойств (признаки) объектов.

Динамичная интерпретация и терминология:

– градации классификационных шкал – это обобщающие категории будущих состояний объекта моделирования (классы), описывающие результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении: например количество и качество продукции, прибыль и рентабельность;

– описательные шкалы – факторы, действующие на объект моделирования, градации описательных шкал – значения факторов, действующие на объект моделирования.

Обобщающая терминология:

– классификационные шкалы и градации;

– описательные шкалы и градации.

В данной работе в качестве объекта моделирования выступает качество вина, в качестве факторов: фиксированная кислотность, летучая кислотность, содержание лимонной кислоты, остаточный сахар, содержание хлоридов, свободный диоксид серы, общий диоксид серы, плотность, рН, содержание сульфатов и алкоголя (таблица 1). В качестве результата действия этих факторов рассматривается общая оценка качества вина (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	fixed acidity
2	volatile acidity
3	citric acid
4	residual sugar
5	chlorides
6	free sulfur dioxide
7	total sulfur dioxide
8	density
9	pH
10	sulphates
11	alcohol

Источник: D:\Aidos-X\AID_DATA\A0000017\System\Opis_Sc.xlsx

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	quality

Источник: D:\Aidos-X\AID_DATA\A0000017\System\Class_Sc.xlsx

3.2. Задача-2. Формализация предметной области

На этапе формализации предметной области разрабатываются классификационные и описательные шкалы и градации, а затем исходные данные кодируются с их использованием, в результате чего получается обучающая выборка. Обучающая выборка, по сути, представляет собой исходные данные, *нормализованные* с помощью классификационных и описательных шкал и градаций. Этим самым подготавливается все необходимое для выполнения следующего этапа АСК-анализа: синтеза и верификации статистических и системно-когнитивных моделей.

В системе «Эйдос» имеется большое количество разнообразных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему внешних данных различных типов: текстовых, табличных и графических, а также других, которые могут быть представлены в этом виде, например аудио или данные электроэнцефалограммы (ЭЦГ) или кардиограммы (ЭКГ).

Этим обеспечивается возможность комфортного для пользователя применения системы «Эйдос» для проведения научных исследований и решения практических задач в самых различных предметных областях и

направлениях науки, практически везде, где человек применяет естественный интеллект [48, 49].

В качестве источника исходных данных в данной работе используем Excel-таблицы (см. таблицы 3 и 4):

Таблица 3 – Исходные данные по влиянию различных факторов на качество вина

ID	fixed acidity	residual sugar	chlorides	free sulfur dioxide	total sulfur dioxide	pH	sulphates	alcohol	quality
1	7,3	1,9	0,076	11	34	3,51	0,56	9,4	5
2	7,8	2,6	0,098	25	67	3,2	0,68	9,8	5
3	7,8	2,3	0,092	15	54	3,26	0,65	9,8	5
4	11,2	1,9	0,075	17	60	3,16	0,58	9,8	6
5	7,2	1,9	0,076	11	34	3,51	0,56	9,4	5
6	7,1	1,8	0,075	13	40	3,51	0,56	9,4	5
7	7,9	1,6	0,069	15	59	3,3	0,46	9,4	5
8	7,3	1,2	0,065	15	21	3,39	0,47	10	7
9	7,8	2,0	0,073	9	18	3,36	0,57	9,5	7
10	7,5	6,1	0,071	17	102	3,35	0,8	10,5	5
11	6,7	1,8	0,097	15	65	3,28	0,54	9,2	5
12	7,5	6,1	0,071	17	102	3,35	0,8	10,5	5
13	5,6	1,6	0,089	16	59	3,58	0,52	9,9	5
14	7,8	1,6	0,114	9	29	3,26	1,56	9,1	5
15	8,9	3,8	0,176	52	145	3,16	0,88	9,2	5
16	8,9	3,9	0,17	51	148	3,17	0,93	9,2	5
17	8,5	1,8	0,092	35	103	3,3	0,75	10,5	7
18	8,1	1,7	0,368	16	56	3,11	1,28	9,3	5
19	7,6	4,4	0,086	6	29	3,38	0,5	9	4

Используя стандартные возможности MS Excel, *исходные данные из таблицы 3 представим в виде, стандартном для системы «Эйдос»* (таблица 4):

Таблица 4 – Excel-таблица исходных данных в стандарте системы «Эйдос»

ID	fixed acidity	residual sugar	chlorides	free sulfur dioxide	total sulfur dioxide	pH	sulphates	alcohol	quality
1	7,3	1,9	0,076	11	34	3,51	0,56	9,4	5
2	7,8	2,6	0,098	25	67	3,2	0,68	9,8	5
3	7,8	2,3	0,092	15	54	3,26	0,65	9,8	5
4	11,2	1,9	0,075	17	60	3,16	0,58	9,8	6
5	7,2	1,9	0,076	11	34	3,51	0,56	9,4	5
6	7,1	1,8	0,075	13	40	3,51	0,56	9,4	5
7	7,9	1,6	0,069	15	59	3,3	0,46	9,4	5
8	7,3	1,2	0,065	15	21	3,39	0,47	10	7

9	7,8	2,0	0,073	9	18	3,36	0,57	9,5	7
10	7,5	6,1	0,071	17	102	3,35	0,8	10,5	5
11	6,7	1,8	0,097	15	65	3,28	0,54	9,2	5
12	7,5	6,1	0,071	17	102	3,35	0,8	10,5	5
13	5,6	1,6	0,089	16	59	3,58	0,52	9,9	5
14	7,8	1,6	0,114	9	29	3,26	1,56	9,1	5
15	8,9	3,8	0,176	52	145	3,16	0,88	9,2	5
16	8,9	3,9	0,17	51	148	3,17	0,93	9,2	5
17	8,5	1,8	0,092	35	103	3,3	0,75	10,5	7
18	8,1	1,7	0,368	16	56	3,11	1,28	9,3	5
19	7,6	4,4	0,086	6	29	3,38	0,5	9	4

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждое наблюдение описывается одновременно двумя способами: с одной стороны, значениями факторов, действующих на объект моделирования (лингвистические и числовые переменные, градации описательных шкал, например, содержание алкоголя, кислотность, уровень сахара, бесцветный фон в таблице 4), а с другой стороны результатами действия этих факторов, то есть качеством вина, выраженными в текстовых и числовых шкалах в разных единицах измерения (желтый фон). Такая структура описания наблюдений в технологиях искусственного интеллекта называется «онтологией», а модель представления знаний, предложенная Марвином Мински (1975), называется «фрейм-экземпляр»;

– 1-я колонка – не является шкалой и содержит номер наблюдения или другую идентифицирующую информацию;

– 13-я колонка – это классификационная шкала, представляющая собой шкалу текстового и числового типа, описывающую результаты действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4), в данном случае качество вина. В общем случае в исходных данных может быть значительно больше классификационных шкал, описывающих результаты действия факторов на объект моделирования в натуральном и стоимостном выражении [8]: например, оценка органолептических характеристик, уровень потребительской привлекательности, стоимость продукта или прибыльность производства. В системе «Эйдос» существует не очень жесткое ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032.

– колонки со 2-й по 12-ю – это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования (таблица 4). Эти шкалы имеют числовой и текстовый тип и их градациями являются лингвистические и числовые переменные;

– при вводе данных в систему «Эйдос» нули и пробелы в исходных данных могут рассматриваться как значащие или как отсутствие данных. 1-й вариант и будет использован в данной работе.

Математическая модель системы «Эйдос» обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных (фрагментированных) 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.

Таким образом, система «Эйдос» не предъявляет чрезмерно жестких практически невыполнимых требований к исходным данным, а обрабатывает те данные, которые реально есть, например подобные представленным в таблице 4.

В системе «Эйдос» есть 6 основных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему и интеллектуальную обработку числовых, текстовых и графических данных, представленных в виде таблиц и файлов. Возможна обработка и других видов данных (например, данных землетрясений, ЭЭГ, ЭКГ, аудио и видео), которые возможно представить в этих форматах (рисунок 4).

2.3.2. Программные интерфейсы с внешними базами данных	2.3.2.1. Импорт данных из текстовых файлов	
	2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему	
	2.3.2.3. Импорт данных из транспонированных внешних баз данных	
	2.3.2.4. Оцифровка изображений по внешним контурам	
	2.3.2.5. Оцифровка изображений по всем пикселям и спектру	
	2.3.2.6. Сценарный АСК-анализ символьных и числовых рядов	
	<hr/>	
	2.3.2.7. Транспонирование файлов исходных данных	
	2.3.2.8. Объединение нескольких файлов исходных данных в один	
	2.3.2.9. Разбиение TXT-файла на файлы-абзацы	
	2.3.2.10. CSV => DBF конвертер системы "Эйдос"	
	<hr/>	
	2.3.2.11. Прогноз событий по астропараметрам по Н.А.Чердниченко	
	2.3.2.12. Прогнозирование землетрясений методом Н.А.Чердниченко	
	2.3.2.13. Чемпионат RAIF-Challenge 2017-API-bank	
2.3.2.14. Чемпионат RAIF-Challenge 2017-API-retail		
<hr/>		
2.3.2.15. Вставка промежуточных строк в файл исходных данных Inp_data		

Рисунок 4. Автоматизированные программные интерфейсы (API) системы «Эйдос»

Для ввода исходных данных, представленных в таблице 4, в систему «Эйдос», используется один из ее автоматизированных программных интерфейсов (API), а именно универсальный автоматизированный программный интерфейс ввода данных из файлов MS Excel (API-2.3.2.2).

Требования API-2.3.2.2 к исходным данным подробно описаны в хелпах этого режима (рисунок 5):

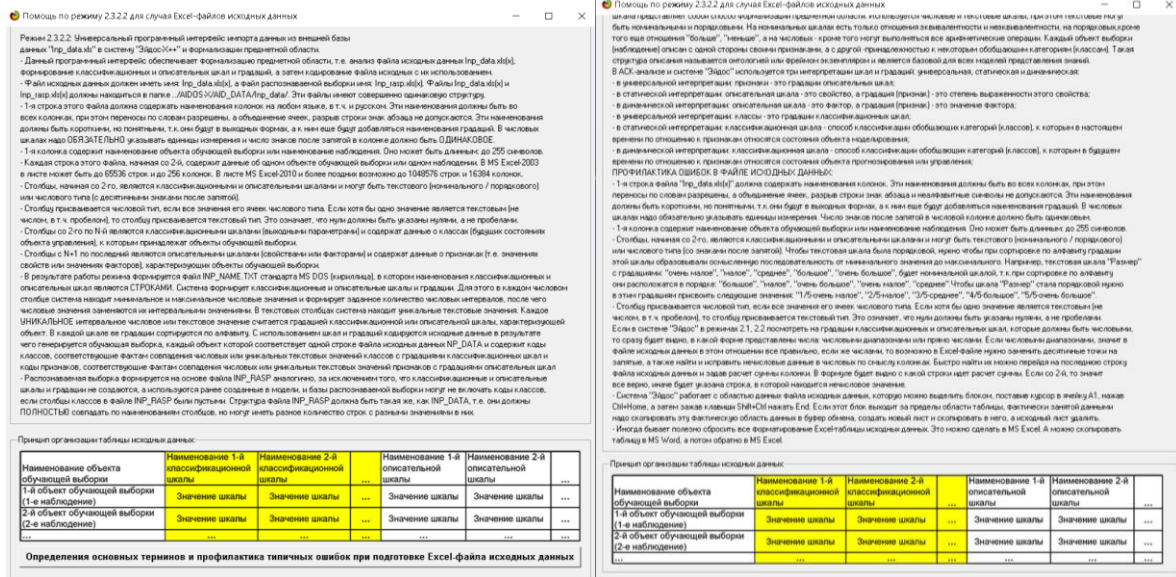
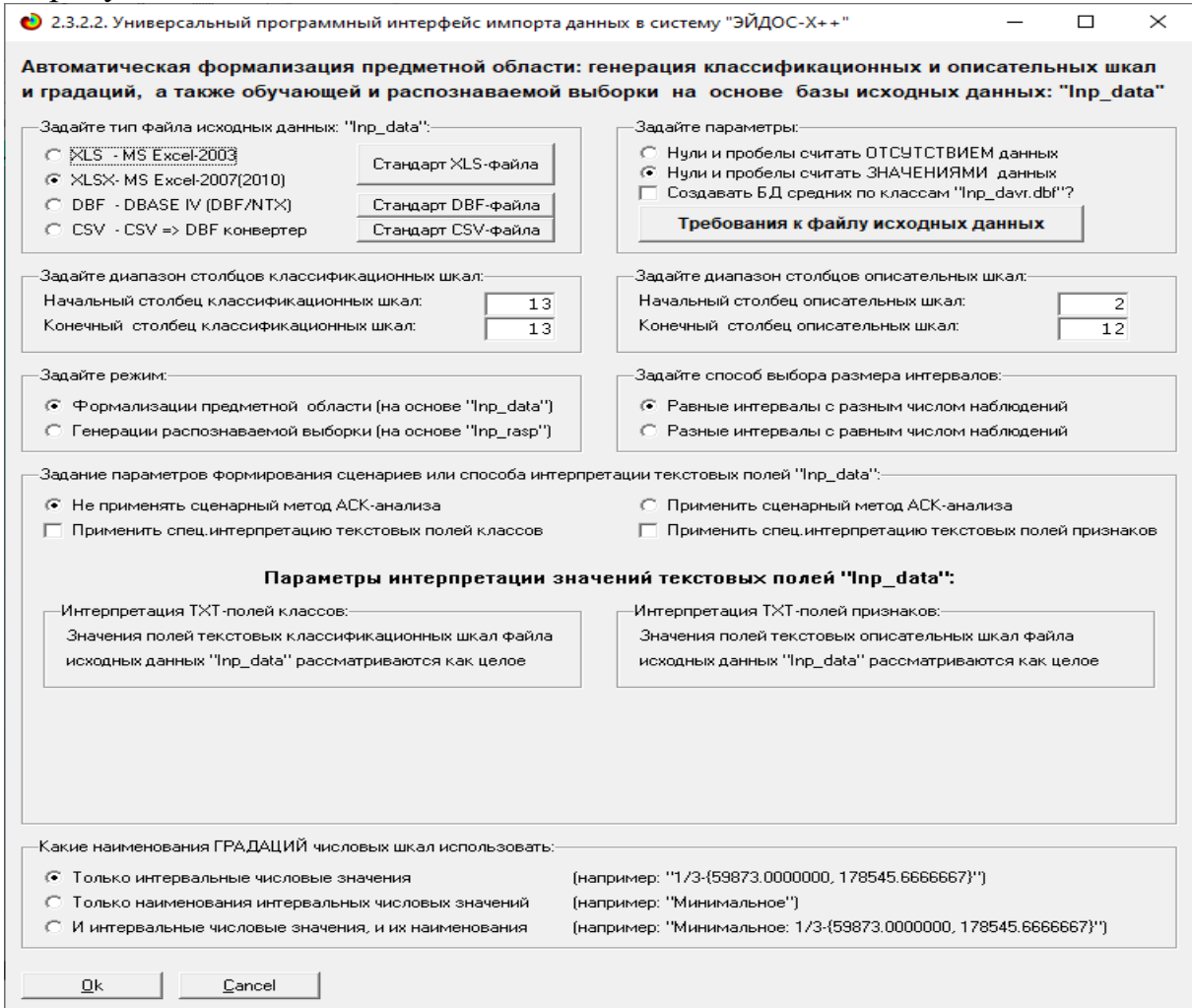


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос» с реальными параметрами, использованными в данной работе, приведены на рисунке 6:



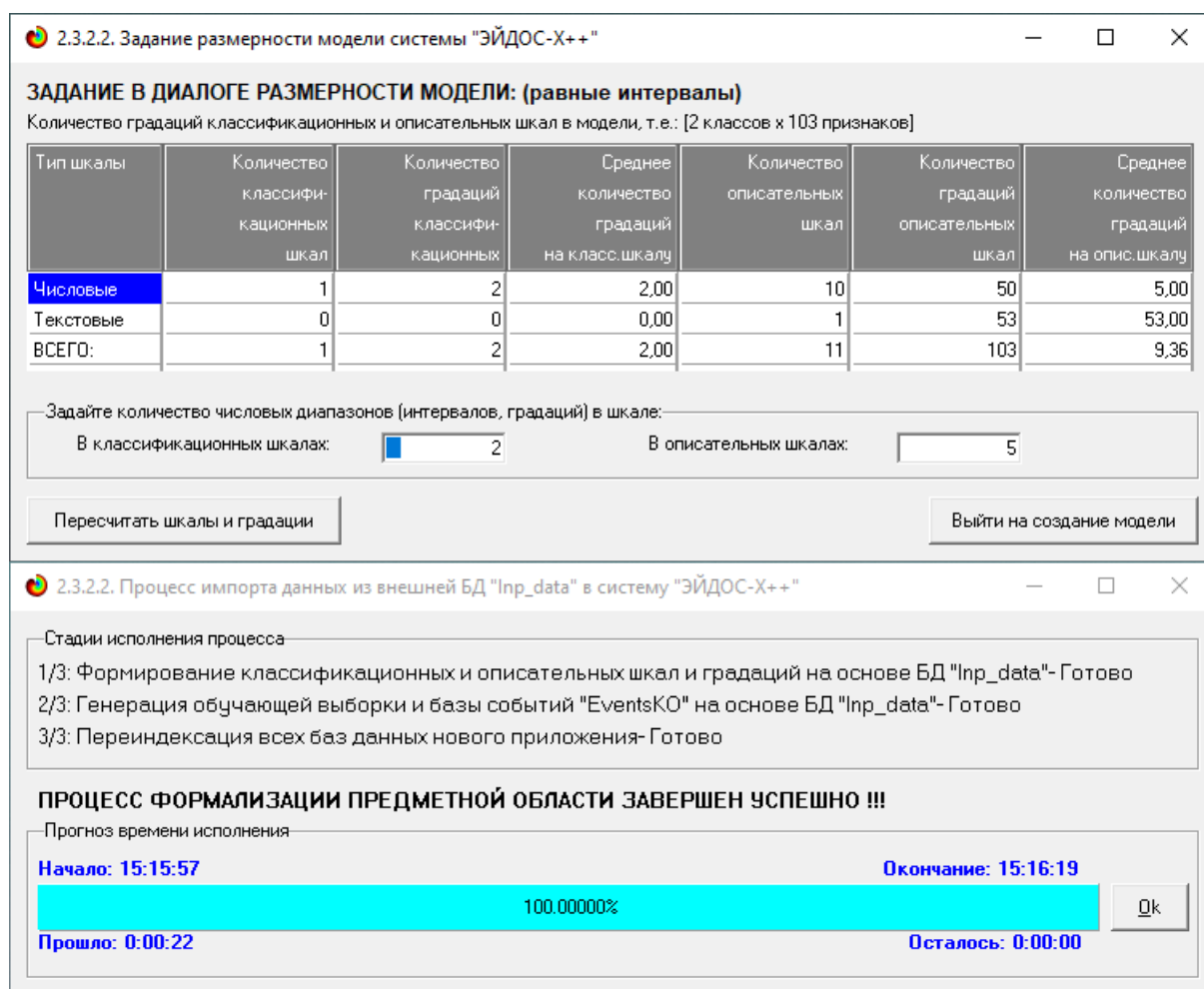


Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

Отметим, что в системе «Эйдос» обычно используются базы данных с расширением «dbf». Они открываются в MS Excel или могут быть конвертированы в файлы xlsx с помощью онлайн-сервисов или в режиме 5.12 (этот режим системы «Эйдос» написан на Питоне).

3.3. Задача-3. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей. Многопараметрическая типизация и частные критерии знаний

Математические модели, на основе которых рассчитываются статистические и системно-когнитивные модели автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и интеллектуальной системы «Эйдос», подробно описаны в ряде монографий и статей автора [1-4]. Поэтому в данной работе мы рассмотрим эти вопросы очень кратко, акцентируя внимание лишь на математической взаимосвязи коэффициента возврата инвестиций (ROI) с мерой χ -квадрат Карла Пирсона и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича.

Отметим, что модели системы «Эйдос» основаны на матрице абсолютных частот, отражающей число встреч градаций описательных

шкал по градациям классификационных шкал (фактов). Но для решения всех задач используется не непосредственно сама эта матрица, а матрицы условных и безусловных процентных распределений и системно-когнитивные модели, которые рассчитываются на ее основе и отражают какое количество информации содержится в факте наблюдения определенной градации описательной шкалы о том, что объект моделирования перейдет в состояние, соответствующее определенной градации классификационной шкалы (классу).

Математическая модель АСК-анализа и системы «Эйдос» основана на системной нечеткой интервальной математике [1-7] и обеспечивает сопоставимую обработку больших объемов фрагментированных и зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных, представленных в различных типах шкал (дихотомических, 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 5):

Таблица 5 – Матрица абсолютных частот (статистическая модель ABS)

		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				$N_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^M N_{ij}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^W N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^W N_{\Sigma j}$

На основе таблицы 5 рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 6).

Таблица 6 – Матрица условных и безусловных процентных распределений (статистические модели PRC1 и PRC2)

		Классы					Безусловная вероятность признака
		1	...	j	...	w	
Значения факторов	1	P_{11}		P_{1j}		P_{1w}	
	...						
	i	P_{i1}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		P_{iw}	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	m	P_{m1}		P_{mj}		P_{mw}	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

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.

На практике часто встречается существенная **несбалансированность** данных, под которой понимается сильно отличающееся количество наблюдений объектов обучающейся выборки, относящихся к различным градациям одной классификационной или описательной шкалы. Поэтому решать задачу на основе непосредственно матрицы абсолютных частот (таблица 5) было бы очень неразумно (за исключением меры взаимосвязи хи-квадрат) и переход от абсолютных частот к условным и безусловным относительным частотам (частостям) (таблица 6) является весьма обоснованным и логичным.

Этот переход полностью снимает проблему **несбалансированности** данных, т.к. в последующем анализе используется не матрица абсолютных частот (таблица 5), а матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 6), а также матрицы системно-когнитивных моделей, рассчитываемые на основе матрица абсолютных частот и матрицы условных и безусловных процентных распределений. Этот подход снимает также проблему обеспечения сопоставимости обработки в одной модели исходных данных, представленных в различных видах шкал

(дихотомических, номинальных, порядковых и числовых) и в разных единицах измерения [8]. В системе «Эйдос» этот подход применяется всегда при решении любых задач.

Затем на основе таблиц 5 и 6 с использованием частных критериев, знаний, приведенных таблице 7, рассчитываются матрицы 7 системно-когнитивных моделей (таблица 8).

В таблице 7 приведены формулы:

– для сравнения фактических и теоретических абсолютных частот;
– для сравнения условных и безусловных относительных частот («вероятностей»).

И это *сравнение* в таблицах 5 и 6 осуществляется двумя возможными способами: путем *вычитания* и путем *деления*.

Таблица 7– Различные аналитические формы частных критериев знаний, применяемые в АСК-анализе и системе «Эйдос»

Наименование модели знаний и частный критерий	Выражение для частного критерия	
	Через относительные частоты	Через абсолютные частоты
ABS , матрица абсолютных частот, N_{ij} - фактическое число встреч i -го признака у объектов j -го класса; \bar{N}_{ij} - теоретическое число встреч i -го признака у объектов j -го класса; N_i – суммарное количество признаков в i -й строке; N_j – суммарное количество признаков или объектов обучающей выборки в j -м классе; N – суммарное количество признаков по всей выборке (таблица 7)	N_{ij} – фактическая частота, $N_i = \sum_{j=1}^W N_{ij}; N_j = \sum_{i=1}^M N_{ij}; N = \sum_{i=1}^W \sum_{j=1}^M N_{ij};$ $\bar{N}_{ij} = \frac{N_i N_j}{N}$ – теоретическая частота.	
PRC1 , матрица условных P_{ij} и безусловных P_i процентных распределений, в качестве N_j используется суммарное количество признаков по классу	...	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$
PRC2 , матрица условных P_{ij} и безусловных P_i процентных распределений, в качестве N_j используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу	...	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}; P_i = \frac{N_i}{N}$
INF1 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу. Вероятность того, что если у объекта j -го класса обнаружен признак, то это i -й признак	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF2 , частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу. Вероятность того, что если предъявлен объект j -го класса, то у него будет обнаружен i -й признак.	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = \Psi \times \text{Log}_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF3 , частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и теоретически ожидаемыми абсолютными частотами	...	$I_{ij} = N_{ij} - \bar{N}_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF5 , частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF6 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество признаков по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$
INF7 , частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 2-й вариант расчета вероятностей: N_j – суммарное количество объектов по j -му классу	$I_{ij} = P_{ij} - P_i$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j} - \frac{N_i}{N} = \frac{N_{ij} N - N_i N_j}{N_j N}$

Обозначения к таблице:

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 8 – Матрица системно-когнитивной модели

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

Количество частных критериев знаний и основанных на них системно-когнитивных моделей (таблица 7), применяемых в настоящее время в системе «Эйдос» равно 7 определяется тем, что они получаются путем всех возможных вариантов сравнения фактических и теоретических абсолютных частот, условных и безусловных относительных частот путем вычитания и путем деления, и при этом N_j рассматривается как суммарное количество или признаков, или объектов обучающей выборки в j -м классе, а **нормировка к нулю** (для аддитивных интегральных критериев), если нет связи между наличием признака и принадлежностью объекта к классу, осуществляется либо логарифмированием, либо вычитанием единицы (таблица 9).

Таблица 9– Конфигуратор системно-когнитивных моделей АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос»

	Способ сравнения	Нормировка не требуется	Нормировка к 0 путем взятия логарифма	Нормировка к 0 путем вычитания 1
Сравнение фактических и теоретических абсолютных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF3, χ -квадрат Карла Пирсона	---	---
Сравнение условных и безусловных относительных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF6, INF7	---	---

Обратим особое внимание на то, что сравнение фактических и теоретических абсолютных частот путем деления приводит при нормировках к нулю (что нужно для применения аддитивных интегральных критериев) путем взятия логарифма и путем вычитания 1 к *тем же самым* моделям, что и сравнение условных и безусловных относительных частот путем деления с теми же самыми способами нормировки. Таким образом, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и провести нормировку к 0 путем взятия логарифма и путем вычитания 1, то получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Других же системно-когнитивных моделей, рассчитываемых на основе приведенных статистических моделей просто нет. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра. *Под конфигуратором В.А.Лефевр понимал минимальный полный набор понятийных шкал или конструктов, т.е. понятий, достаточный для адекватного описания предметной области* [4]⁹. Необходимо отметить, что все эти модели рассчитываются в интеллектуальной системе «Эйдос».

Когда мы сравниваем фактические и теоретические абсолютные частоты путем вычитания у нас получается частный критерий знаний: «хи-квадрат» (СК-модель INF3), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий: «количество информации по А.Харкевичу» (СК-модели INF1, INF2) или «коэффициент возврата инвестиций ROI» - Return On Investment (СК-модели INF4, INF5) в зависимости от способа нормировки.

9 См. 1.2.1.2.1.1. Определение понятия конфигуратора, http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos06_lec/index.htm

Когда же мы сравниваем условные и безусловные относительные частоты путем вычитания у нас получается частный критерий знаний: «коэффициент взаимосвязи» (СК-модели INF6, INF7), когда же мы сравниваем их путем деления, то у нас получается частный критерий: «количество информации по А.Харкевичу» (СК-модели INF1, INF2).

Таким образом, мы видим, что все частные критерии знаний тесно взаимосвязаны друг с другом. Особенно интересна связь знаменитого критерия хи-квадрат К.Пирсона с замечательной мерой количества информации А.Харкевича и с известным в экономике коэффициентом ROI.

Вероятность рассматривается как предел, к которому стремится относительная частота (отношение количества благоприятных исходов к числу испытаний) при неограниченном увеличении количества испытаний. Ясно, что вероятность – это математическая абстракция, которая никогда не встречается на практике (также как и другие математические и физические абстракции, типа математической точки, материальной точки, бесконечно малой и т.п.). На практике встречается только относительная частота. Но она может быть весьма близкой к вероятности. Например, при 480 наблюдений различие между относительной частотой и вероятностью (погрешность) составляет около 5%, при 1250 наблюдениях – около 2.5%, при 10000 наблюдениях – 1%.

Суть этих методов в том, что вычисляется количество информации в значении фактора о том, что объект моделирования перейдет под его действием в определенное состояние, соответствующее классу. Это позволяет сопоставимо и корректно обрабатывать разнородную информацию о наблюдениях объекта моделирования, представленную в различных типах измерительных шкал и различных единицах измерения [8].

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 10 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 9), решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели.

Отметим, что как значимость значения фактора, степень детерминированности класса и ценность или качество модели в АСК-анализе рассматривается вариабельность значений частных критериев этого значения фактора, класса или модели в целом (таблица 10).

Таблица 10 – Уточнение терминологии АСК-анализа

№	Традиционные термины (синонимы)	Новый термин	Формула
1	1. Значимость значения фактора (признака). 2. Дифференцирующая мощность значения фактора (признака). 3. Ценность значения фактора (признака) для решения задачи идентификации и других задач	Корень из информационной мощности значения фактора	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
2	1. Степень детерминированности класса. 2. Степень обусловленности класса.	Корень из информационной мощности класса	$\sigma_{\Sigma j} = \sqrt[2]{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I}_j)^2}$
3	1. Качество модели. 2. Ценность модели. 3. Степень сформированности модели. 4. Количественная мера степени выраженности закономерностей в моделируемой предметной области	Корень из информационной мощности модели	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

Численно эта вариабельность может измеряться разными способами, например средним отклонением модулей частных критериев от среднего, дисперсией или среднеквадратичным отклонением или его квадратом. В системе «Эйдос» принят последний вариант, т.к. эта величина совпадает с мощностью сигнала, в частности мощностью информации, а в АСК-анализе все модели рассматриваются как источник информации об объекте моделирования. Поэтому есть все основания уточнить традиционную терминологию АСК-анализа (таблица 10):

Итак, в разделе раскрывается простая Математическая взаимосвязь меры χ -квадрат Карла Пирсона с коэффициентом возврата инвестиций (ROI) и с семантической мерой целесообразности информации Александра Харкевича. Эта взаимосвязь обнаруживается, если на основе матрицы абсолютных частот рассчитать матрицы условных и безусловных процентных распределений, а затем сравнить фактические абсолютные частоты с теоретическими путем вычитания и деления, а также сравнить условные и безусловные относительные частоты также путем вычитания и деления и выполнить нормировку к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1. При этом получается 3 статистических модели: матрица абсолютных частот и две матрицы относительных частот, т.е. условных и безусловных процентных распределений, а также всего 7 системно-когнитивных моделей. Именно 7, а не большее количество системно-когнитивных моделей в итоге получается потому, что модели, получающиеся в результате сравнения фактических и теоретических абсолютных частот путем деления и нормировки к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1 **тождественно совпадают** с моделями, получающимися путем сравнения условных и безусловных относительных

частот путем деления и нормировки к нулю путем взятия логарифма или вычитания 1. Это и есть конфигуратор статистических и когнитивных моделей в смысле В.А.Лефевра, содержащий минимальное количество моделей, позволяющих полно описать моделируемую предметную область.

Показательно, примечательно и весьма замечательно, что *модель меры χ -квадрат Карла Пирсона из статистики* оказалась математически тесно связанной с коэффициентом возврата инвестиций (ROI), применяемой в экономике в теории управления портфелем инвестиций и с мерой информации Александра Харкевича из семантической теории информации и теории управления знаниями. Все эти модели рассчитываются в интеллектуальной системе «Эйдос».

3.5. Синтез и верификация моделей

— □ ×

— Задайте модели для синтеза и верификации

Статистические базы:

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

Задайте источник данных для расчета модели ABS:

Обучающая выборка Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Задайте значение фона в матрице абсолютных частот:

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

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

Системно-когнитивные модели (базы знаний):

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

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

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

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

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

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

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

Текущая модель

1. ABS

2. PRC1

3. PRC2

4. INF1

5. INF2

6. INF3

7. INF4

8. INF5

9. INF6

10. INF7

— Параметры копирования обучающей выборки в распознаваемую (бутстрепный подход):

Какие объекты обуч.выборки копировать:

Копировать всю обучающую выборку

Копировать только текущий объект

Копировать каждый N-й объект

Копировать N случайных объектов

Копировать объекты от N1 до N2 (fastest)

Вообще не менять распознаваемую выборку

Удалять из обуч.выборки скопированные объекты:

Не удалять

Удалять

Пояснение по алгоритму верификации

Подробнее

Измеряется внутренняя достоверн. модели

Выполнить:

Синтез и верификацию

Только верификацию

Только синтез (xBase++)

Только синтез (Python)

— Задайте процессор

CPU GPU

— Задайте алгоритм:

Классика - дольше

Упрощенно-быстрее

— Использование только наиболее достоверных результатов распознавания. Rasp.dbf и целесообразность применения бутстрепного подхода

Расчетный размер БД результатов распознавания Rasp.dbf равен 105094 байт, т.е.: 0.0048938 % от MAX-возможного, (от 2Гб)

УЧИТЫВАТЬ только наиболее достоверные результаты распознавания с МОДУЛЕМ инт. крит. "Резонанс знаний" выше %

В примении бутстрепного подхода нет необходимости. Синтез и верификация моделей будут выполнены на основе всей выборки.

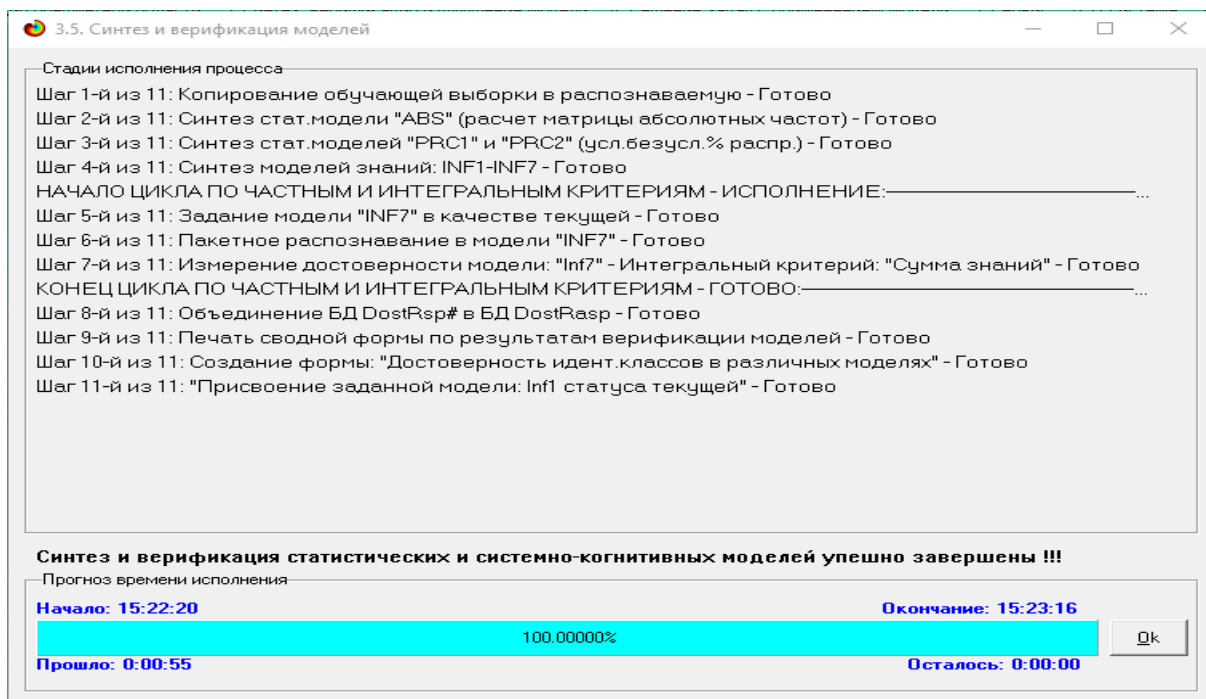


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

В результате работы режима 3.5 создано 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей, некоторые из которых приведены на рисунках 8-11:

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. QUALITY 1/2 (3.0, 5.5)	2. QUALITY 2/2 (5.5, 8.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадрат. откл.
71.0	FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	1.0		1.0	0.50	0.71
72.0	FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	1.0		1.0	0.50	0.71
73.0	FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	1.0		1.0	0.50	0.71
74.0	FREE SULFUR DIOXIDE-51.0000000	1.0	1.0	2.0	1.00	
75.0	FREE SULFUR DIOXIDE-52.0000000	1.0	1.0	2.0	1.00	
76.0	FREE SULFUR DIOXIDE-53.0000000		1.0	1.0	0.50	0.71
77.0	FREE SULFUR DIOXIDE-54.0000000		1.0	1.0	0.50	0.71
78.0	FREE SULFUR DIOXIDE-68.0000000	2.0		2.0	1.00	1.41
79.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-1/5-(6.0000000, 37.8000000)	202.0	303.0	505.0	252.50	71.42
80.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-2/5-(37.8000000, 69.6000000)	147.0	178.0	325.0	162.50	21.92
81.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-3/5-(69.6000000, 101.4000000)	82.0	39.0	121.0	60.50	30.41
82.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-(101.4000000, 133.2000000)	62.0	9.0	71.0	35.50	37.48
83.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-5/5-(133.2000000, 165.0000000)	22.0	5.0	27.0	13.50	12.02
84.0	DENSITY-1/5-(0.9900700, 0.9926960)		15.0	15.0	7.50	10.61
85.0	DENSITY-2/5-(0.9926960, 0.9953220)	23.0	81.0	104.0	52.00	41.01
86.0	DENSITY-3/5-(0.9953220, 0.9979480)	332.0	257.0	589.0	294.50	53.03
87.0	DENSITY-4/5-(0.9979480, 1.0005740)	145.0	161.0	306.0	153.00	11.31
88.0	DENSITY-5/5-(1.0005740, 1.0032000)	15.0	20.0	35.0	17.50	3.54
89.0	PH-1/5-(2.7400000, 2.9720000)	8.0	11.0	19.0	9.50	2.12
90.0	PH-2/5-(2.9720000, 3.2040000)	130.0	143.0	273.0	136.50	9.19
91.0	PH-3/5-(3.2040000, 3.4360000)	268.0	298.0	566.0	283.00	21.21
92.0	PH-4/5-(3.4360000, 3.6680000)	101.0	72.0	173.0	86.50	20.51
93.0	PH-5/5-(3.6680000, 3.9000000)	8.0	10.0	18.0	9.00	1.41
94.0	SULPHATES-1/5-(0.3300000, 0.6640000)	389.0	261.0	650.0	325.00	90.51
95.0	SULPHATES-2/5-(0.6640000, 0.9980000)	101.0	252.0	353.0	176.50	106.77
96.0	SULPHATES-3/5-(0.9980000, 1.3320000)	20.0	15.0	35.0	17.50	3.54
97.0	SULPHATES-4/5-(1.3320000, 1.6660000)	3.0	4.0	7.0	3.50	0.71
98.0	SULPHATES-5/5-(1.6660000, 2.0000000)	2.0	2.0	4.0	2.00	
99.0	ALCOHOL-1/5-(8.4000000, 9.7000000)	310.0	121.0	431.0	215.50	133.64
100.0	ALCOHOL-2/5-(9.7000000, 11.0000000)	175.0	224.0	399.0	199.50	34.65
101.0	ALCOHOL-3/5-(11.0000000, 12.3000000)	25.0	133.0	158.0	79.00	76.37
102.0	ALCOHOL-4/5-(12.3000000, 13.6000000)	4.0	51.0	55.0	27.50	33.23
103.0	ALCOHOL-5/5-(13.6000000, 14.9000000)	1.0	5.0	6.0	3.00	2.83
	Сумма числа признаков	5665.0	5874.0	11539.0		
	Среднее	55.0	57.0		56.01	
	Среднеквадратичное отклонение	104.3	101.6			102.72
	Сумма числа объектов обучающей выборки	515.0	534.0	1049.0		

Рисунок 8. Статистическая модель «ABS», матрица абсолютных частот (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. QUALITY 1/2 {3,0, 5,5}	2. QUALITY 2/2 {5,5, 8,0}	Безусл. вероятн.	Среднее	Средн. кв.откл.	
70.0	FREE SULFUR DIOXIDE-45.0000000	0.194		0.095	0.097	0.177	
71.0	FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	0.194		0.095	0.097	0.177	
72.0	FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	0.194		0.095	0.097	0.177	
73.0	FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	0.194		0.095	0.097	0.177	
74.0	FREE SULFUR DIOXIDE-51.0000000	0.194	0.187	0.191	0.191	0.022	
75.0	FREE SULFUR DIOXIDE-52.0000000	0.194	0.187	0.191	0.191	0.022	
76.0	FREE SULFUR DIOXIDE-53.0000000		0.187	0.095	0.094	0.172	
77.0	FREE SULFUR DIOXIDE-54.0000000		0.187	0.095	0.094	0.172	
78.0	FREE SULFUR DIOXIDE-68.0000000	0.388		0.191	0.194	0.317	
79.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-1/5-(6.0000000, 37.8000000)	39.223	56.742	48.141	47.982	12.433	
80.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-2/5-(37.8000000, 69.6000000)	28.544	33.333	30.982	30.939	3.432	
81.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-3/5-(69.6000000, 101.4000000)	15.922	7.303	11.535	11.613	6.140	
82.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-(101.4000000, 133.2000000)	12.039	1.685	6.768	6.862	7.366	
83.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-5/5-(133.2000000, 165.0000000)	4.272	0.936	2.574	2.604	2.404	
84.0	DENSITY-1/5-(0.9900700, 0.9926960)		2.809	1.430	1.404	2.031	
85.0	DENSITY-2/5-(0.9926960, 0.9953220)		4.466	15.169	9.914	9.817	7.613
86.0	DENSITY-3/5-(0.9953220, 0.9979480)		64.466	48.127	56.149	56.297	11.599
87.0	DENSITY-4/5-(0.9979480, 1.0005740)		28.155	30.150	29.171	29.153	1.455
88.0	DENSITY-5/5-(1.0005740, 1.0032000)		2.913	3.745	3.337	3.329	0.633
89.0	PH-1/5-(2.7400000, 2.9720000)		1.553	2.060	1.811	1.807	0.401
90.0	PH-2/5-(2.9720000, 3.2040000)		25.243	26.779	26.025	26.011	1.131
91.0	PH-3/5-(3.2040000, 3.4360000)		52.039	55.805	53.956	53.922	2.708
92.0	PH-4/5-(3.4360000, 3.6680000)		19.612	13.483	16.492	16.547	4.379
93.0	PH-5/5-(3.6680000, 3.9000000)		1.553	1.873	1.716	1.713	0.267
94.0	SULPHATES-1/5-(0.3300000, 0.6640000)		75.534	48.876	61.964	62.205	18.895
95.0	SULPHATES-2/5-(0.6640000, 0.9980000)		19.612	47.191	33.651	33.401	19.547
96.0	SULPHATES-3/5-(0.9980000, 1.3320000)		3.883	2.809	3.337	3.346	0.804
97.0	SULPHATES-4/5-(1.3320000, 1.6660000)		0.583	0.749	0.667	0.666	0.157
98.0	SULPHATES-5/5-(1.6660000, 2.0000000)		0.388	0.375	0.381	0.381	0.031
99.0	ALCOHOL-1/5-(8.4000000, 9.7000000)		60.194	22.659	41.087	41.427	26.587
100.0	ALCOHOL-2/5-(9.7000000, 11.0000000)		33.981	41.948	38.036	37.964	5.679
101.0	ALCOHOL-3/5-(11.0000000, 12.3000000)		4.854	24.906	15.062	14.880	14.224
102.0	ALCOHOL-4/5-(12.3000000, 13.6000000)		0.777	9.551	5.243	5.164	6.249
103.0	ALCOHOL-5/5-(13.6000000, 14.9000000)		0.194	0.936	0.572	0.565	0.568
	Сумма	1100.000	1100.000	2200.000			
	Среднее	10.680	10.680		10.680		
	Среднеквадратичное отклонение	20.253	19.031			19.603	
	Сумма числа объектов обуч.выборки	515.000	534.000	1049.000			

Рисунок 9. Статистическая модель «PRC2», матрица условных и безусловных процентных распределений (фрагмент)

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

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. QUALITY 1/2 {3,0, 5,5}	2. QUALITY 2/2 {5,5, 8,0}	Сумма	Среднее	Средн. кв.откл.
68.0	FREE SULFUR DIOXIDE-42.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
69.0	FREE SULFUR DIOXIDE-43.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
70.0	FREE SULFUR DIOXIDE-45.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
71.0	FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
72.0	FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
73.0	FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
74.0	FREE SULFUR DIOXIDE-51.0000000	0.002	-0.002	0.000	0.000	0.003
75.0	FREE SULFUR DIOXIDE-52.0000000	0.002	-0.002	0.000	0.000	0.003
76.0	FREE SULFUR DIOXIDE-53.0000000		0.072	0.072	0.036	0.051
77.0	FREE SULFUR DIOXIDE-54.0000000		0.072	0.072	0.036	0.051
78.0	FREE SULFUR DIOXIDE-68.0000000	0.076		0.076	0.038	0.054
79.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-1/5-(6.0000000, 37.8000000)	-0.022	0.018	-0.004	-0.002	0.028
80.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-2/5-(37.8000000, 69.6000000)	-0.009	0.008	-0.001	0.000	0.012
81.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-3/5-(69.6000000, 101.4000000)	0.034	-0.049	-0.014	-0.007	0.059
82.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-(101.4000000, 133.2000000)	0.062	-0.149	-0.087	-0.044	0.149
83.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-5/5-(133.2000000, 165.0000000)	0.054	-0.108	-0.054	-0.027	0.115
84.0	DENSITY-1/5-(0.9900700, 0.9926960)		0.072	0.072	0.036	0.051
85.0	DENSITY-2/5-(0.9926960, 0.9953220)	-0.085	0.045	-0.040	-0.020	0.092
86.0	DENSITY-3/5-(0.9953220, 0.9979480)	0.015	-0.016	-0.002	-0.001	0.022
87.0	DENSITY-4/5-(0.9979480, 1.0005740)	-0.004	0.004	0.000	0.000	0.005
88.0	DENSITY-5/5-(1.0005740, 1.0032000)	-0.015	0.012	-0.002	-0.001	0.019
89.0	PH-1/5-(2.7400000, 2.9720000)	-0.016	0.014	-0.003	-0.001	0.021
90.0	PH-2/5-(2.9720000, 3.2040000)	-0.003	0.003	0.000	0.000	0.004
91.0	PH-3/5-(3.2040000, 3.4360000)	-0.004	0.004	0.000	0.000	0.005
92.0	PH-4/5-(3.4360000, 3.6680000)	0.019	-0.022	-0.003	-0.002	0.028
93.0	PH-5/5-(3.6680000, 3.9000000)	-0.011	0.009	-0.001	-0.001	0.014
94.0	SULPHATES-1/5-(0.3300000, 0.6640000)	0.021	-0.025	-0.004	-0.002	0.033
95.0	SULPHATES-2/5-(0.6640000, 0.9980000)	-0.058	0.036	-0.022	-0.011	0.066
96.0	SULPHATES-3/5-(0.9980000, 1.3320000)	0.016	-0.018	-0.002	-0.001	0.024
97.0	SULPHATES-4/5-(1.3320000, 1.6660000)	-0.015	0.012	-0.002	-0.001	0.019
98.0	SULPHATES-5/5-(1.6660000, 2.0000000)	0.002	-0.002	0.000	0.000	0.003
99.0	ALCOHOL-1/5-(8.4000000, 9.7000000)	0.041	-0.064	-0.023	-0.011	0.074
100.0	ALCOHOL-2/5-(9.7000000, 11.0000000)	-0.012	0.010	-0.002	-0.001	0.016
101.0	ALCOHOL-3/5-(11.0000000, 12.3000000)	-0.121	0.054	-0.067	-0.034	0.124
102.0	ALCOHOL-4/5-(12.3000000, 13.6000000)	-0.204	0.064	-0.140	-0.070	0.190
103.0	ALCOHOL-5/5-(13.6000000, 14.9000000)	-0.116	0.053	-0.063	-0.031	0.119
	Сумма	0.382	0.252	0.634		
	Среднее	0.004	0.002		0.003	
	Среднеквадратичное отклонение	0.046	0.037			0.042

Рисунок 10. Системно-когнитивная модель «INF1», матрица информанностей (по А.Харкевичу) (фрагмент)

Код признака	Наименование описательной шкалы и градации	1. QUALITY 1/2 (3.0, 5.5)	2. QUALITY 2/2 (5.5, 8.0)	Сумма	Среднее	Средн. квадрат. откл.
69.0	FREE SULFUR DIOXIDE-43.0000000	0.509	-0.509			0.720
70.0	FREE SULFUR DIOXIDE-45.0000000	0.509	-0.509			0.720
71.0	FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	0.509	-0.509			0.720
72.0	FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	0.509	-0.509			0.720
73.0	FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	0.509	-0.509			0.720
74.0	FREE SULFUR DIOXIDE-51.0000000	0.018	-0.018			0.026
75.0	FREE SULFUR DIOXIDE-52.0000000	0.018	-0.018			0.026
76.0	FREE SULFUR DIOXIDE-53.0000000	-0.491	0.491			0.694
77.0	FREE SULFUR DIOXIDE-54.0000000	-0.491	0.491			0.694
78.0	FREE SULFUR DIOXIDE-68.0000000	1.018	-1.018			1.440
79.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-1/5-(6.0000000, 37.8000000)	-45.927	45.927			64.950
80.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-2/5-(37.8000000, 69.6000000)	-12.557	12.557			17.758
81.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-3/5-(69.6000000, 101.4000000)	22.596	-22.596			31.955
82.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-(101.4000000, 133.2000000)	27.143	-27.143			38.386
83.0	TOTAL SULFUR DIOXIDE-5/5-(133.2000000, 165.0000000)	8.745	-8.745			12.367
84.0	DENSITY-1/5-(0.9900700, 0.9926960)	-7.364	7.364			10.414
85.0	DENSITY-2/5-(0.9926960, 0.9953220)	-28.058	28.058			39.680
86.0	DENSITY-3/5-(0.9953220, 0.9979480)	42.834	-42.834			60.577
87.0	DENSITY-4/5-(0.9979480, 1.0005740)	-5.229	5.229			7.395
88.0	DENSITY-5/5-(1.0005740, 1.0032000)	-2.183	2.183			3.087
89.0	PH-1/5-(2.7400000, 2.9720000)	-1.328	1.328			1.878
90.0	PH-2/5-(2.9720000, 3.2040000)	-4.028	4.028			5.696
91.0	PH-3/5-(3.2040000, 3.4360000)	-9.874	9.874			13.964
92.0	PH-4/5-(3.4360000, 3.6680000)	16.067	-16.067			22.722
93.0	PH-5/5-(3.6680000, 3.9000000)	-0.837	0.837			1.184
94.0	SULPHATES-1/5-(0.3300000, 0.6640000)	69.887	-69.887			98.835
95.0	SULPHATES-2/5-(0.6640000, 0.9980000)	-72.303	72.303			102.252
96.0	SULPHATES-3/5-(0.9980000, 1.3320000)	2.817	-2.817			3.984
97.0	SULPHATES-4/5-(1.3320000, 1.6660000)	-0.437	0.437			0.617
98.0	SULPHATES-5/5-(1.6660000, 2.0000000)	0.036	-0.036			0.051
99.0	ALCOHOL-1/5-(8.4000000, 9.7000000)	98.403	-98.403			139.163
100.0	ALCOHOL-2/5-(9.7000000, 11.0000000)	-20.887	20.887			29.538
101.0	ALCOHOL-3/5-(11.0000000, 12.3000000)	-52.569	52.569			74.344
102.0	ALCOHOL-4/5-(12.3000000, 13.6000000)	-23.002	23.002			32.530
103.0	ALCOHOL-5/5-(13.6000000, 14.9000000)	-1.946	1.946			2.752
	Сумма					
	Среднее					
	Среднеквадратичное отклонение	20.164	20.164			20.115
	Сумма числа объектов обуч.выборки	515.000	534.000	1049.000		

Рисунок 11 . Системно-когнитивная модель «INF3», матрица Хи-квадрат (по К.Пирсону) (фрагмент)

Полученные модели корректно использовать для решения задач только в том случае, если они достаточно достоверны (адекватны), т.е. верно отражают моделируемую предметную область. Поэтому в следующем разделе оценим достоверность созданных статистических и системно-когнитивных моделей.

3.4. Задача-4. Верификация моделей

3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных и ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1- L2-мерам проф. Е.В.Луценко, которые предложены для того, чтобы смягчить или полностью преодолеть некоторые недостатки F-меры [9].

Достоверность моделей можно оценивать и путем решения других задач, например задач прогнозирования, выработки управляющих решений, исследования объекта моделирования путем исследования его

модели. Но это более трудоемко и даже всегда возможно, особенно на экономических и политических моделях.

В режиме 3.4 системы «Эйдос» и ряде других изучается достоверность каждой частной модели в соответствии с этими мерами достоверности.

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF5 с интегральным критерием: «Сумма знаний»: **L1=0.837** при максимуме 1 (рисунок 12). *Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

3.4. Обобщенная форма по доств.моделям при разн.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Ф-мера Ван Рысбергена	Средня модел. уровней сход. истинно-полож. решений (STP)	Средня модел. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Средня модел. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)	Средня модел. уровней сход. ложно-отрицат. решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сход. истинно-полож. решений	Средний модуль уровней сход. истинно-отрицат. решений	Средний уровень ложно-решений
1.ABS - частный критерий: количество встреч соиманий, %клас.	Корреляция абс частот с обр...	0.667	794.617	735.174	787.231	773.226	0.519	1.000	0.684	0.757	0	
1.ABS - частный критерий: количество встреч соиманий, %клас.	Средня абс частот по признак...	0.667	835.687	787.231	787.231	773.226	0.515	1.000	0.680	0.797	0	
2.PFC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред.	Корреляция усл.отн частот с о...	0.667	794.617	735.174	773.226	773.226	0.519	1.000	0.684	0.757	0	
2.PFC1 - частный критерий: усл. вероятность того признака сред.	Средня усл.отн частот по при...	0.667	820.993	773.226	773.226	773.226	0.515	1.000	0.680	0.783	0	
3.PFC2 - частный критерий: условная вероятность того признака.	Корреляция усл.отн частот с о...	0.667	794.616	735.173	787.231	773.226	0.519	1.000	0.684	0.757	0	
3.PFC2 - частный критерий: условная вероятность того признака.	Средня усл.отн частот по при...	0.667	820.993	773.226	773.226	773.226	0.515	1.000	0.680	0.783	0	
4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Семантический резонанс зна...	0.709	91.224	305.602	13.218	79.400	0.873	0.535	0.663	0.153	0.333	0
4.INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Средня знания	0.719	126.709	244.387	23.652	52.389	0.843	0.707	0.769	0.178	0.293	0
5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Семантический резонанс зна...	0.709	91.224	305.603	13.218	79.400	0.873	0.535	0.663	0.153	0.333	0
5.INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; в.	Средня знания	0.719	126.709	244.387	23.652	52.389	0.843	0.707	0.769	0.178	0.293	0
6.INF3 - частный критерий: 2-инквадрат, разности между фактн.	Семантический резонанс зна...	0.709	316.816	316.816	96.643	96.643	0.766	0.766	0.766	0.426	0.426	0
6.INF3 - частный критерий: 2-инквадрат, разности между фактн.	Средня знания	0.709	316.816	316.816	96.643	96.643	0.766	0.766	0.766	0.426	0.426	0
7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно.	Семантический резонанс зна...	0.487	57.159	435.564	5.132	162.481	0.918	0.260	0.405	0.161	0.436	0
7.INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно.	Средня знания	0.487	57.159	435.564	5.132	162.481	0.918	0.260	0.405	0.161	0.436	0
8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно.	Семантический резонанс зна...	0.487	57.159	435.564	5.132	162.481	0.918	0.260	0.405	0.161	0.436	0
8.INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); веротно.	Средня знания	0.487	57.159	435.564	5.132	162.481	0.918	0.260	0.405	0.161	0.436	0
9.INF5 - частный критерий: разности безул.вероятностей; вер.	Семантический резонанс зна...	0.707	313.088	318.196	95.388	97.417	0.766	0.763	0.765	0.424	0.426	0
9.INF5 - частный критерий: разности безул.вероятностей; вер.	Средня знания	0.709	313.239	308.866	96.199	93.830	0.765	0.769	0.767	0.421	0.416	0
10.INF7 - частный критерий: разности безул.вероятностей; вер.	Семантический резонанс зна...	0.707	313.088	318.196	95.388	97.417	0.766	0.763	0.765	0.424	0.426	0
10.INF7 - частный критерий: разности безул.вероятностей; вер.	Средня знания	0.709	313.239	308.866	96.199	93.830	0.765	0.769	0.767	0.421	0.416	0

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TR|TN|FP|FN | (TP|FP)|(TN|FN) | (T-F)|(T-F)*100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

На рисунках 13 приведены частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко [9] СК-модели INF5.

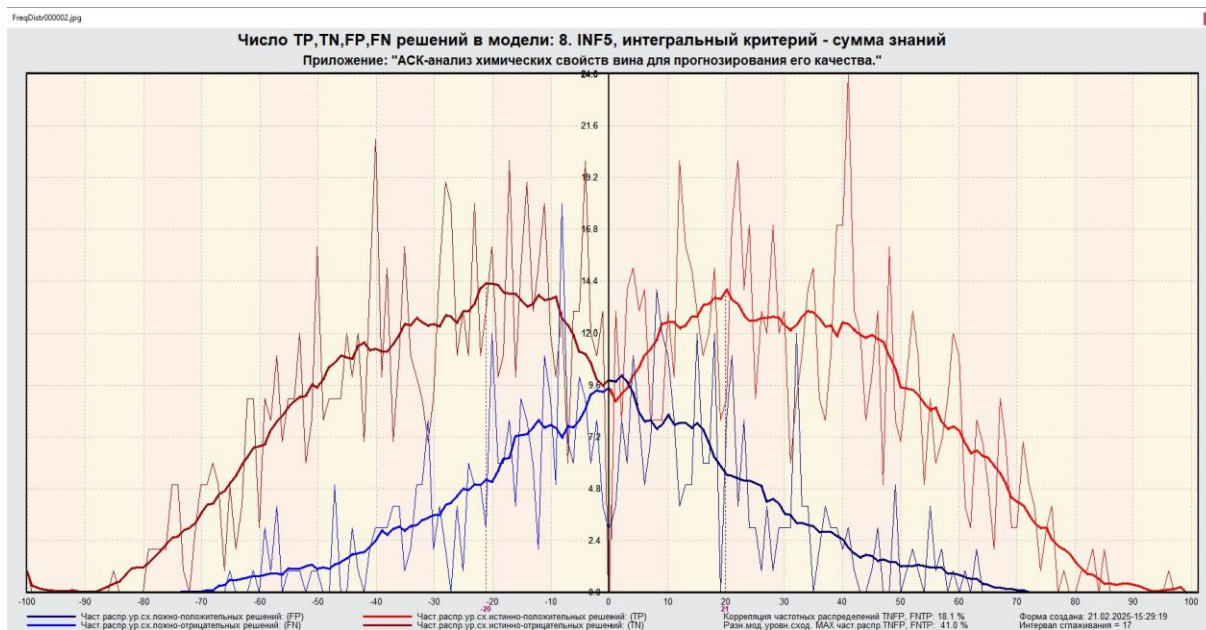




Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF5 [9]

На рисунках 14 приведены экранные формы хелпов режима 3.4, в которых подробно объясняется смысл этого режима. Эти формы приводятся в данной работе вместо более детального описания данного режима.

Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-X++"

Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.6, 4.1.3.7, 4.1.3.8, 4.1.3.10: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-X++".

ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
 Предположим, модель дает такой прогноз, что выпадет все: и 1, и 2, и 3, и 4, и 5, и 6. Понятно, что из всего этого выпадет лишь что-то одно. В этом случае модель не предскажет, что не выпадет, но зато она обязательно предскажет, что выпадет. Однако при этом очень много объектов будет отнесено к классам, к которым они не относятся. Тогда вероятность истинно-положительных решений у модели будет 1/6, а вероятность ложно-положительных решений - 5/6. Ясно, что такой прогноз бесполезен, поэтому он и назван именной псевдопрогнозом.

ОТРИЦАТЕЛЬНЫЙ ПСЕВДОПРОГНОЗ.
 Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями, и модель предсказывает, что ничего не выпадет, т.е. не выпадет ни 1, ни 2, ни 3, ни 4, ни 5, ни 6, но что-то из этого, естественно, обязательно выпадет. Конечно, модель не предсказала, что выпадет, зато она очень хорошо предсказала, что не выпадет. Вероятность истинно-отрицательных решений у модели будет 5/6, а вероятность ложно-отрицательных решений - 1/6. Такой прогноз гораздо достовернее, чем положительный псевдопрогноз, но тоже бесполезен.

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

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

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

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

$$L_b = \frac{1 + (TP + TN - FP - FN) / (TP + TN + FP + FN)}{2} \quad \text{(нормировка: \{0, 1\})}$$

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

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

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

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

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

Из графиков частотных распределений истинно-положительных, истинно-отрицательных, ложно-положительных и ложно-отрицательных решений видно, что чем выше модуль уровня сходства, тем больше доля истинных решений. Это значит, что модуль уровня сходства является адекватной мерой степени истинности решения и степени уверенности системы в этом решении. Поэтому система "Эйдос" имеет адекватный критерий достоверности собственных решений, с помощью которого она может отфильтровать заведомо ложные решения.

Луценко Е.В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е.В. Луценко // Политехнический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета [Научный журнал КубГАУ] [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2017. - №02[126]. С. 1 - 32. - IDA [article ID]: 1261702001. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/02/pdf/01.pdf>, 2 у.п.л.

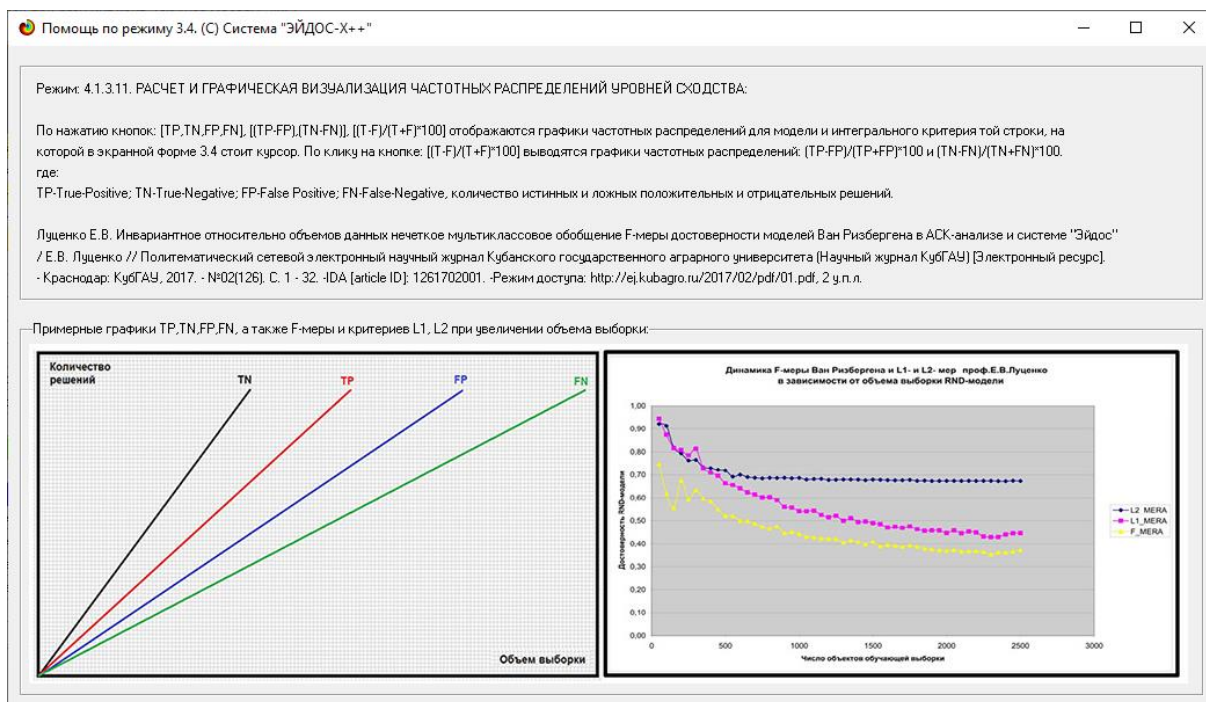


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

- идентификация объекта с классом достоверна, т.е. модель относит объекты к классам, к которым они действительно принадлежат;
- прогнозирование достоверно, т.е. действительно наступают те события, которые прогнозируются;
- принятие решений адекватно (достоверно), т.е. после реализации принятых управляющих решений объект управления действительно переходит в целевые будущие состояния;
- исследование достоверно, т.е. полученные в результате исследования модели объекта моделирования выводы могут быть с полным основанием отнесены к объекту моделирования.

Технически сам выбор наиболее достоверной модели и задание ее текущей осуществляется в режиме 5.6 системы «Эйдос» и проходит быстро (рисунки 15). Это необходимо делать лишь для решения задачи идентификации и прогнозирования (в режиме 4.1.2), которая требует и потребляет наибольшие вычислительные ресурсы и поэтому решается только для модели, заданной в качестве текущей. Все остальные расчеты проводятся в системе «Эйдос» сразу во всех моделях.

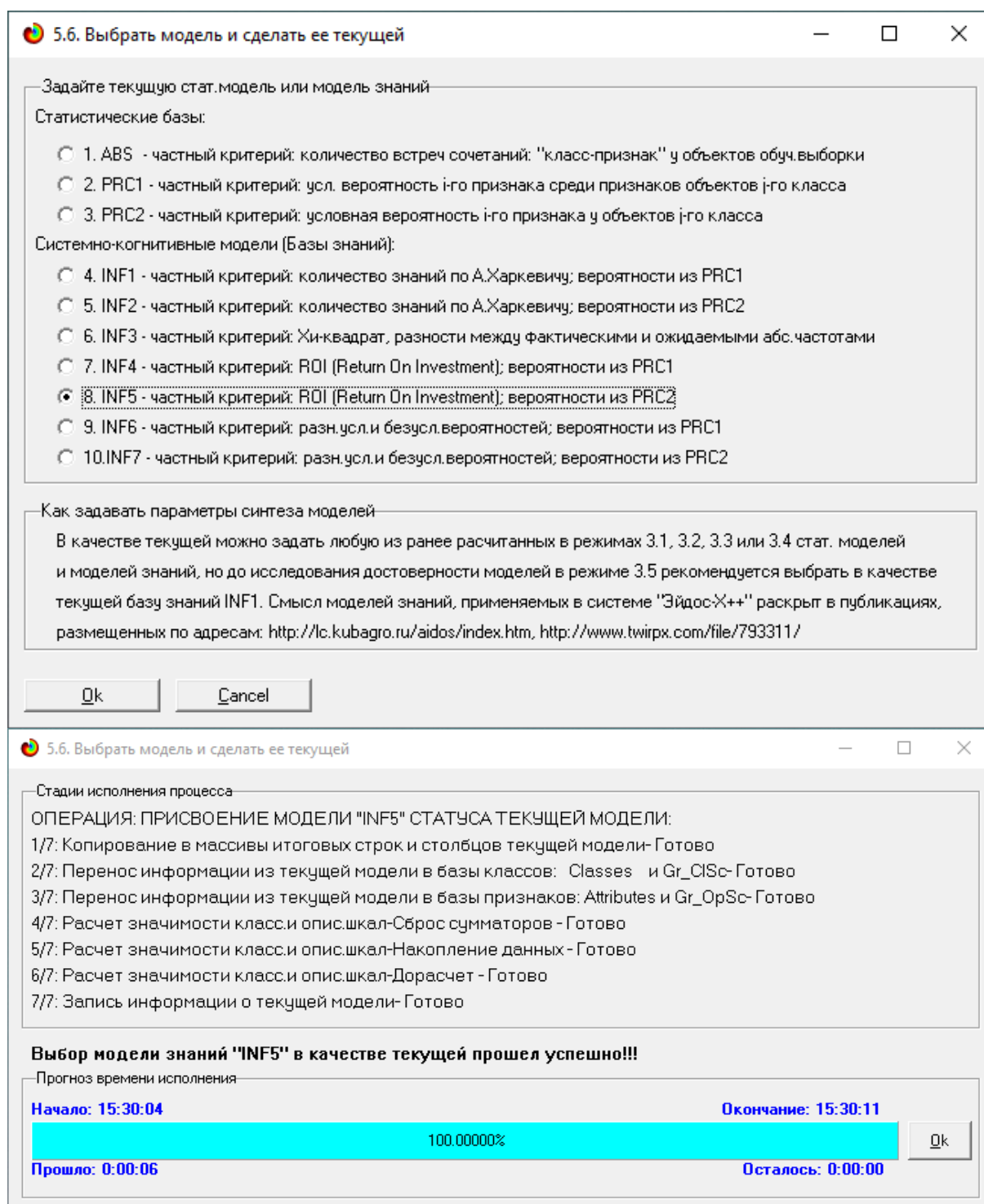


Рисунок 15. Задание СК-модели INF5 в качестве текущей

3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

При решении задачи идентификации каждый объект распознаваемой выборки сравнивается по всем своим признакам с каждым из обобщенных образов классов. Смысл решения задачи идентификации заключается в том, что при определении принадлежности конкретного объекта к обобщенному образу классу об этом конкретном объекте *по аналогии* становится известно все, что известно об объектах этого класса, по

крайней мере, самое существенное о них, т.е. чем они отличаются от объектов других классов.

Задачи идентификации и прогнозирования взаимосвязаны и мало чем отличаются друг от друга. Главное различие между ними в том, что при идентификации значения свойств и принадлежность объекта к классу относятся к одному моменту времени, а при прогнозировании значения факторов относятся к прошлому, а переход объекта под действием этих факторов в состояние, соответствующее классу относится к будущему (рисунок 3).

Задача решается в модели, заданной в качестве текущей, т.к. является весьма трудоемкой в вычислительном отношении. Правда с разработкой и реализацией в системе «Эйдос» высокоэффективных алгоритмов распознавания и использованием графического процессора (GPU) для расчетов эта проблема практически снялась.

Сравнение осуществляется путем применения *неметрических интегральных критериев*, которых в настоящее время в системе «Эйдос» используется два. Эти интегральные критерии интересны тем, что корректны¹⁰ в неортонормированных пространствах, которые всегда и встречаются на практике, и являются фильтрами подавления шума.

3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

Интегральный критерий «Сумма знаний» представляет собой 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, представленных в help режима 5.5:

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

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

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

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

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

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

¹⁰ В отличие от Евклидова расстояния, которое используется для подобных целей наиболее часто

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

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

3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

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, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

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

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков); \bar{I}_j – средняя информативность по вектору класса; \bar{L} – среднее по вектору объекта;

σ_j – среднее квадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса; σ_l – среднее квадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

$\bar{I}_{ij} = \{I_{ij}\}$ – вектор состояния j -го класса; $\bar{L}_i = \{L_i\}$ – вектор состояния распознаваемого объекта (состояния или явления), включающий все виды факторов, характеризующих сам объект, управляющие воздействия и окружающую среду (массив-локатор), т.е.:

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

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

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

Приведенное выражение для интегрального критерия «Семантический резонанс знаний» получается непосредственно из выражения для критерия «Сумма знаний» после замены координат перемножаемых векторов их стандартизированными значениями:

$$I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}.$$

Произведением двух стандартизированных (единичных) векторов класса и объекта. Существуют и много других способов нормирования, например, путем применения вейвлетов и сплайнов, в частности линейной интерполяции: $I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}}$, Это позволяет предложить

неограниченное количество других видов интегральных критериев. Но результаты их применения едва ли они будут существенно отличаться от уже существующих, поэтому они не реализованы в системе «Эйдос».

3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев

Данные интегральные критерии обладают очень интересными *математическими свойствами*, которые обеспечивают ему важные достоинства:

Во-первых, интегральный критерий имеет **неметрическую** природу, т.е. он является мерой сходства векторов класса и объекта, но не расстоянием между ними, а косинусом угла между ними, т.е. это межвекторное или информационное расстояние. Поэтому его применение является корректным в **неортонормированных** пространствах, которые, как правило, и встречаются на практике и в которых применение Евклидова расстояния (теоремы Пифагора) является некорректным.

Во-вторых, данный интегральный критерий является **фильтром**, подавляющим белый шум, который всегда присутствует в эмпирических исходных данных и в моделях, созданных на их основе. Это свойство подавлять белый шум проявляется у данного критерия тем ярче, чем больше в модели градаций описательных шкал.

В-третьих, интегральный критерий сходства представляет собой количественную меру сходства/различия конкретного объекта с обобщенным образом класса и имеет тот же смысл, что и **функция принадлежности** элемента множеству в нечеткой логике Лотфи Заде. Однако в нечеткой логике эта функция задается исследователем априорно путем выбора из нескольких возможных вариантов, а в АСК-анализе и его программном инструментарии – интеллектуальной системе «Эйдос» она рассчитывается в соответствии с хорошо обоснованной математической моделью непосредственно на основе эмпирических данных.

В-четвертых, кроме того значение интегрального критерия сходства представляет собой адекватную самооценку **степени уверенности** системы в положительном или отрицательном решении о принадлежности/непринадлежности объекта к классу или **риска ошибки** при таком решении.

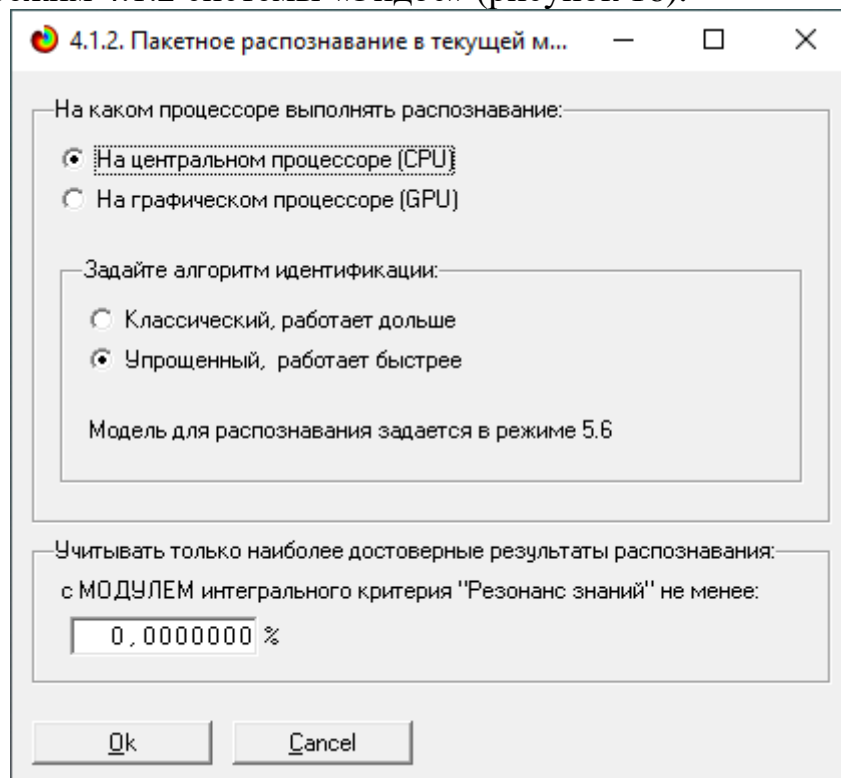
В-пятых, по сути, при распознавании происходит расчет коэффициентов I_j разложения функции объекта L_i в ряд по функциям классов I_{ij} , т.е. определяется **вес** каждого обобщенного образа класса в образе объекта, что подробнее описано в работах [2, 3, 4].

На рисунках 17 приведены экранные формы режима идентификации и прогнозирования 4.1.2 системы «Эйдос»:

3.6.4. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»

В АСК-анализе разработаны, а в системе «Эйдос» реализованы развитые методы прогнозирования, основанные на сценарном методе АСК-анализа или сценарном АСК-анализе [11]. Но в задачи данной работы не входит их подробное рассмотрение, тем более, что они подробно освещены и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [4-7, 11] и в ряде других [48].

Поэтому в данной работе рассмотрим стандартный несколько упрощенный вариант решения задачи идентификации и прогнозирования. Запустим режим 4.1.2 системы «Эйдос» (рисунок 16).



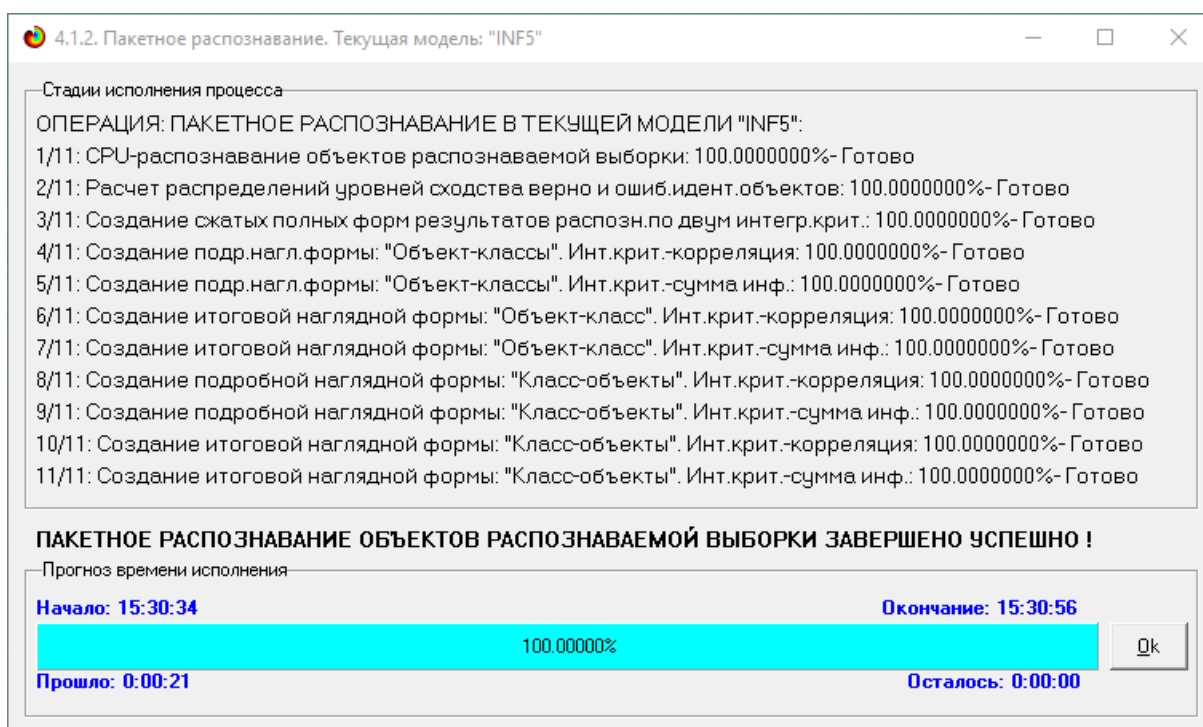


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

По результатам решения задачи идентификации и прогнозирования в системе «Эйдос» выдается большое количество разнообразных выходных форм, которых в настоящее время 14 (рисунок 17).

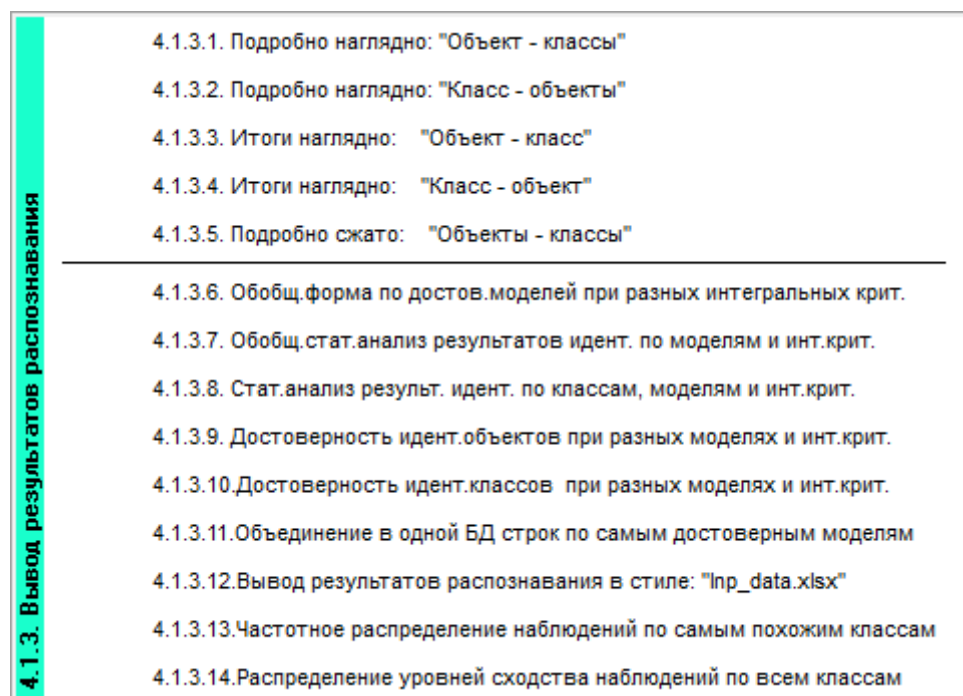


Рисунок 17. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

Из этих выходных форм рассмотрим только две: 4.1.3.1 и 4.1.3.2 (рисунок 18).

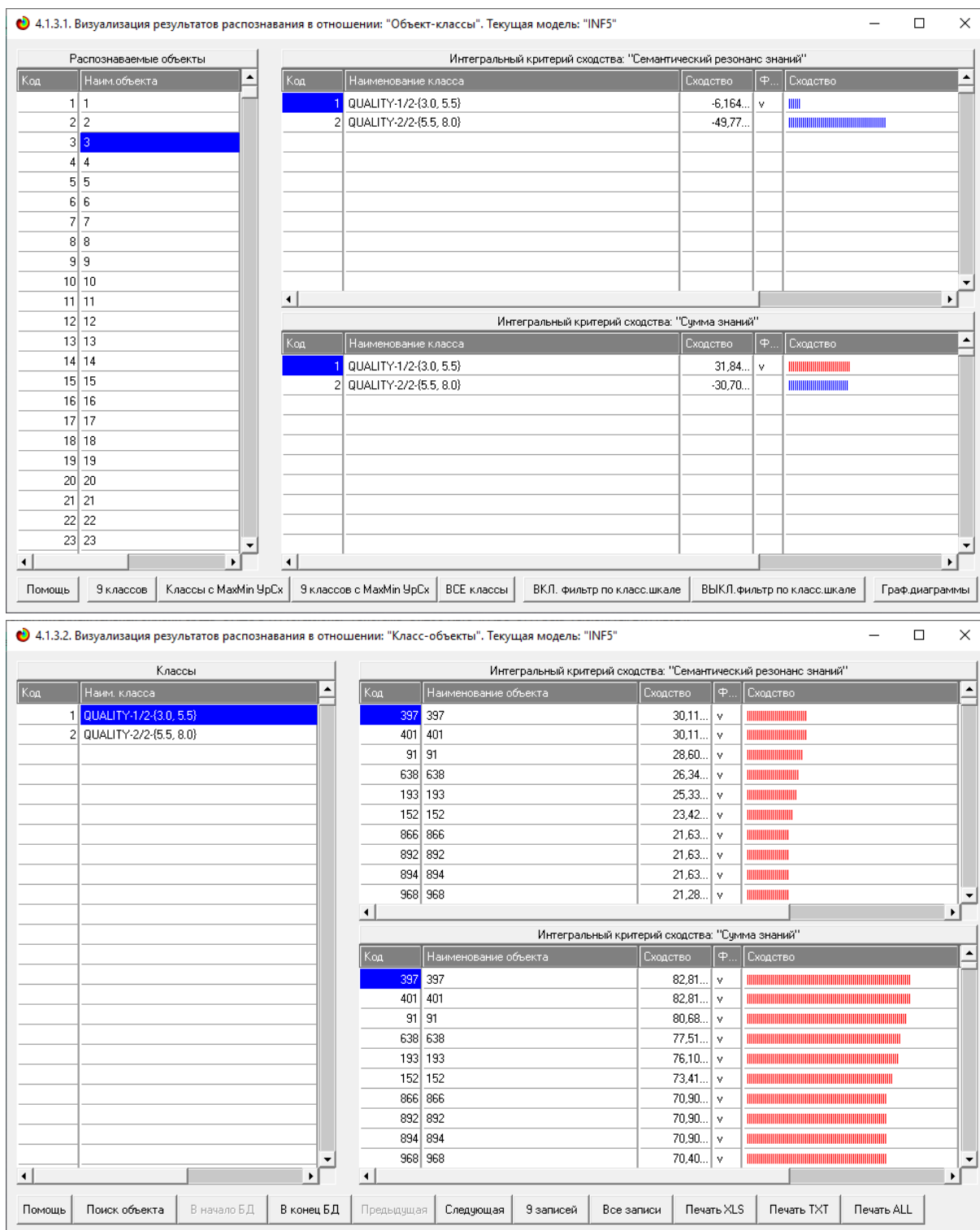


Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

Эти выходные формы, учитывая сказанное выше об интегральных критериях системы «Эйдос», как говорят «интуитивно понятны» и не требуют особых комментариев.

3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений

3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ

Задачи прогнозирования и принятия решений относятся друг к другу как прямая и *обратная* задачи:

- при прогнозировании по значениям факторов, действующих на объект моделирования, определяется в какое будущее состояние он перейдет под их действием;

- при принятии решений, наоборот, по будущему целевому состоянию объекта моделирования определяются значения факторов, которые обуславливают его переход в это будущее целевое состояние.

Таким образом, задача принятия решений является *обратной* по отношению к задаче прогнозирования. Но это так только в простейшем случае: в случае использования SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос») [10] (рисунки 19).

На первом рисунке 19 приведена экранная форма задания в диалоге параметров отображения SWOT-диаграммы. На этой экранной форме в верхнем окне пользователь курсором выбирает исследуемый класс, внизу слева задает модель для исследования, а справа внизу задает отображать ли SWOT-диаграмму. Кроме того пользователь может включить или выключить фильтры по факторам и посмотреть помощь по режиму. При включении фильтра по фактору, на котором стоит курсор, на экранных формах отображается влияние только значения этого фактора.

Графические выходные формы, приведенные на рисунках 19, интуитивно понятны и не требуют особых комментариев. Отметим лишь, что на SWOT-диаграммах наглядно показаны знак и сила влияния каждого значения фактора на переход объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне. Знак показан цветом, а сила влияния – толщиной линии.

Слева на SWOT-диаграмме приведены значения факторов, способствующих переходу объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне (показаны красным цветом), а справа – препятствующих этому переходу (показаны синим цветом). Сила влияния каждого значения фактора на поведение объекта моделирования показана толщиной линии.

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

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}	0,4393415	5665	49,0943756
2	QUALITY-2/2-{5.5, 8.0}	0,3637815	5874	50,9056244

SWOT-анализ класса: 1 "QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}" в модели: 8 "INF5"

Способствующие факторы и сила их влияния

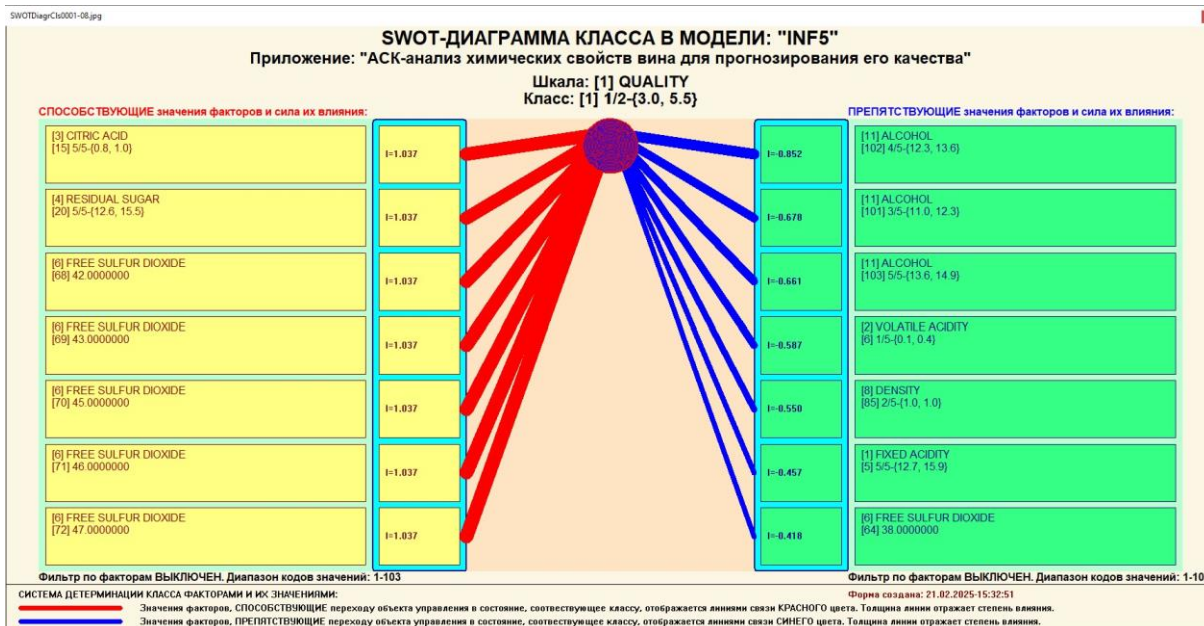
Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
15	CITRIC ACID-5/5-(0.8000000, 1.0000000)	1.037
20	RESIDUAL SUGAR-5/5-(12.5800000, 15.5000000)	1.037
68	FREE SULFUR DIOXIDE-42.0000000	1.037
69	FREE SULFUR DIOXIDE-43.0000000	1.037
70	FREE SULFUR DIOXIDE-45.0000000	1.037
71	FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	1.037
72	FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	1.037
73	FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	1.037
10	VOLATILE ACIDITY-5/5-(1.0880000, 1.3300000)	1.037
65	FREE SULFUR DIOXIDE-39.0000000	1.037
25	CHLORIDES-5/5-(0.4912000, 0.6110000)	1.037
63	FREE SULFUR DIOXIDE-37.0000000	1.037
78	FREE SULFUR DIOXIDE-68.0000000	1.037
82	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-(101.4000000, 133.2000000)	0.779

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
102	ALCOHOL-4/5-(12.3000000, 13.6000000)	-0.852
101	ALCOHOL-3/5-(11.0000000, 12.3000000)	-0.678
103	ALCOHOL-5/5-(13.6000000, 14.9000000)	-0.661
6	VOLATILE ACIDITY-1/5-(0.1200000, 0.3620000)	-0.587
85	DENSITY-2/5-(0.9926360, 0.9953220)	-0.550
5	FIXED ACIDITY-5/5-(12.7200000, 15.9000000)	-0.457
64	FREE SULFUR DIOXIDE-38.0000000	-0.418
95	SULPHATES-2/5-(0.6640000, 0.9980000)	-0.417
32	FREE SULFUR DIOXIDE-6.0000000	-0.391
14	CITRIC ACID-4/5-(0.6000000, 0.8000000)	-0.383
67	FREE SULFUR DIOXIDE-41.0000000	-0.321
45	FREE SULFUR DIOXIDE-19.0000000	-0.321
40	FREE SULFUR DIOXIDE-14.0000000	-0.302
4	FIXED ACIDITY-4/5-(9.5400000, 12.7200000)	-0.281

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

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



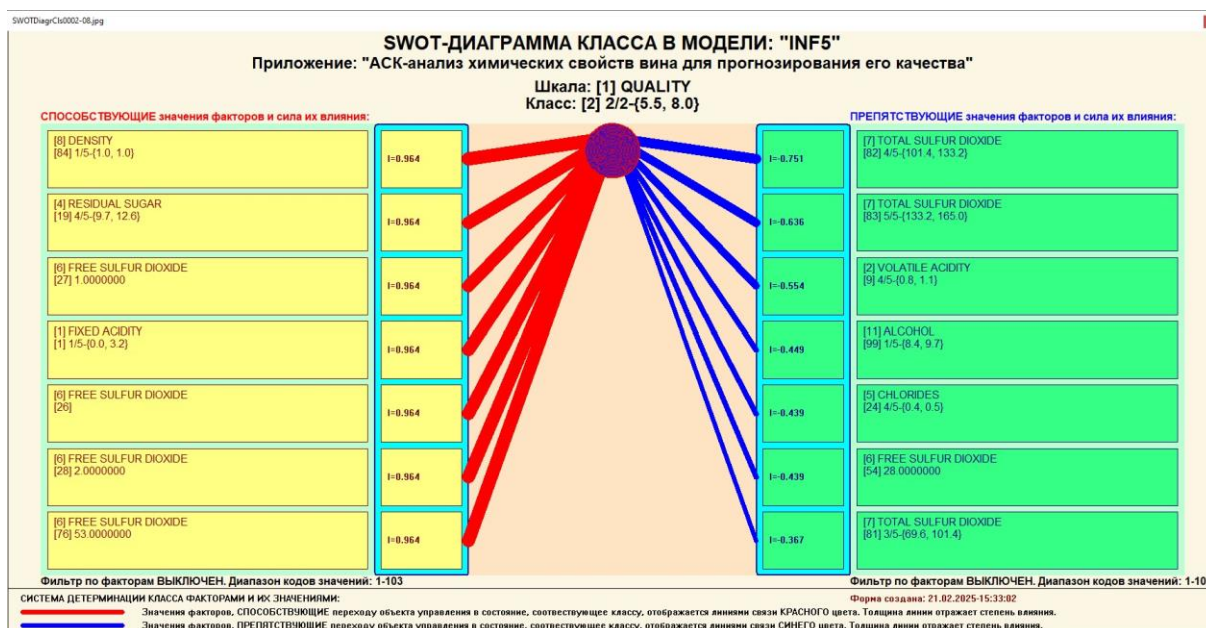


Рисунок 19. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

Однако SWOT-анализ (режим 4.4.8 системы «Эйдос») имеет свои ограничения: может быть задано только одно будущее целевое состояние, целевые состояния могут быть недостижимыми одновременно (альтернативными) или совместимыми по системе обуславливающих их значений факторов, некоторые рекомендуемые факторы может не быть технологической и финансовой возможности использовать и возможно надо искать им замену, примерно так же влияющую на объект моделирования.

Поэтому в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован развитый алгоритм принятия решений (режим 6.3) в котором кроме SWOT-анализа используются также результаты решения задачи прогнозирования и результаты кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов, т.е. некоторые результаты решения задачи исследования предметной области. Этот алгоритм описан в работах [11, 12, 13] и в ряде других работ.

Приведем этот алгоритм и в данной работе (рисунок 20).

Шаг 1-й. Руководство ставит цели управления, т.е. определяет будущие целевые состояния объекта управления. Обычно целевые состояния в натуральном выражении – это количество и качество продукции, а в стоимостном выражении – прибыль и рентабельность. Объект управления как система, эффективность объекта управления как **системное свойство**, повышение уровня системности объекта управления как цель управления (нелинейность). Модель отражает определенный

уровень технологий, поэтому целевые состояния, недостижимые в одной модели, могут оказаться достижимыми в другой с большим числом факторов [11, 12, 13, 14, 15, 16].

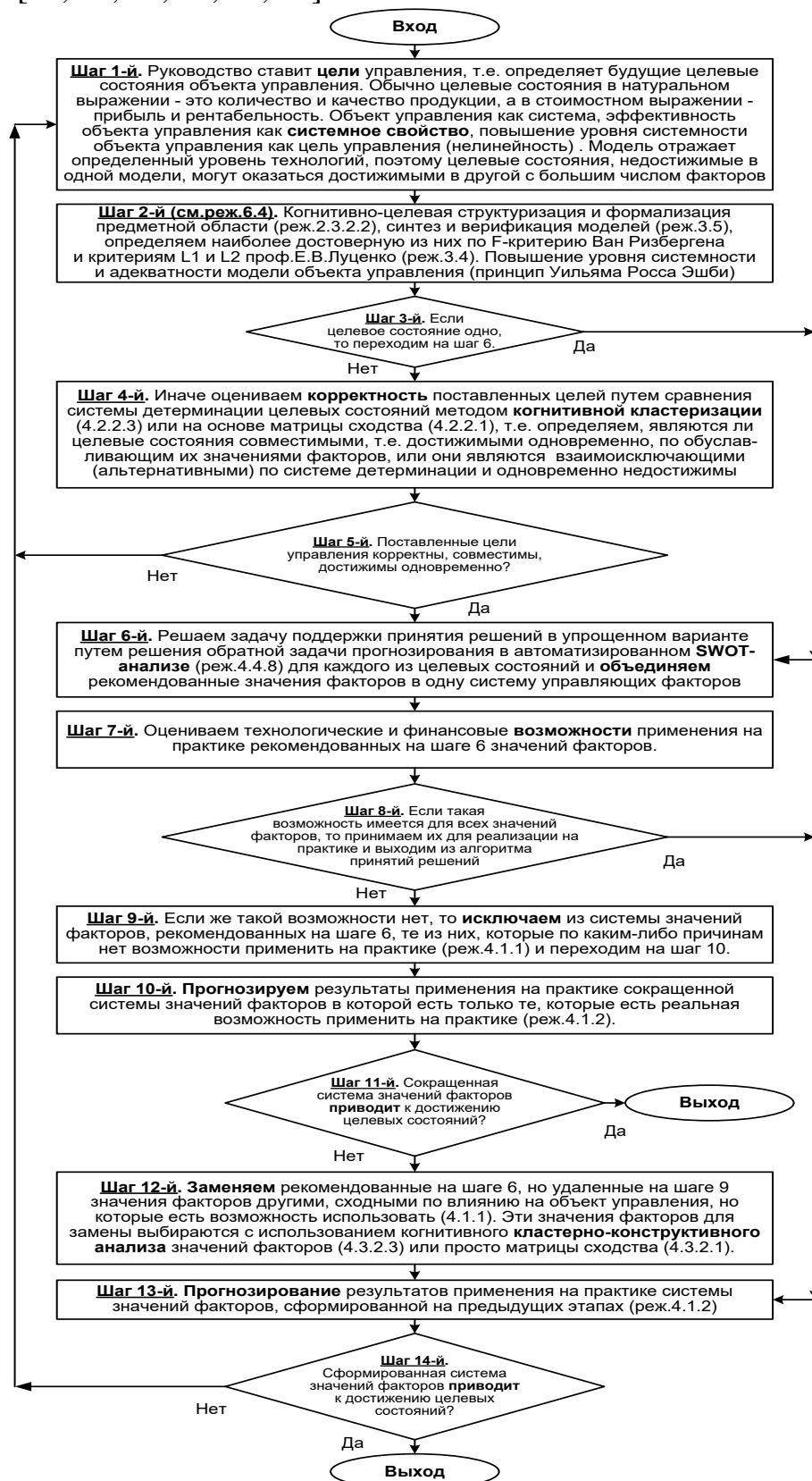


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

Шаг 2-й (см. реж.6.4). Когнитивно-целевая структуризация и формализация предметной области (реж.2.3.2.2), синтез и верификация моделей (реж.3.5), определяем наиболее достоверную из них по F-критерию Ван Ризбергена и критериям L1 и L2 проф.Е.В.Луценко (реж.3.4) [9]. Повышение уровня системности и адекватности модели объекта управления (принцип Уильяма Росса Эшби) [14, 15].

Шаг 3-й. Если целевое состояние одно, то переходим на шаг 6, а иначе на шаг 4.

Шаг 4-й. Иначе оцениваем **корректность** поставленных целей путем сравнения системы детерминации целевых состояний методом **когнитивной кластеризации** (4.2.2.3) или на основе матрицы сходства (4.2.2.1), т.е. определяем, являются ли целевые состояния совместимыми, т.е. достижимыми одновременно, по обуславливающим их значениями факторов, или они являются взаимоисключающими (альтернативными) по системе детерминации и одновременно недостижимы.

Шаг 5-й. Поставленные цели управления корректны, совместимы, достижимы одновременно? Если да – переход на шаг 6, иначе на шаг 1.

Шаг 6-й. Решаем задачу поддержки принятия решений в упрощенном варианте путем решения обратной задачи прогнозирования в автоматизированном **SWOT-анализе** (реж.4.4.8) для каждого из целевых состояний и **объединяем** рекомендованные значения факторов в одну систему управляющих факторов [10].

Шаг 7-й. Оцениваем технологические и финансовые **возможности** применения на практике рекомендованных на шаге 6 значений факторов.

Шаг 8-й. Если такая возможность имеется для всех значений факторов, то принимаем их для реализации на практике и переходим на шаг 13 для проверки эффективности принятых решений, а иначе переходим на шаг 9.

Шаг 9-й. Если же такой возможности нет, то **исключаем** из системы значений факторов, рекомендованных на шаге 6, те из них, которые по каким-либо причинам нет возможности применить на практике (реж.4.1.1) и переходим на шаг 10.

Шаг 10-й. **Прогнозируем** результаты применения на практике сокращенной системы значений факторов в которой есть только те, которые есть реальная возможность применить на практике (реж.4.1.2).

Шаг 11-й. Сокращенная система значений факторов **приводит** к достижению целевых состояний? Если да, то выход из алгоритма принятия решений, а иначе переход на шаг 12.

Шаг 12-й. **Заменяем** рекомендованные на шаге 6, но удаленные на шаге 9 значения факторов другими, сходными по влиянию на объект управления, но которые есть возможность использовать (4.1.1). Эти значения факторов для замены выбираются с использованием

когнитивного кластерно-конструктивного анализа значений факторов (4.3.2.3) или просто матрицы сходства (4.3.2.1) [16].

Шаг 13-й. Прогнозирование результатов применения на практике системы значений факторов, сформированной на предыдущих этапах (реж.4.1.2)

Шаг 14-й. Сформированная система значений факторов **приводит** к достижению целевых состояний? Если да – то выход из алгоритма принятия решений, а иначе переход на шаг 1.

Приведенный выше развитый алгоритм принятия решений может быть применен в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос». Принципиальная схема подобной системы приведена на рисунке 21:

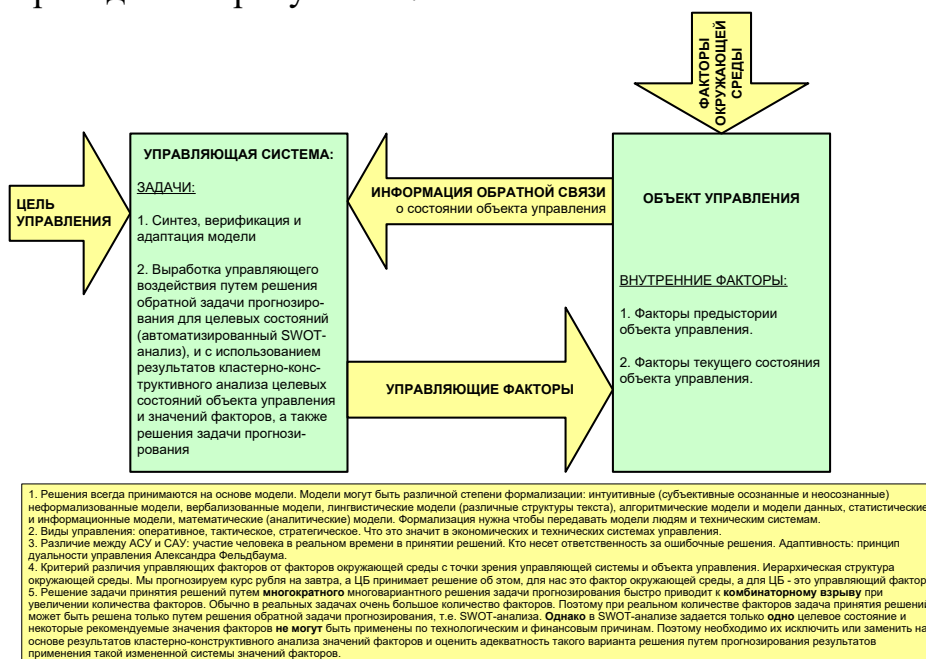


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

Как мы видим в развитом алгоритме принятия решений широко используются результаты конкретного решения различных задач: и задачи прогнозирования, и некоторых задач исследования объекта моделирования путем исследования его модели. Необходимо особо отметить, что система «Эйдос» поддерживает решение всех этих задач, которые необходимо решать в развитом алгоритме принятия решений. Потому ниже кратко рассмотрим решение этих и некоторых других задач.

Необходимо отметить, что модели системы Эйдос – это феноменологические модели, отражающие эмпирические закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они не отражают причинно-следственного механизма детерминации, а только сам факт и характер детерминации (силу и направление влияния факторов). **Содержательное** объяснение конкретных механизмов этих эмпирических закономерностей

формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [12, 17].

3.8. Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели

3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы)

Инвертированные SWOT-диаграмм (предложены автором в работе [10]), отражают силу и направление влияния конкретной градации описательной шкалы на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационных шкал (классы). Это и есть *смысл* (семантический потенциал) этой градации описательной шкалы. Инвертированные SWOT-диаграммы выводятся в режиме 4.4.9 системы «Эйдос».

Примеры инвертированных SWOT-диаграмм приведены на рисунках 22 для некоторых значений факторов:

4.4.9 Количественный автоматизированный SWOT-анализ значений факторов средствами АСК-анализа в системе "Эйдос"

Выбор значения фактора, оказывающего влияние на переход объекта управления в будущие состояния

Код	Наименование значения фактора
1	FIXED ACIDITY-1/5-(0.0000000, 3.1800000)
2	FIXED ACIDITY-2/5-(3.1800000, 6.3600000)
3	FIXED ACIDITY-3/5-(6.3600000, 9.5400000)
4	FIXED ACIDITY-4/5-(9.5400000, 12.7200000)
5	FIXED ACIDITY-5/5-(12.7200000, 15.9000000)
6	VOLATILE ACIDITY-1/5-(0.1200000, 0.3620000)

SWOT-анализ значения фактора:2 "FIXED ACIDITY-2/5-{3.1800000, 6.3600000}" в модели:8 "INF5"

СПОСОБСТВУЕТ:

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора СПОСОБСТВУЕТ	Сила влияния
2	QUALITY-2/2-{5.5, 8.0}	0.102

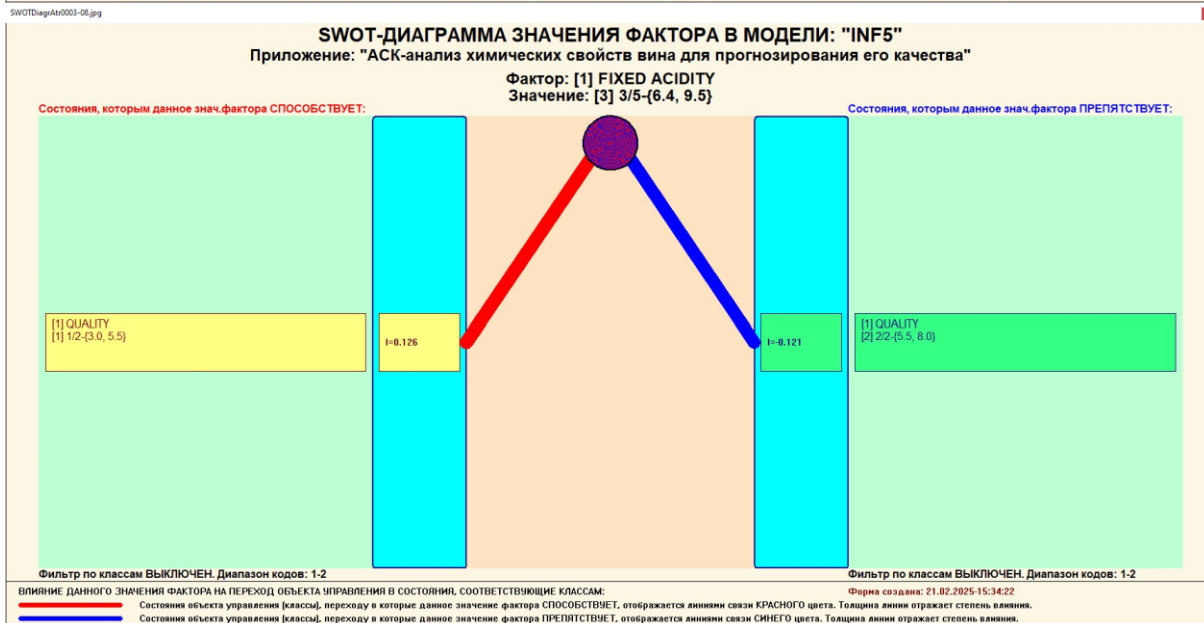
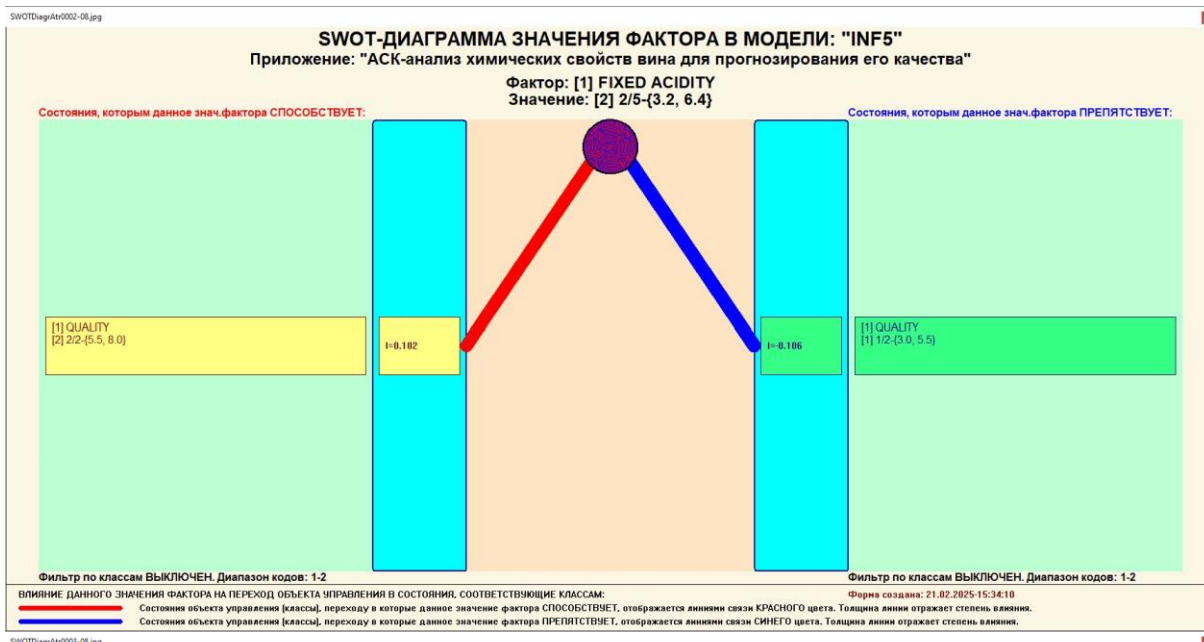
ПРЕПЯТСТВУЕТ:

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора ПРЕПЯТСТВУЕТ	Сила влияния
1	QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}	-0.106

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по кл.шкале ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по кл.шкале

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

SWOT-диаграмма



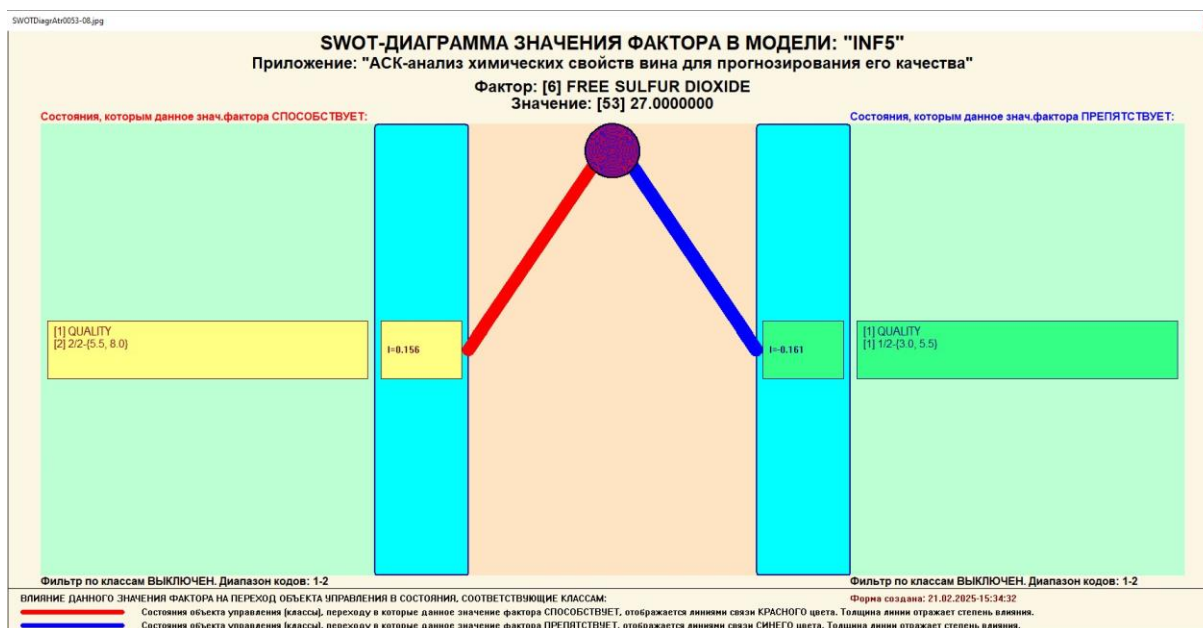


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

Приведенные на рисунке 22 инвертированные SWOT-диаграммы исчерпывающим образом отражают силу и направление влияния каждого значения каждого фактора на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие различным классам.

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

В системе «Эйдос» (в режиме 4.2.2.1, рисунок 23) рассчитывается матрица сходства классов (таблица 14) по системе их детерминации и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится три основных формы:

– круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2) (рисунок 24);

Эта матрица сходства (таблица 14) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

На рисунке 23 представлены экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства классов по системе их детерминации, т.е. по обуславливающим их значениям факторов:

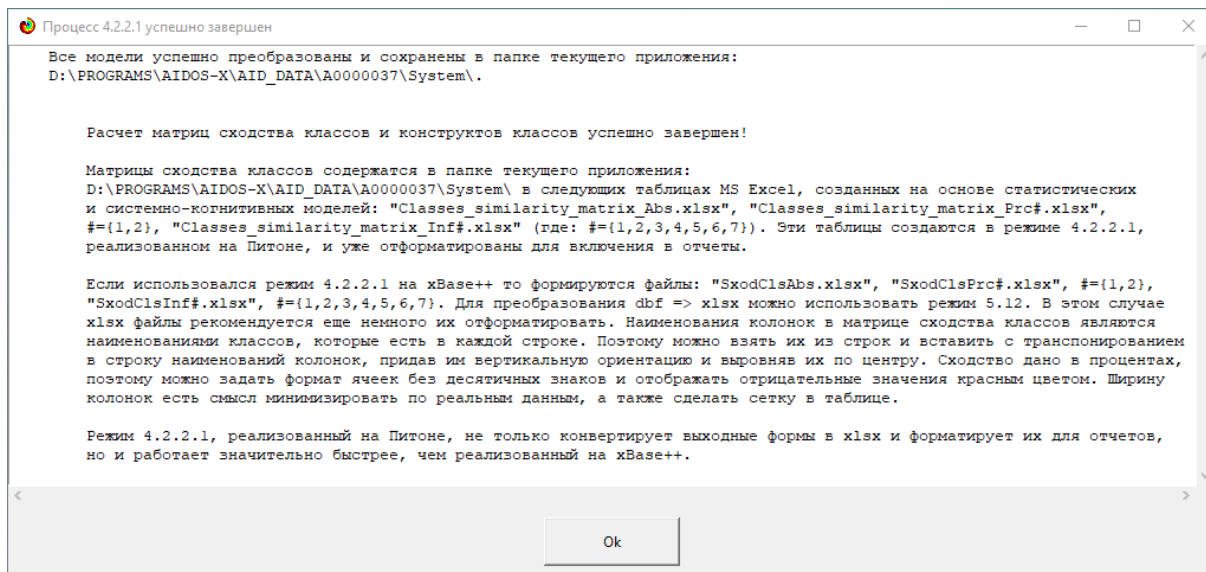


Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 11 – Матрица сходства классов в СК-модели INF5 (полностью)

	1-QUALITY-1/2- {3.0, 5.5}	2-QUALITY-2/2- {5.5, 8.0}
1-QUALITY-1/2- {3.0, 5.5}	100	-49,40
2-QUALITY-2/2- {5.5, 8.0}	-49,40	100



Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)

В системе «Эйдос» (в режиме 4.3.2.1, рисунок 25) рассчитывается матрица сходства признаков (таблица 12) по их смыслу и на основе этой матрицы рассчитывается и выводится четыре основных формы:

– круговая 2d-когнитивная диаграмма признаков (режим 4.3.2.2) рисунок 26);

Эта матрица сходства (таблица 12) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

На рисунке 25 представлены экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства значений факторов по силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам:

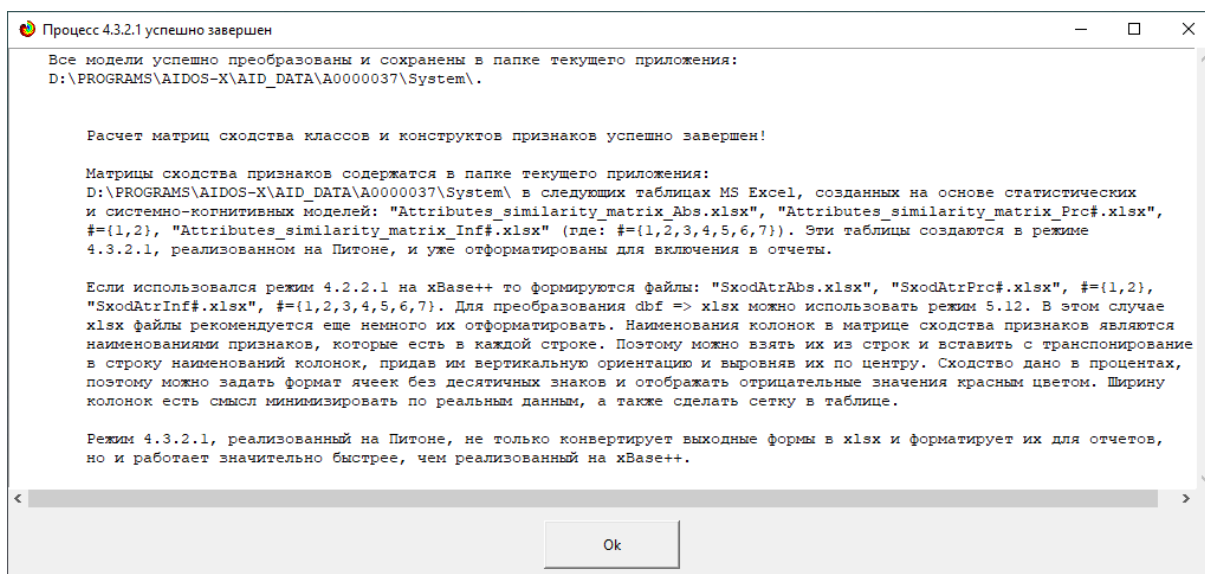


Рисунок 25. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства значений факторов

Таблица 12 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF5 (фрагмент)

	1 - FIXED ACIDITY-1/5-{0.00, 3.18}	2 - FIXED ACIDITY-2/5-{3.18, 6.36}	3 - FIXED ACIDITY-3/5-{6.36, 9.54}	4 - FIXED ACIDITY-4/5-{9.54, 12.72}	5 - FIXED ACIDITY-5/5-{12.72, 15.90}	6 - VOLATILE ACIDITY-1/5-{0.12, 0.36}
1 - FIXED ACIDITY-1/5-{0.00, 3.18}	100	100	-100	100	100	100
2 - FIXED ACIDITY-2/5-{3.18, 6.36}	100	100	-100	100	100	100
3 - FIXED ACIDITY-3/5-{6.36, 9.54}	-100	-100	100	-100	-100	-100
4 - FIXED ACIDITY-4/5-{9.54, 12.72}	100	100	-100	100	100	100

5 - FIXED ACIDITY-5/5-{12.72, 15.90}	100	100	-100	100	100	100
6 - VOLATILE ACIDITY-1/5-{0.12, 0.36}	100	100	-100	100	100	100
7 - VOLATILE ACIDITY-2/5-{0.36, 0.60}	-100	-100	100	-100	-100	-100
8 - VOLATILE ACIDITY-3/5-{0.60, 0.84}	-100	-100	100	-100	-100	-100

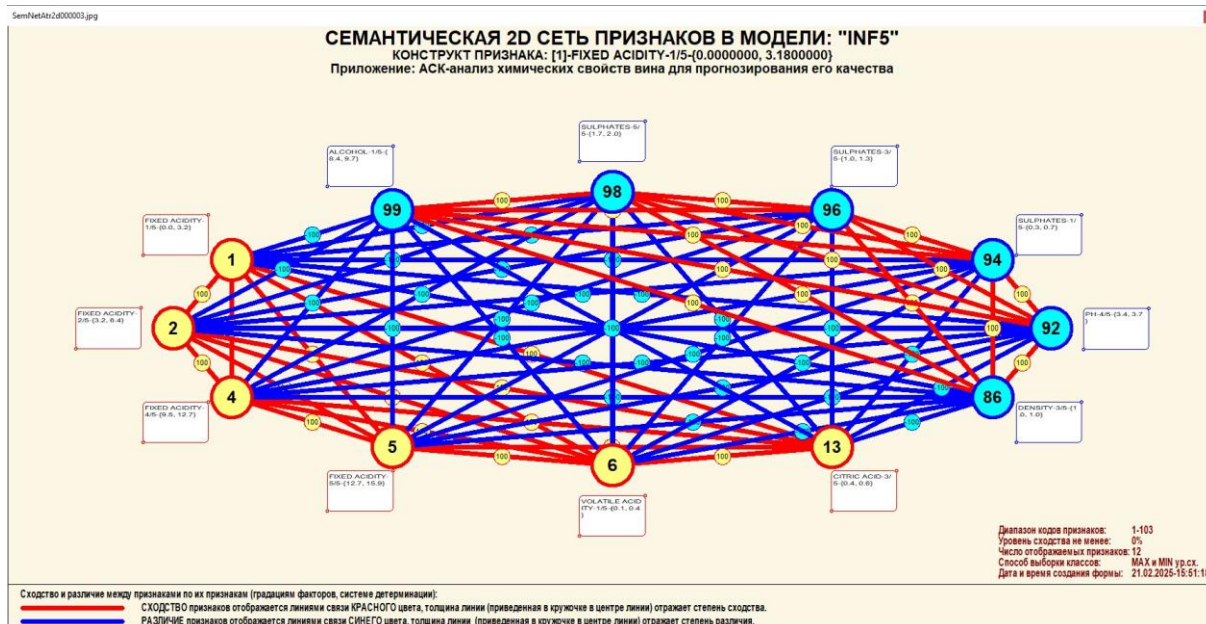


Рисунок 26. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF5 (режим 4.3.2.2)

3.8.3. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны

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

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

От фреймовой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается своей эффективной и простой программной реализацией, полученной за счет того, что разные фреймы отличаются друг от друга не набором слотов и шпаций, а лишь информацией в них. *Поэтому в системе «Эйдос» при увеличении числа фреймов само количество баз данных не увеличивается, а увеличивается лишь их размерность.* Это является очень важным свойством моделей системы «Эйдос», существенно облегчающим и упрощающим программную реализацию и быстродействие системы.

От нейросетевой модели представления знаний модель системы «Эйдос» отличается тем, что [18]:

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а рассчитываются методом прямого счета на основе хорошо теоретически

обоснованной модели, основанной на **теории информации** (это напоминает байесовские сети);

2) весовые коэффициенты имеют хорошо теоретически обоснованную **содержательную интерпретацию**, основанную на теории информации;

3) нейросеть является **нелокальной**, как сейчас говорят «полносвязной».

В системе «Эйдос» нелокальные нейроны визуализируются (режим 4.4.10 системы «Эйдос») в виде специальных графических форм, на которых сила и направление влияния рецепторов нейрона на степень его активации/торможения, которые отображаются соответственно в форме цвета и толщины дендрита (рисунок 27). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

4.4.10. Графическое отображение нелокального нейрона в системе "Эйдос"

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}
2	QUALITY-2/2-{5.5, 8.0}

Подготовка визуализации нейрона: 2 "QUALITY-2/2-{5.5, 8.0}" в модели: 8 "INF5"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
84	DENSITY-1/5-{0.9900700, 0.9926960}	0.964
19	RESIDUAL SUGAR-4/5-{9.6600000, 12.5800000}	0.964
27	FREE SULFUR DIOXIDE-1.0000000	0.964
1	FIXED ACIDITY-1/5-{0.0000000, 3.1800000}	0.964
26	FREE SULFUR DIOXIDE-	0.964
28	FREE SULFUR DIOXIDE-2.0000000	0.964
76	FREE SULFUR DIOXIDE-53.0000000	0.964
77	FREE SULFUR DIOXIDE-54.0000000	0.964
102	ALCOHOL-4/5-{12.3000000, 13.6000000}	0.822
101	ALCOHOL-3/5-{11.0000000, 12.3000000}	0.651

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
82	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-{101.4000000, 133.2000000}	-0.751
83	TOTAL SULFUR DIOXIDE-5/5-{133.2000000, 165.0000000}	-0.636
9	VOLATILE ACIDITY-4/5-{0.8460000, 1.0880000}	-0.554
99	ALCOHOL-1/5-{8.4000000, 9.7000000}	-0.449
24	CHLORIDES-4/5-{0.3714000, 0.4912000}	-0.439
54	FREE SULFUR DIOXIDE-28.0000000	-0.439
81	TOTAL SULFUR DIOXIDE-3/5-{69.6000000, 101.4000000}	-0.367
42	FREE SULFUR DIOXIDE-16.0000000	-0.362
61	FREE SULFUR DIOXIDE-35.0000000	-0.345
57	FREE SULFUR DIOXIDE-31.0000000	-0.245

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

НЕЙРОН Максимальное количество отображаемых рецепторов: 12 Минимальный вес.коэф. отображаемых рецепторов: 0,000

Сортировать рецепторы: по информативности по модулю информативности

Отображать рецепторы: с наименованиями только с кодами

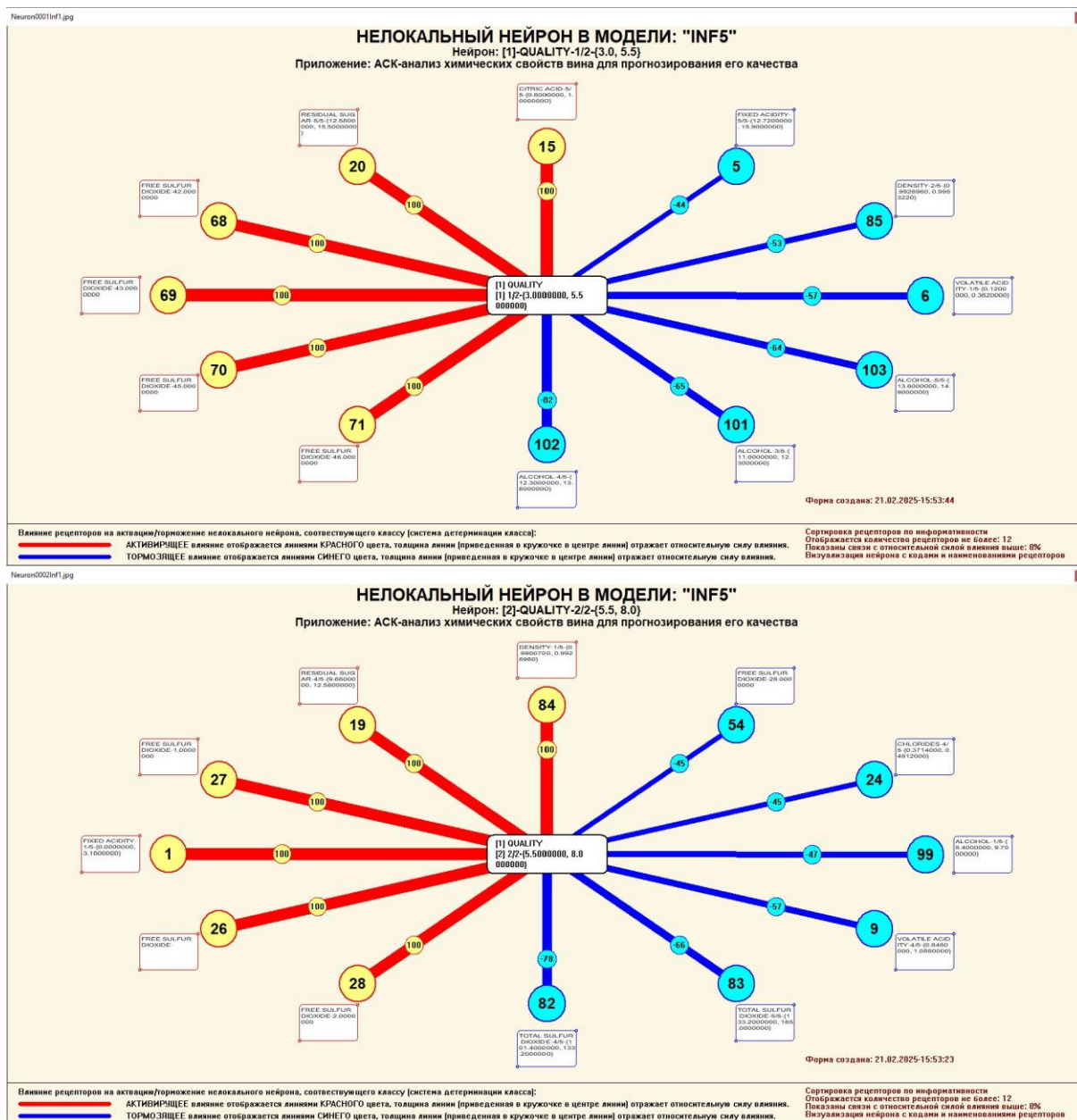


Рисунок 27. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.4. Нелокальная нейронная сеть

В системе «Эйдос» есть возможность построения моделей, соответствующих многослойным нейронным сетям [18].

Есть также возможность визуализации любого одного слоя нелокальной нейронной сети (режим 4.4.11 системы «Эйдос»).

Такой слой в наглядной форме отражает силу и направление влияния рецепторов ряда нейрона на степень их активации/торможения в форме цвета и толщины дендритов.

Нейроны на изображении слоя нейронной сети расположены слева направо в порядке убывания модуля суммарной силы их детерминации рецепторами, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные действующими на них значениями факторов, а справа –

менее жестко обусловленные (рисунок 28). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

4.4.11. Отображение Парето-подмножеств одного слоя нелокальной нейронной сети в системе "Эйдос"

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в нейросети

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}
<input type="checkbox"/>	2	QUALITY-2/2-{5.5, 8.0}

Помощь Максимальное количество отображаемых нейронов: ClearSet Диапазон кодов отображаемых нейронов: -
 Максимальное количество отображаемых связей: Диапазон кодов отображаемых рецепторов: -

Подготовка визуализации нейрона: 1 "QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}" в модели: 8 "INF5"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния **ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния**

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
15	CITRIC ACID-5/5-{0.8000000, 1.0000000}	1.037
20	RESIDUAL SUGAR-5/5-{12.5800000, 15.5000000}	1.037
68	FREE SULFUR DIOXIDE-42.0000000	1.037
69	FREE SULFUR DIOXIDE-43.0000000	1.037
70	FREE SULFUR DIOXIDE-45.0000000	1.037
71	FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	1.037
72	FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	1.037
73	FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	1.037
10	VOLATILE ACIDITY-5/5-{1.0880000, 1.3300000}	1.037
65	FREE SULFUR DIOXIDE-39.0000000	1.037

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
102	ALCOHOL-4/5-{12.3000000, 13.6000000}	-0.852
101	ALCOHOL-3/5-{11.0000000, 12.3000000}	-0.678
103	ALCOHOL-5/5-{13.6000000, 14.9000000}	-0.661
6	VOLATILE ACIDITY-1/5-{0.1200000, 0.3620000}	-0.587
85	DENSITY-2/5-{0.9926960, 0.9953220}	-0.550
5	FIXED ACIDITY-5/5-{12.7200000, 15.9000000}	-0.457
64	FREE SULFUR DIOXIDE-38.0000000	-0.418
95	SULPHATES-2/5-{0.6640000, 0.9980000}	-0.417
32	FREE SULFUR DIOXIDE-6.0000000	-0.391
14	CITRIC ACID-4/5-{0.8000000, 0.8000000}	0.300

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

НейроСеть Максимальное количество отображаемых рецепторов: Отображать связи с интенсивностью >= % от макс.:

Сортировать связи: Отображать наименования:
 по модулю информативности нейронов
 по информативности и знаку рецепторов

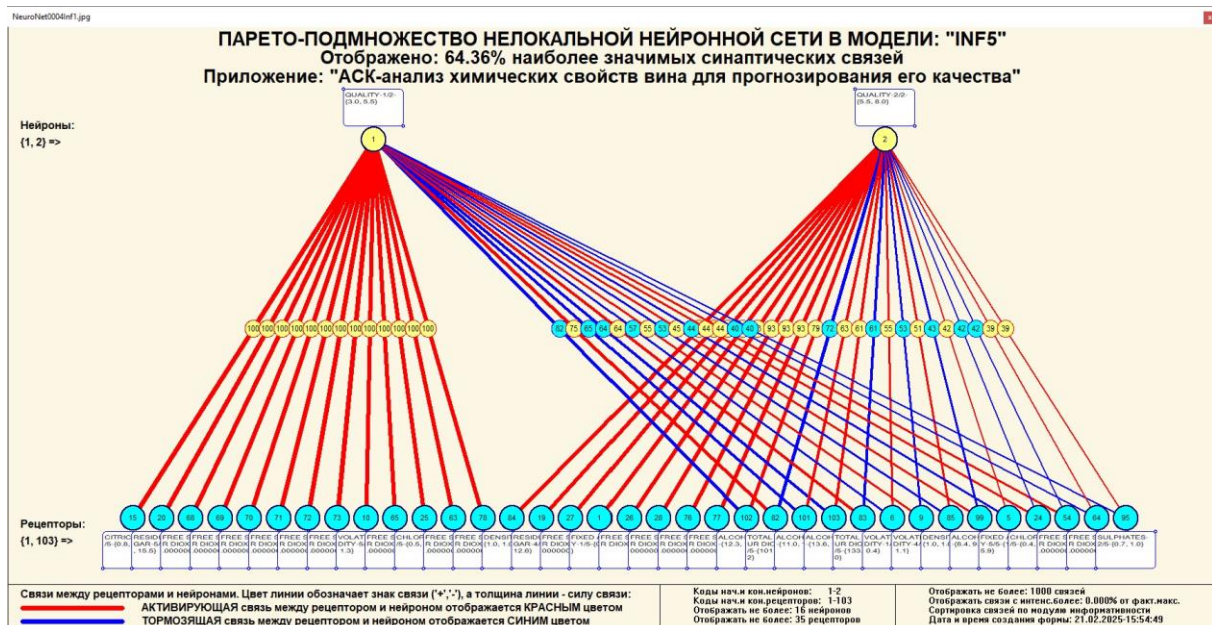


Рисунок 28. Нейронная сеть в СК-модели INF5

3.8.5. 3D-интегральные когнитивные карты

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивной диаграммы классов (рисунок 24) вверху и когнитивной диаграммы значений факторов (рисунок 28) внизу и соединяющего их одного слоя нейронной сети (рисунок 28) (режим 4.4.12 системы «Эйдос») (рисунок 29).

4.4.12. Отображение Парето-подмножества одного слоя интегральной когнитивной карты в системе "Эйдос"

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в когнитивной карте

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}
<input type="checkbox"/>	2	QUALITY-2/2-{5.5, 8.0}

Помощь Максимальное количество отображаемых нейронов: ClearSet Диапазон кодов отображаемых нейронов: -
 Максимальное количество отображаемых связей: Диапазон кодов отображаемых рецепторов: -

Подготовка визуализации нейрона: 1 "QUALITY-1/2-{3.0, 5.5}" в модели: 8 "INF5"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
<input checked="" type="checkbox"/>	15 CITRIC ACID-5/5-{0.8000000, 1.0000000}	1.037
<input type="checkbox"/>	20 RESIDUAL SUGAR-5/5-{12.5800000, 15.5000000}	1.037
<input type="checkbox"/>	68 FREE SULFUR DIOXIDE-42.0000000	1.037
<input type="checkbox"/>	69 FREE SULFUR DIOXIDE-43.0000000	1.037
<input type="checkbox"/>	70 FREE SULFUR DIOXIDE-45.0000000	1.037
<input type="checkbox"/>	71 FREE SULFUR DIOXIDE-46.0000000	1.037
<input type="checkbox"/>	72 FREE SULFUR DIOXIDE-47.0000000	1.037
<input type="checkbox"/>	73 FREE SULFUR DIOXIDE-50.0000000	1.037
<input type="checkbox"/>	10 VOLATILE ACIDITY-5/5-{1.0880000, 1.3300000}	1.037

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
<input checked="" type="checkbox"/>	102 ALCOHOL-4/5-{12.3000000, 13.6000000}	-0.852
<input type="checkbox"/>	101 ALCOHOL-3/5-{11.0000000, 12.3000000}	-0.678
<input type="checkbox"/>	103 ALCOHOL-5/5-{13.6000000, 14.9000000}	-0.661
<input type="checkbox"/>	6 VOLATILE ACIDITY-1/5-{0.1200000, 0.3620000}	-0.587
<input type="checkbox"/>	85 DENSITY-2/5-{0.9926960, 0.9953220}	-0.550
<input type="checkbox"/>	5 FIXED ACIDITY-5/5-{12.7200000, 15.9000000}	-0.457
<input type="checkbox"/>	64 FREE SULFUR DIOXIDE-38.0000000	-0.418
<input type="checkbox"/>	95 SULPHATES-2/5-{0.6640000, 0.9980000}	-0.417
<input type="checkbox"/>	32 FREE SULFUR DIOXIDE-6.0000000	-0.391

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Когн. карта Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 Максимальное количество отображаемых рецепторов: Отображать связи с интенсивностью >= % от макс.:

Сортировать связи: по модулю информативности по информативности и знаку Отображать наименования: нейронов рецепторов

InfCognMap0001Inf1.jpg

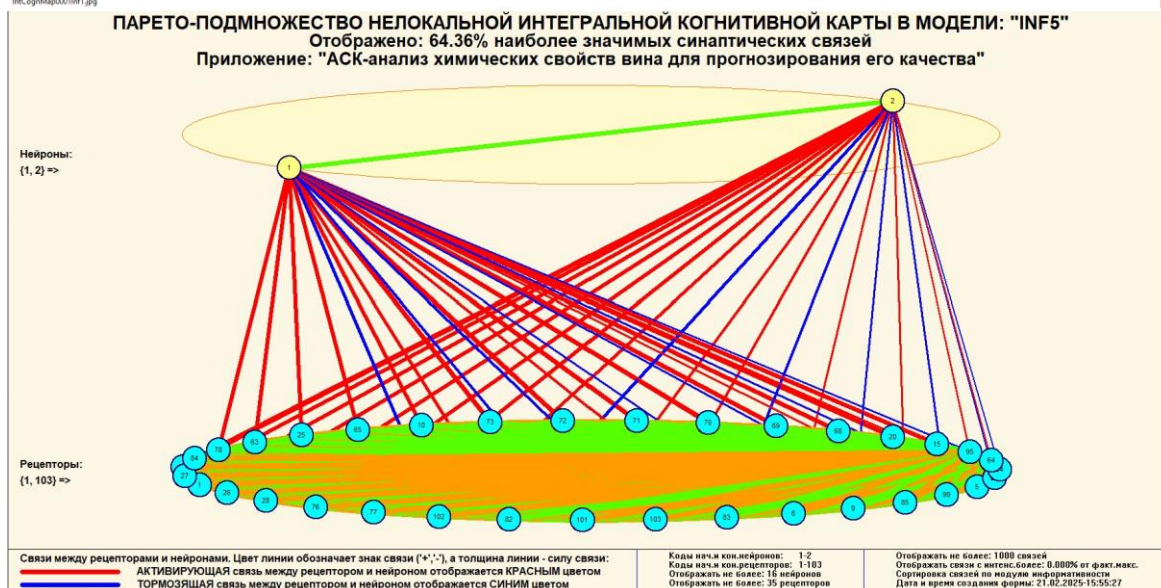


Рисунок 29. 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12)

3.8.6. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

В 2d-когнитивных диаграммах сравнения классов по системе их детерминации видно, насколько сходны или насколько отличаются друг от друга классы по значениям обуславливающих их факторов.

Однако мы не видим из этой диаграммы, чем именно конкретно сходны и чем именно отличаются эти классы по значениям обуславливающих их факторов.

Это мы можем увидеть из когнитивной диаграммы содержательного сравнения классов, которая отображается в режиме 4.2.3 системы «Эйдос».

2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов являются примерами опосредованных нечетких правдоподобных логических заключений, о которых может быть одним из первых писал Дьердь Пойа [19, 20]. Впервые об автоматизированной реализации рассуждений подобного типа в интеллектуальной системе «Эйдос» написано в 2002 году в работе [2] на странице 521¹¹. Позже об этом писалось в работе [3]¹² и ряде других работ автора, поэтому здесь подробнее рассматривать этот вопрос нецелесообразно.

Пример опосредованных правдоподобных рассуждений.

Допустим нам известно, что один человек имеет голубые глаза, а другой черные волосы. Спрашивается, эти признаки вносят вклад в сходство или в различие этих двух людей? В АСК-анализе и системе «Эйдос» этот вопрос решается так. В модели на основе кластерно-конструктивного анализа классов и значений факторов (признаков) известно, насколько те или иные признаки сходны или отличаются по их влиянию на объект моделирования. Поэтому понятно, что человек с голубыми глазами вероятнее всего блондин, а брюнет, скорее всего, имеет темные глаза. Так что понятно, что эти признаки вносят вклад в различие этих двух людей.

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 34. Всего системой в данной модели генерируется 9 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 3 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается $3^2=9$ подобных диаграмм. На рисунках 30 приводятся некоторые из этих диаграмм.

¹¹ https://www.elibrary.ru/download/elibrary_18632909_64818704.pdf, Таблица 7. 17, стр. 521

¹² <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/15.pdf>, стр.44.

4.2.3. Когнитивные диаграммы классов. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор классов для когнитивной диаграммы

Задайте коды двух классов, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее

Код	Наименование класса
0	ВСЕ КЛАССЫ
1	QUALITY-1/2-(3.0, 5.5)
2	QUALITY-2/2-(5.5, 8.0)

Выбор кода класса левого инф.портрета Выбор кода класса правого инф.портрета

Выбор способа фильтрации признаков в информационных портретах когнитивной диаграммы

Задайте коды двух описательных шкал, для левого и правого информационных портретов когнитивной диаграммы по очереди выбирая их курсором в таблице и кликая на соответствующей кнопке ниже нее

Код	Наименование описательной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКА	1	103
1	FIXED ACIDITY	1	5
2	VOLATILE ACIDITY	6	10
3	CITRIC ACID	11	15
4	RESIDUAL SUGAR	16	20
5	CHLORIDES	21	25

Выбор кода описательной шкалы левого инф.портрета Выбор кода описательной шкалы правого инф.портрета

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм

Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Задайте max количество отображаемых связей

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Класс для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ
Класс для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ
Описат.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКА
Описат.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКА
Модели, заданные для расчета: Inf5

КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА КЛАССОВ В МОДЕЛИ: "INF5"
Приложение: "АСК-анализ химических свойств вина для прогнозирования его качества"

Кл.шкала: [1] QUALITY
Класс: [1] 1/2-(3.0000000, 5.5000000) Сход./разл.классов: 100.000% Кл.шкала: [1] QUALITY
Класс: [1] 1/2-(3.0000000, 5.5000000)

Наименования признаков:

[3] CITRIC ACID [15] 5/5-(0.8, 1.0)	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[3] CITRIC ACID [15] 5/5-(0.8, 1.0)
[4] RESIDUAL SUGAR [20] 5/5-(12.6, 15.5)	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[4] RESIDUAL SUGAR [20] 5/5-(12.6, 15.5)
[6] FREE SULFUR DIOXIDE [68] 42.0000000	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[6] FREE SULFUR DIOXIDE [68] 42.0000000
[6] FREE SULFUR DIOXIDE [69] 43.0000000	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[6] FREE SULFUR DIOXIDE [69] 43.0000000
[6] FREE SULFUR DIOXIDE [70] 45.0000000	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[6] FREE SULFUR DIOXIDE [70] 45.0000000
[6] FREE SULFUR DIOXIDE [71] 46.0000000	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[6] FREE SULFUR DIOXIDE [71] 46.0000000
[6] FREE SULFUR DIOXIDE [72] 47.0000000	И=1.837 Iр=183.689 Iс=0.707	[6] FREE SULFUR DIOXIDE [72] 47.0000000

Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКА 1-103 Фильтр по оп.шкале: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКА 1-103

Сходство и различие между классами по их признакам с учетом сходства/различия между признаками (градация факторов, системы детерминации):

СХОДСТВО классов отображается линиями связи КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень сходства.

РАЗЛИЧИЕ классов отображается линиями связи СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает степень различия.

Форма создана: 21.02.2025 15:58:32. Показано количество связей <=500

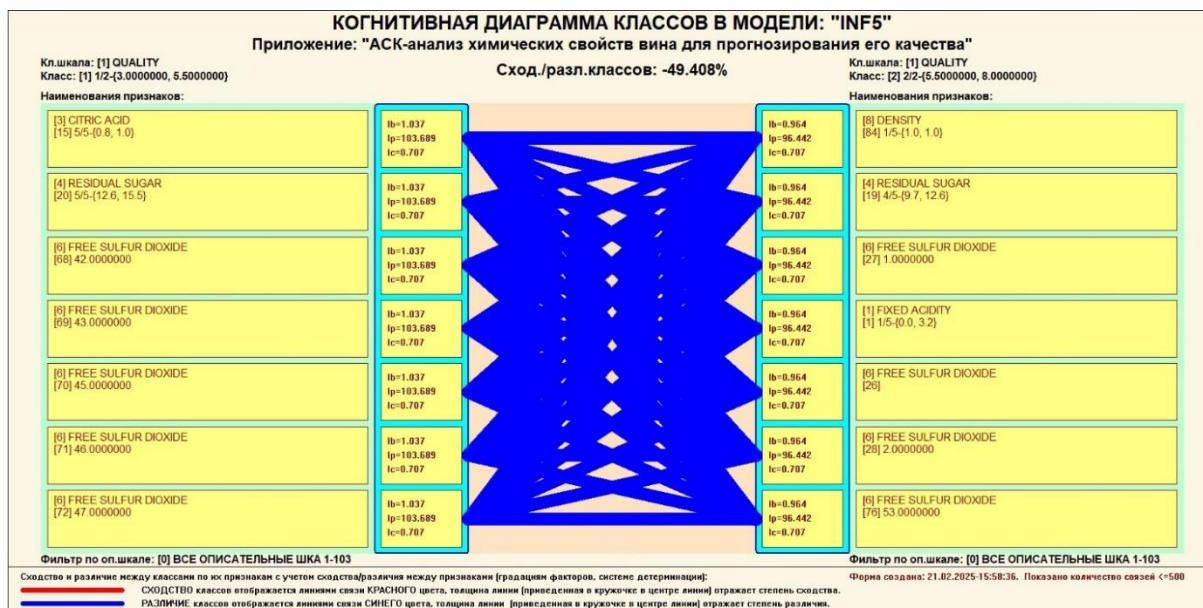


Рисунок 30. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF5

3.8.7. Когнитивные функции

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году [3, 22, 23].

Когнитивные функции отображают, какое количество информации содержится в градациях описательной шкалы о переходе объекта моделирования в состояния, соответствующие градациям классификационной шкалы. При этом в статистических и системно-когнитивных моделях в каждой градации описательной шкалы содержится информация обо всех градациях классификационной шкалы, т.е. *каждому значению аргумента соответствуют все значения функции, но соответствуют в разной степени, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается цветом.*

Когнитивные функции являются одним из наиболее мощных и наглядных средств когнитивной графики, имеющих в системе «Эйдос», позволяющих отобразить силу и направление влияния каждого значения каждого фактора на переход объекта моделирования в каждое из будущих состояний, соответствующих классам.

В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 31). Первая экранная форма данного режима представляет собой краткий хелп, поясняющий смысл понятия «Когнитивная функция», а также позволяющий выйти на экранную форму системы «Эйдос» с действующими гиперссылками на работы по когнитивным функциям, а также страницы сайта автора со списком этих работ и работ автора по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания.

Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это *феноменологические* модели, отражающие *эмпирические* закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают *механизма детерминации*, а только сам факт и характер детерминации [17, 23, 24]. Содержательное объяснение этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [24].

4.5. Генерация, визуализация и запись когнитивных функций системы "Эйдос"

Задайте статистические и/или системно-когнитивные модели для генерации когнитивных функций:

Статистические базы:

- 1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки
- 2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса
- 3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса

Системно-когнитивные модели (Базы знаний):

- 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1
- 5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2
- 6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами
- 7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1
- 8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2
- 9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC1
- 10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей; вероятности из PRC2

Задайте виды когнитивных функций для генерации, визуализации и записи:

- 1. Сетка триангуляции Делоне без цветовой заливки.
- 2. Сглаженные изолинии триангуляции Делоне без цветовой заливки.
- 3. Сетка триангуляции Делоне с цветовой заливкой.
- 4. Сглаженные изолинии триангуляции Делоне с цветовой заливкой.
- 5. Сглаженная цветочная заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета.

Задайте дополнительные параметры визуализации когнитивных функций:

- Соединять ли точки с максимальным количеством информации линией КРАСНОГО цвета?
- Соединять ли точки с минимальным количеством информации линией СИНЕГО цвета?

Задайте количество градаций уровня (цвета и изолиний) когнитивных функций:

Задайте количество пикселей на дюйм в изображениях когнитивных функций:

Задайте паузу в секундах между визуализациями когнитивных функций:

Задайте размер шрифта для наименований градаций шкал X и Y:

Визуализация когнитивных функций new Визуализация когнитивных функций old

Работы по когнитивным функциям-1 Работы по когнитивным функциям-2

4.5. Генерация, визуализация и запись когнитивных функций системы "Эйдос"

Стадии исполнения процесса

Записана когнитивная функция: "5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданн"...в модели: "8. INF5"

4.5. Генерация, визуализация и запись когнитивных функций системы "Эйдос" успешно завершены !!!

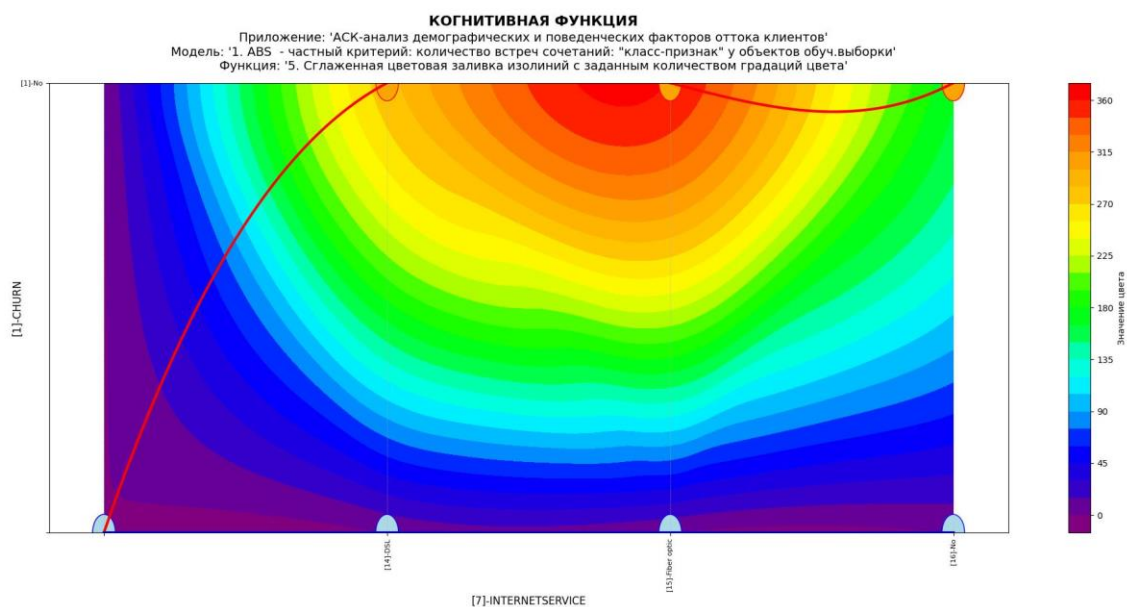
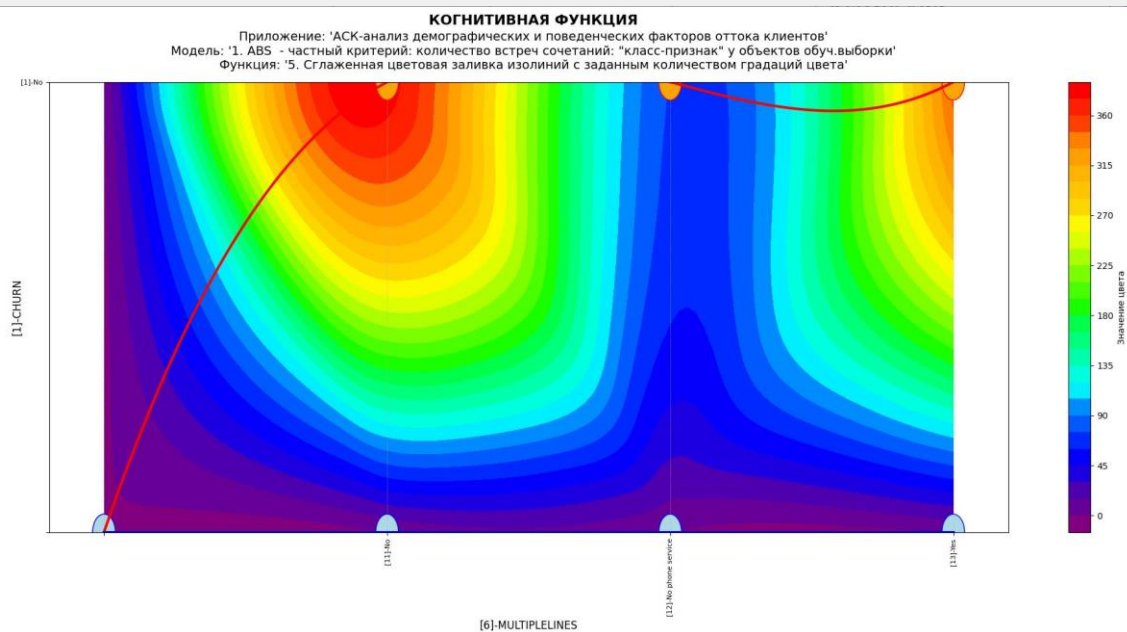
Прогноз времени исполнения:

Начало: 16:02:29 Окончание: 16:04:34

100%

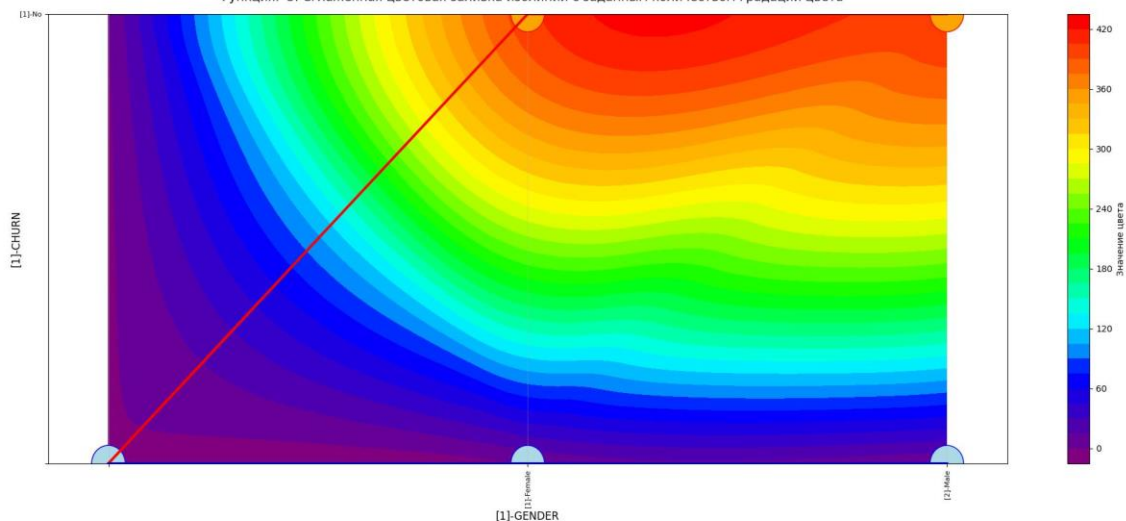
Прошло: 0:02:04 Осталось: 0:00:00

Ok



КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ демографических и поведенческих факторов оттока клиентов'
 Модель: '1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки'
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



4.5. Визуализация когнитивных функций

Что такое когнитивная функция:

Визуализация прямых, обратных, позитивных, негативных, полностью и частично редуцированных когнитивных функций. Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие классам. Когнитивные функции представляют собой новый перспективный инструмент отражения и наглядной визуализации закономерностей и эмпирических законов. Разработка содержательной научной интерпретации когнитивных функций представляет собой способ познания природы, общества и человека. Когнитивные функции могут быть: прямые, отражающие зависимость классов от признаков, обобщающие информационные портреты признаков; обратные, отражающие зависимость признаков от классов, обобщающие информационные портреты классов; позитивные, показывающие чему способствуют система детерминации; негативные, отражающие чему препятствуют система детерминации; средневзвешенные, отражающие совокупное влияние всех значений факторов на поведение объекта (причем в качестве весов наблюдений используется количество информации в значении аргумента о значении функции) различной степенью редукции или степенью детерминации, которая отражает в графической форме (в форме полосы) количество знаний в аргументе о значении функции и является аналогом и обобщением доверительного интервала. Если отобразить подматрицу матрицы знания, отображая цветом силу и направление влияния каждой градации некоторой описательной шкалы на переход объекта в состояния, соответствующие классам некоторой классификационной шкалы, то получим нередуцированную когнитивную функцию. Когнитивные функции являются наиболее развитым средством изучения причинно-следственных зависимостей в моделируемой предметной области, предоставляемым системой "Эйдос". Необходимо отметить, что на вид функций влияния математической моделью АСК-анализа не накладывается никаких ограничений, в частности, они могут быть и не дифференцируемые.

Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций - новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №03(67). С. 240 - 282. - Шифр Информрегистра: 0421100012\0077. , 2,688 у.п.л. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>

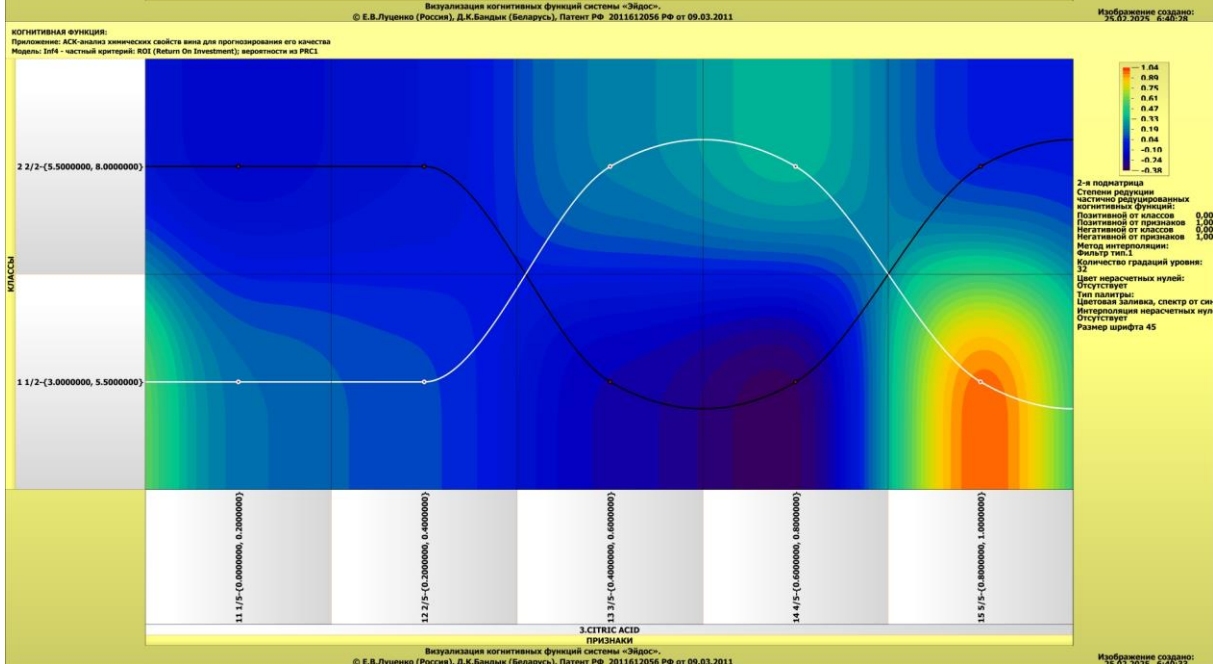
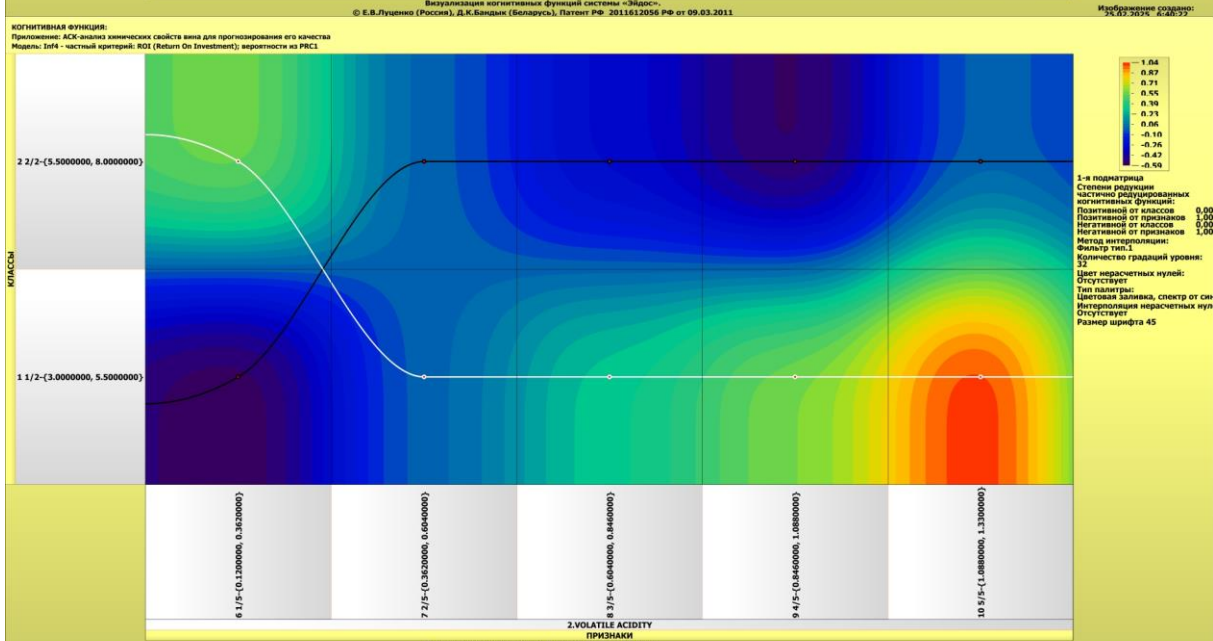
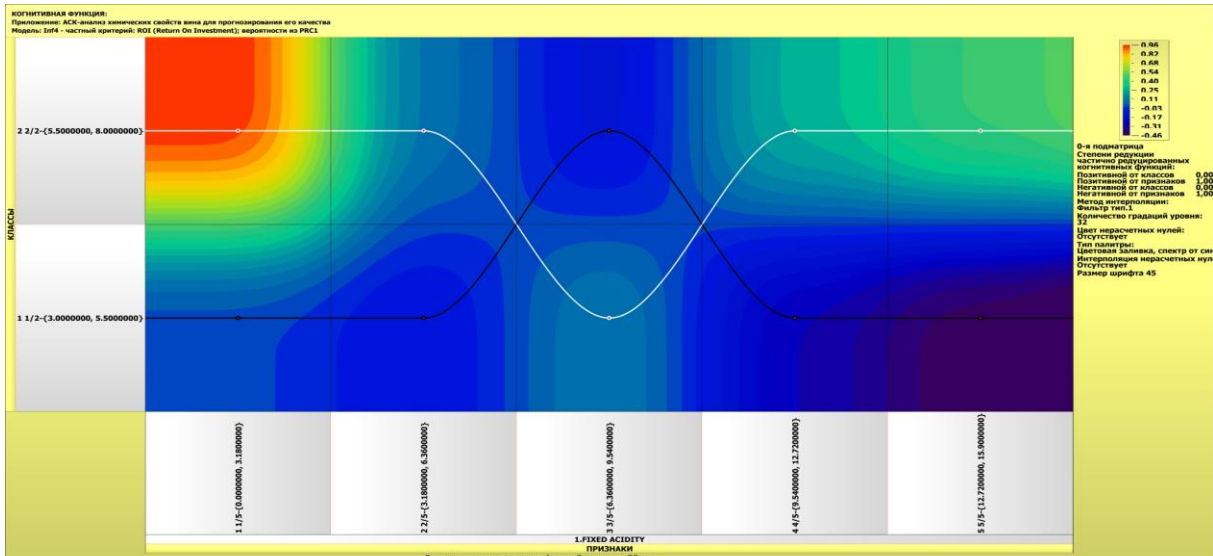
Задайте нужный режим:

Визуализации когнитивных функций

Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

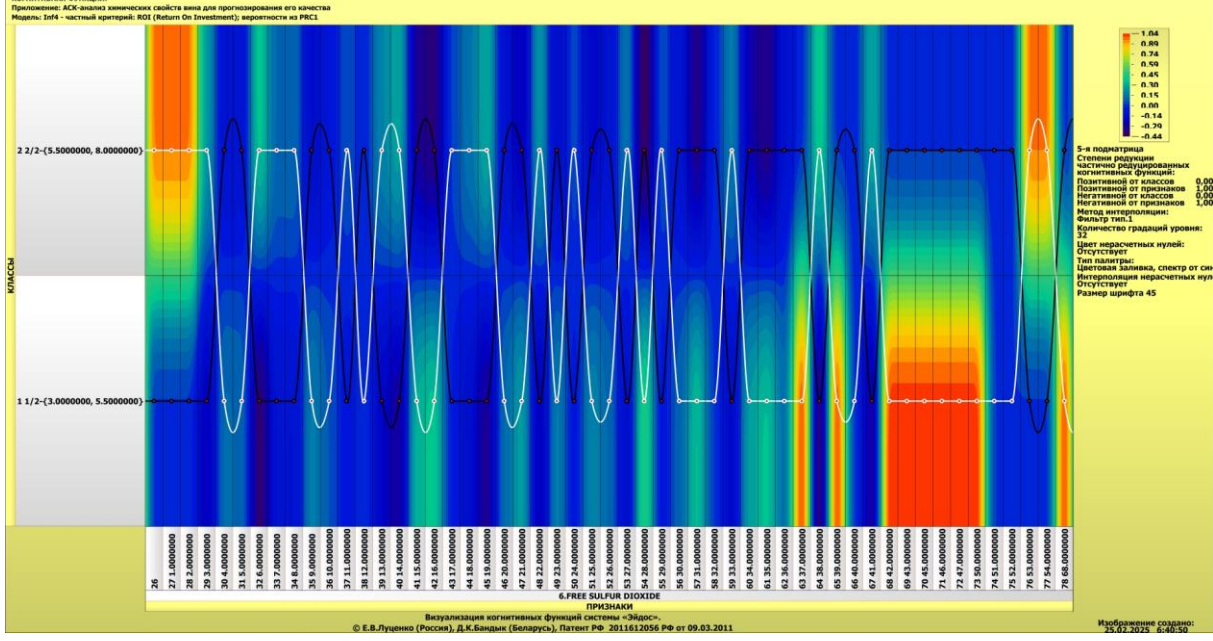
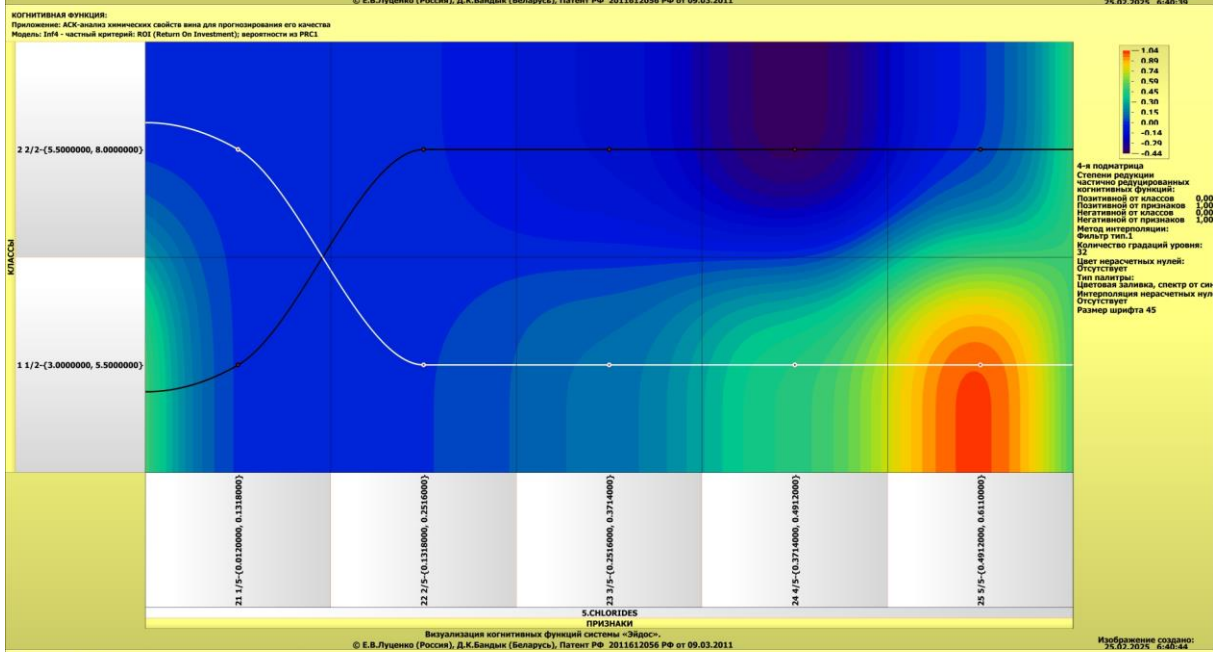
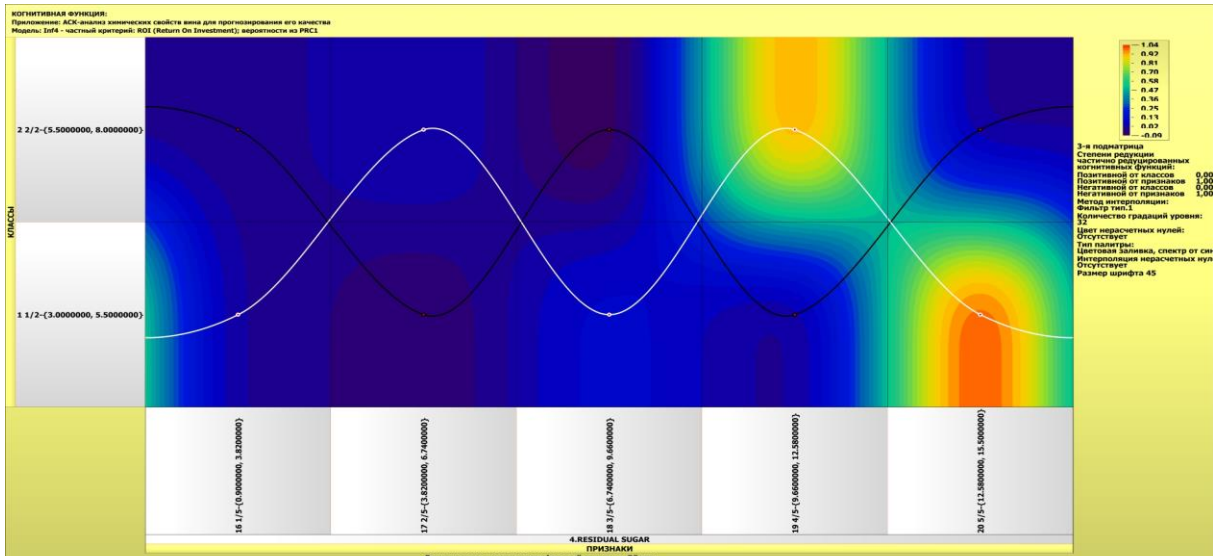
Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями

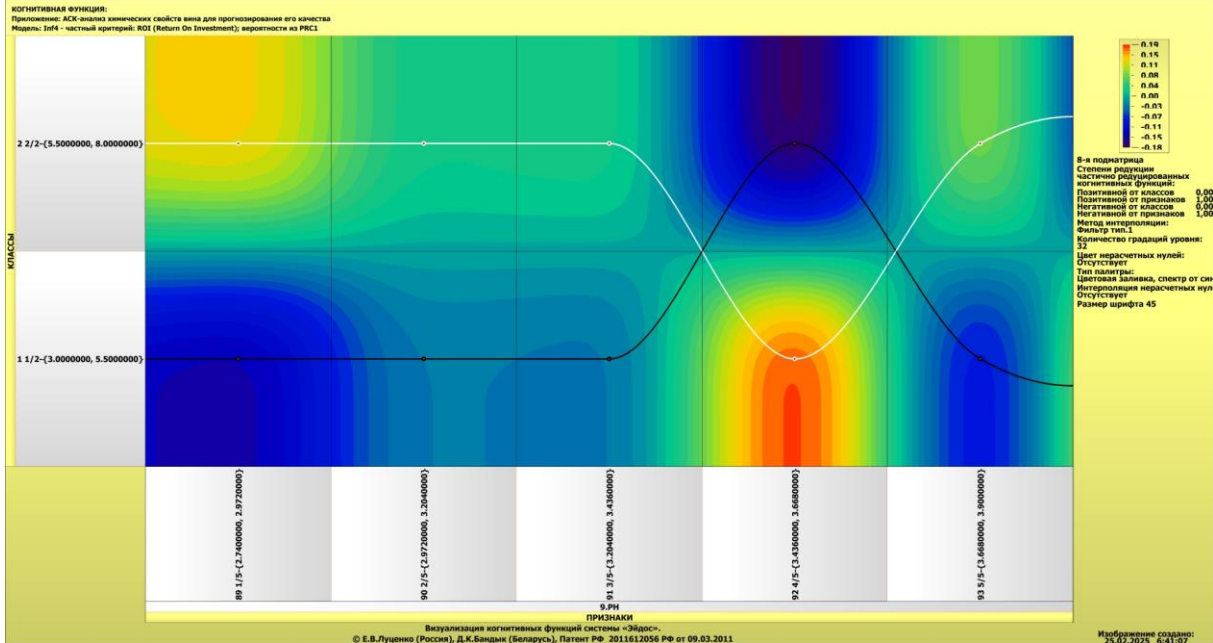
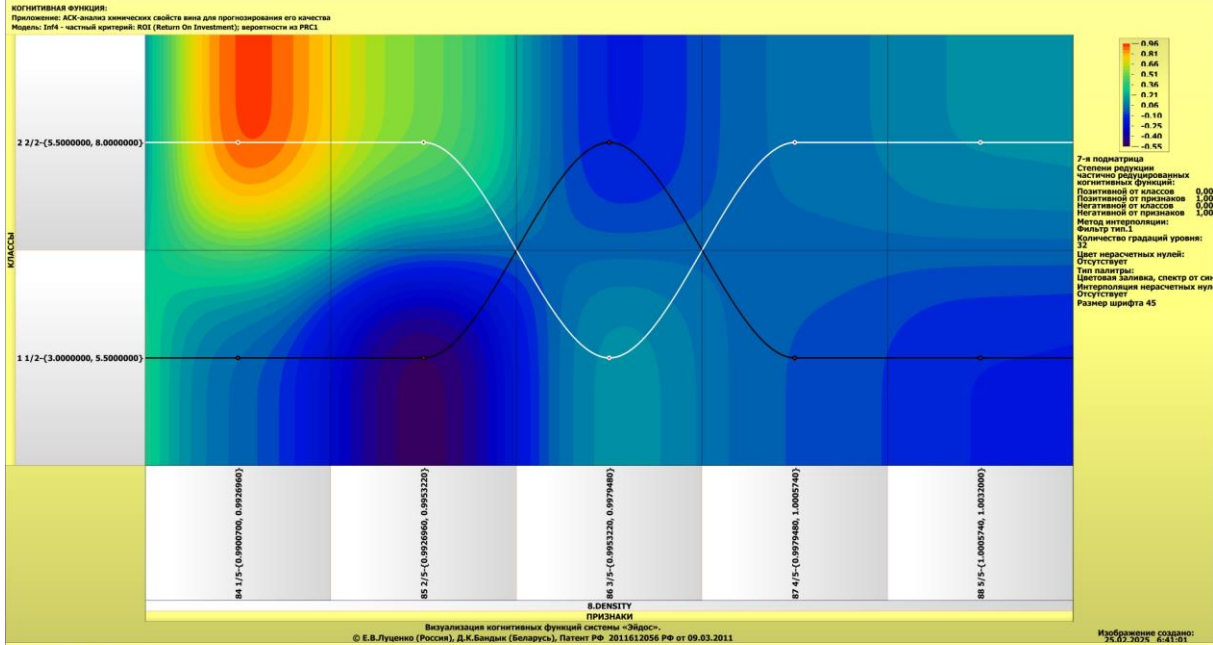
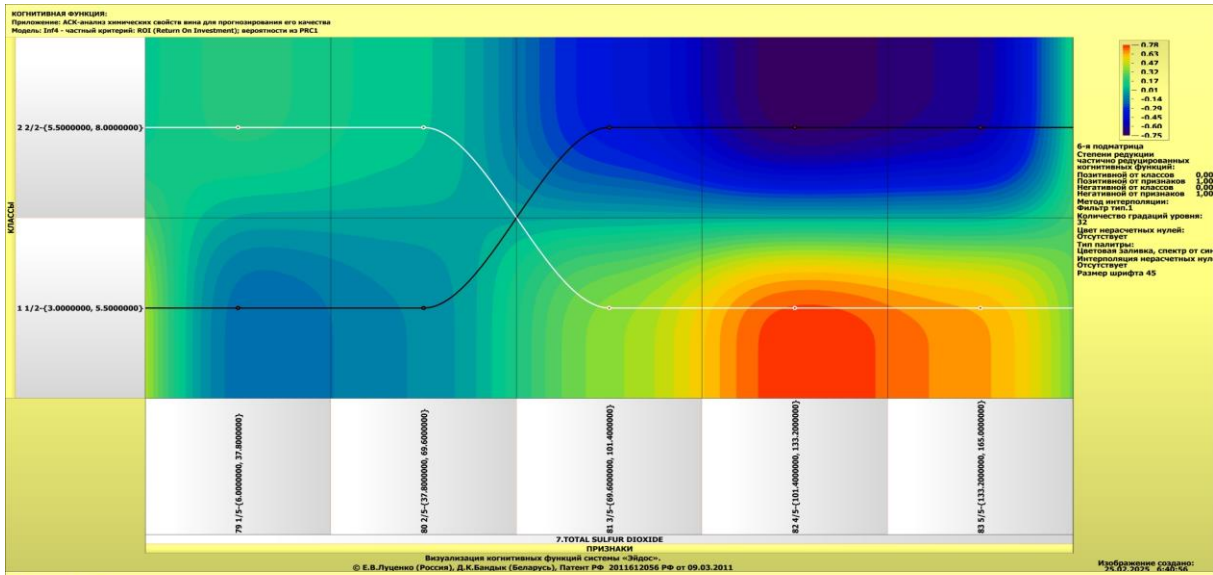


Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос»
 © Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандук (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011

Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос»
 © Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандук (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011

Визуализация когнитивных функций системы «Эйдос»
 © Е.В.Луценко (Россия), Д.К.Бандук (Беларусь), Патент РФ 2011612056 РФ от 09.03.2011





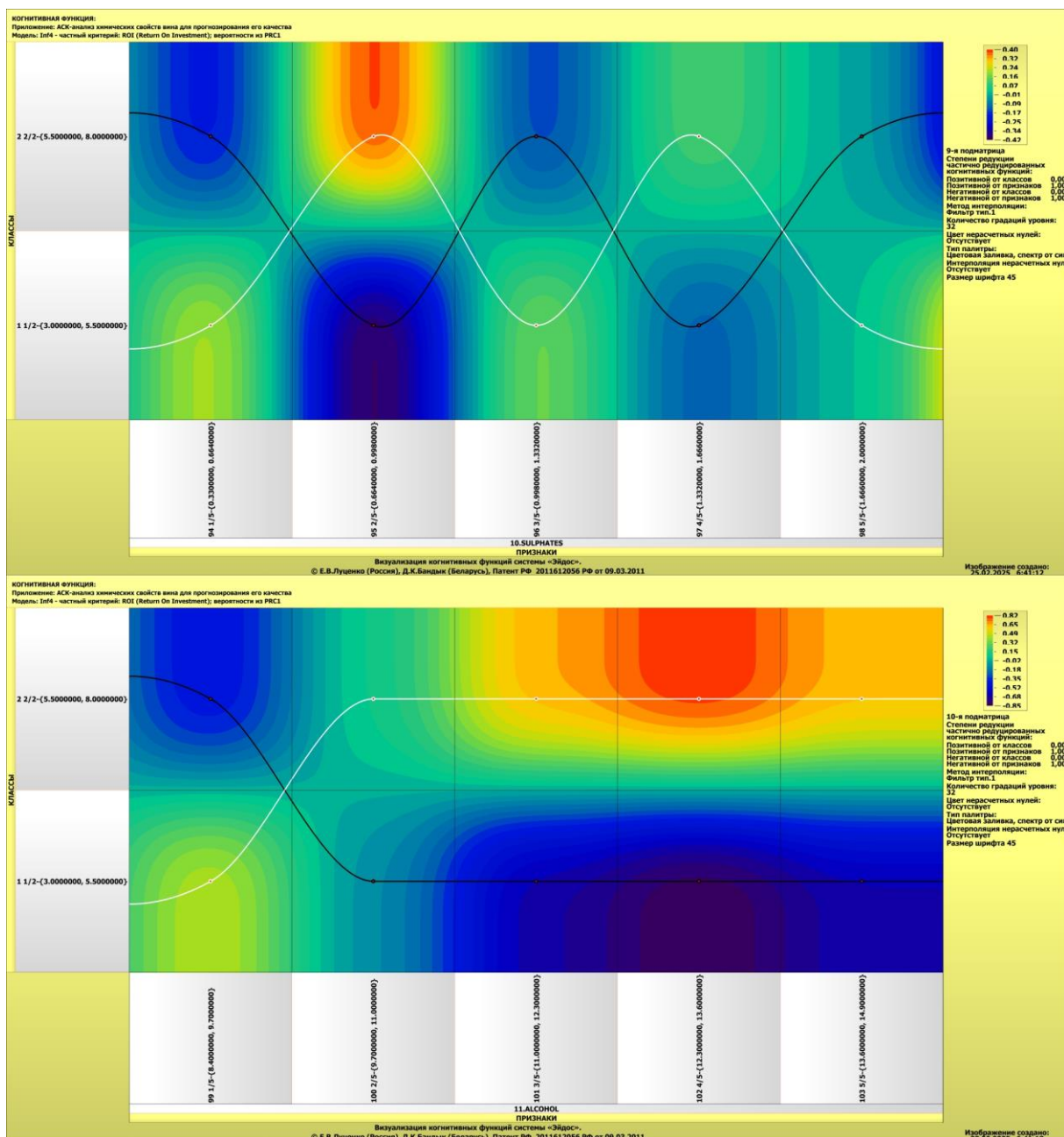


Рисунок 31. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF5

Как уже отмечалось содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования [24].

3.8.8. Значимость описательных шкал и их градаций

В АСК-анализе все факторы рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации содержится в их значениях о переходе объекта моделирования и управления, на который они действуют, в определенное будущее состояние, описываемое классом (градация классификационной шкалы), и при этом сила и направление влияния всех

значений факторов на объект измеряется в одних общих для всех факторов единицах измерения: единицах количества информации [6].

Значимость всей описательной шкалы является средним от степени значимости ее градаций (режим 3.7.4 системы «Эйдос»).

Если рассортировать все градации факторов (признаки) в порядке убывания селективной силы и получить сумму селективной силы системы значений факторов нарастающим итогом, то получим Парето-кривую.

На рисунке 32 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF5:

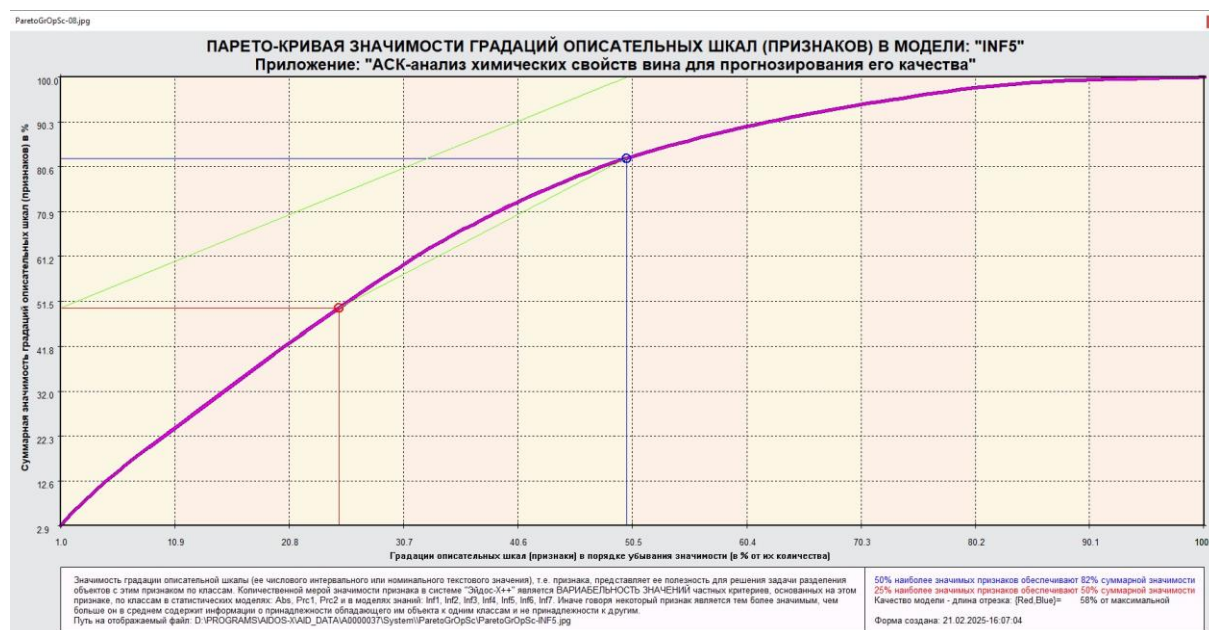


Рисунок 32. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF5

Из рисунка 32 видно, что 25% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 50% суммарного влияния. На рисунке 33 система «Эйдос» привела рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей. Кроме того на этом рисунке приведены имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в разных моделях.

В таблице 13 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 32. Из таблицы 13 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущее состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

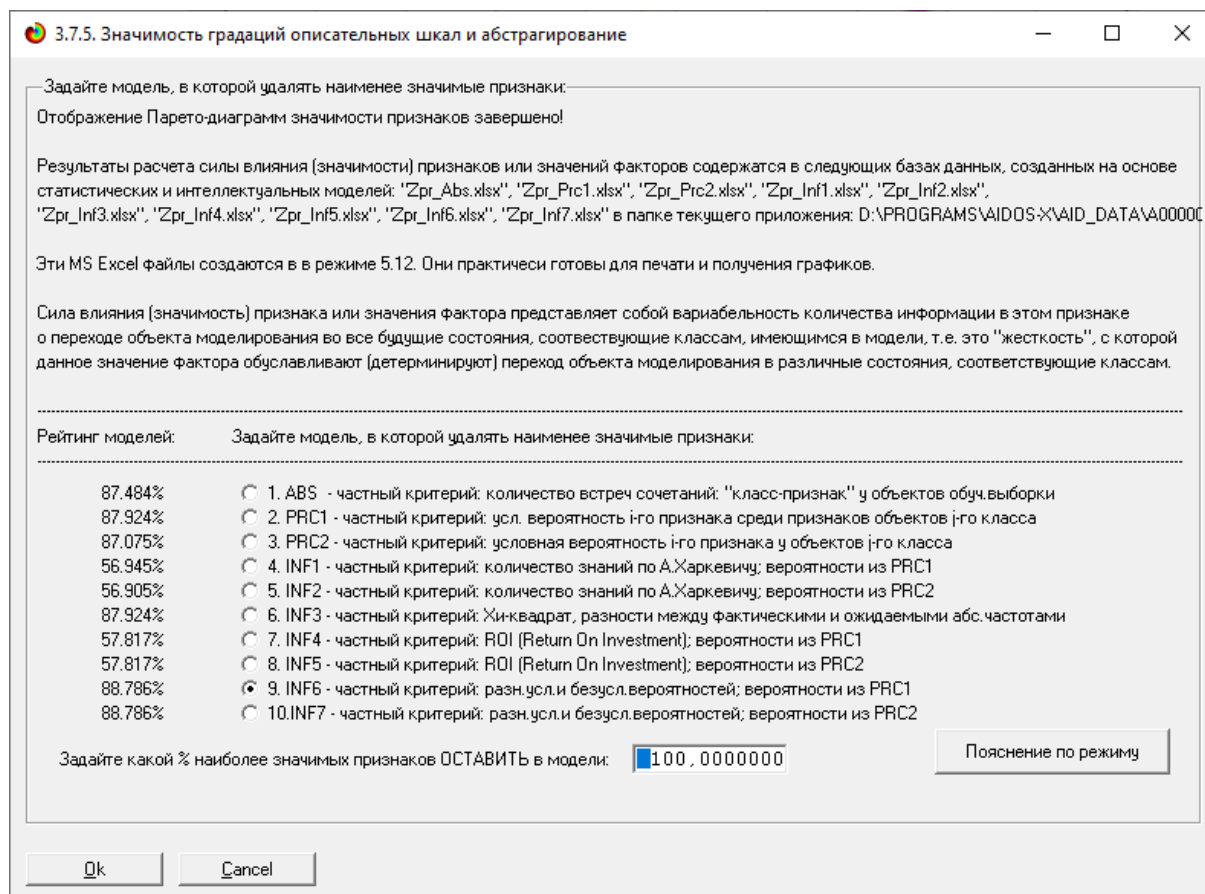


Рисунок 33. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей и имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в этих моделях

Таблица 13 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF5

№	№%	Код значения фактора	Наименование фактора и его значения	Кода фактора	Значимость, %	Значимость кумулятивно, %
1	0,97	102	ALCOHOL-4/5-{12.30, 13.60}	11	1,18	2,
2	1,94	82	TOTAL SULFUR DIOXIDE-4/5-{101.40, 133.20}	7	2,26	5,5
3	64,07	89	PH-1/5-{2.74, 2.97}	9	37	91,26
4	65,04	23	CHLORIDES-3/5-{0.251, 0.37}	5	37,20	91,72

Источник: D:\Aidos-X\AID_DATA\A0000011\System\Zpr_Inf5.xlsx

На экранной форме рисунка 34 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях.

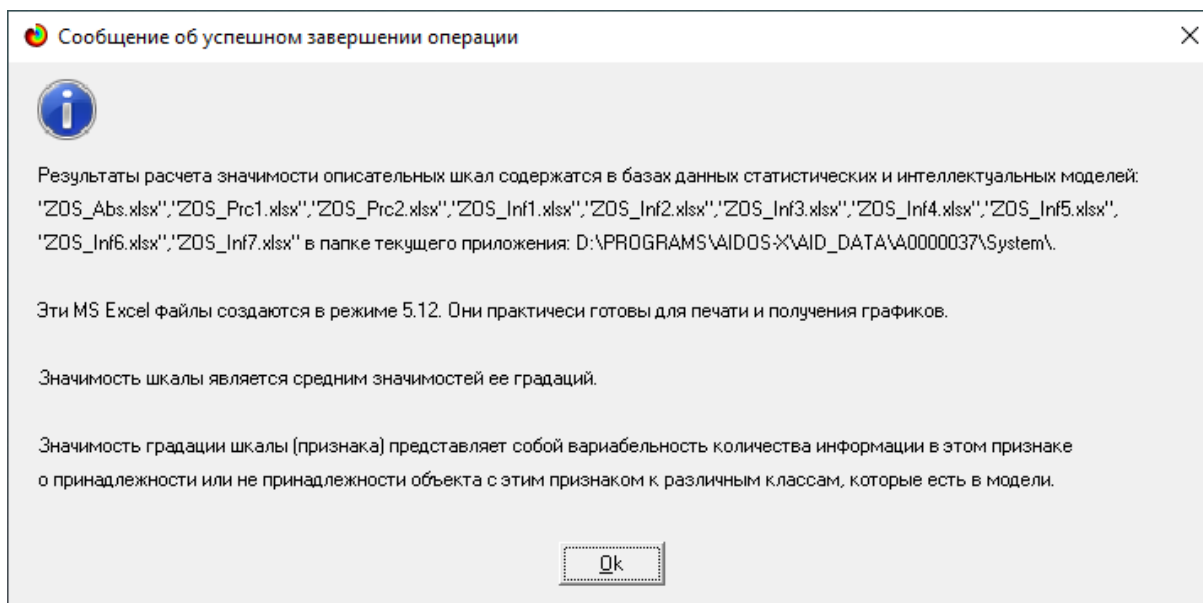


Рисунок 34. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в статистических и системно-когнитивных моделях

В таблице 14 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF5.

Таблица 14 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF5

№	Код	Наименование фактора	Значимость фактора, %	Значимость фактора кумулятивно, %
1	11	ALCOHOL	17,12	17,12
2	7	TOTAL SULFUR DIOXIDE	12,91	30,03
3	2	VOLATILE ACIDITY	12,4	42,43
4	1	FIXED ACIDITY	9,05	51,48
5	3	CITRIC ACID	8,45	59,94
6	6	FREE SULFUR DIOXIDE	8,44	68,38
7	8	DENSITY	8,37	76,75
8	4	RESIDUAL SUGAR	7,26	84,02
9	5	CHLORIDES	7,06	91,08
10	10	SULPHATES	5,86	96,95

Источник: D:\Aidos-X\AID_DATA\A0000011\System\ZOS_Inf5.xlsx

3.8.9. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается *степенью варибельности значений факторов* (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

Чем выше степень детерминированности класса, тем более достоверно он прогнозируется по значениям факторов.

Степень детерминированности (обусловленности) всей классификационной шкалы является средним от степени детерминированности ее градаций, т.е. классов (режим 3.7.2 системы «Эйдос»).

На рисунках 35 приведены экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос», содержащие информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:



Сообщение об успешном завершении операции

Результаты расчета значимости классификационных шкал содержатся в базах данных статистических и интеллектуальных моделей:
'ZCS_Abs.xlsx', 'ZCS_Proc1.xlsx', 'ZCS_Proc2.xlsx', 'ZCS_Inf1.xlsx', 'ZCS_Inf2.xlsx', 'ZCS_Inf3.xlsx', 'ZCS_Inf4.xlsx', 'ZCS_Inf5.xlsx',
'ZCS_Inf6.xlsx', 'ZCS_Inf7.xlsx' в папке текущего приложения: D:\PROGRAMS\AIDOS-X\AID_DATA\A0000037\System\.

Эти MS Excel файлы создаются в режиме 5.12. Они практически готовы для печати и получения графиков.

Значимость классификационной шкалы является средним значимостей ее градаций, т.е. классов.

Значимость градации классификационной шкалы, т.е. класса, представляет собой вариабельность количества информации в во всех признаках модели о принадлежности или не принадлежности объекта с этим признаками к данному классу.

Значимость градации классификационной шкалы (к.класса) - это степень детерминированности этого класса (см.режим 3.7.3).

Ok

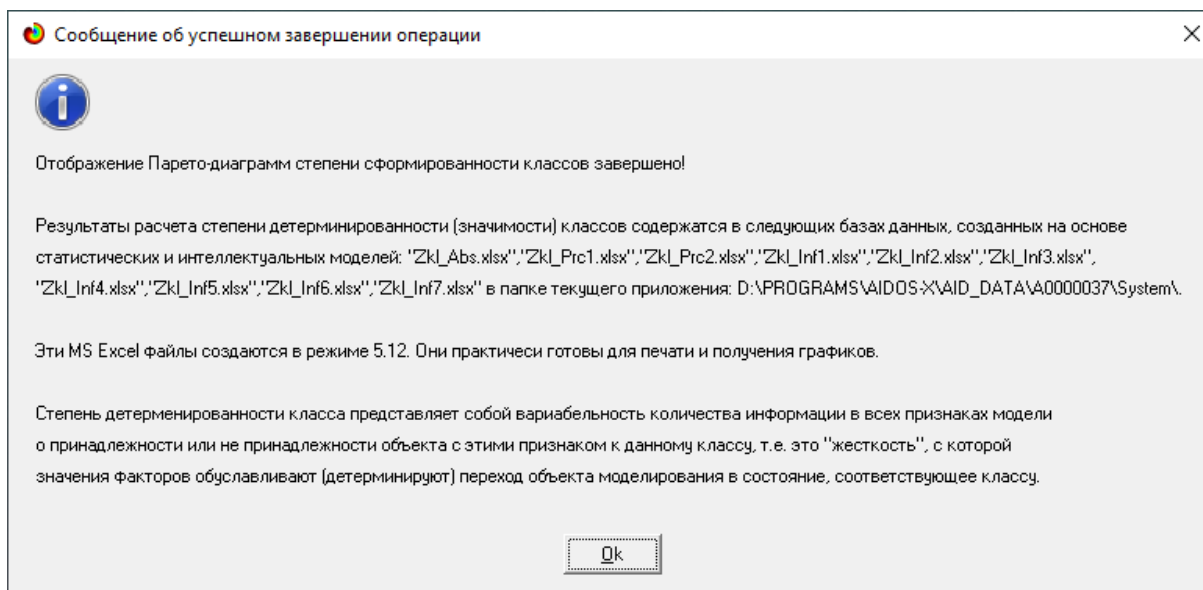


Рисунок 35. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

Таблица 15 – Таблица Степень детерминированности классов в СК-модели INF5

№	Код	Наименование класса	Значимость, %	Значимость кумулятивно, %
1	2	QUALITY-2/2 - {5.5, 8.0}	50,90	50,90
2	1	QUALITY-1/2 - {3.0, 5.5}	49,09	100,00

Источник: D:\Aidos-X\AID_DATA\A0000011\System\ZklINF5.xlsx

В таблице 15 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели INF5. Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций.

Степень детерминированности классификационных шкал представлена в таблицах, наименования которых приведены на третьем рисунке 35. Но поскольку в данном приложении одна классификационная шкала, то рейтинг шкал по силе детерминированности состоит из одной шкалы и поэтому эти таблицы здесь не приводятся.

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

Полученные результаты демонстрируют успешное решение поставленной задачи и достижение целей исследования. Они были получены с помощью методологии Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и программного обеспечения интеллектуальной системы «Эйдос».

Анализ, выполненный в рамках данной работы, полностью согласуется с результатами исследования [25], на основе данных которого проводился анализ. При этом использование АСК-анализа и системы «Эйдос» значительно расширяет возможности для решения задач прогнозирования качества вина, оптимизации технологических процессов

и глубокого изучения исследуемой предметной области по сравнению с методами, примененными в работе [25]. Это дает основания рекомендовать использование АСК-анализа и системы «Эйдос» для дальнейших исследований.

Основные достижения работы заключаются в следующем:

1. Разработана методика корректного построения сопоставимых системно-когнитивных моделей качества вина, основанная на исходных данных, содержащих как лингвистические переменные (органолептические характеристики), так и числовые параметры в различных единицах измерения (например, содержание алкоголя, кислотность, уровень сахара).

2. Показана применимость системно-когнитивных моделей для решения задач прогнозирования качества продукции, принятия решений по управлению производственными процессами и анализа моделируемой предметной области.

В качестве перспектив развития исследований можно предложить существенное расширение объема исходных данных, увеличение количества изучаемых факторов, а также добавление новых классификационных шкал и их градаций для описания возможных состояний объекта моделирования. Например, можно учитывать не только химические свойства, но и технологические особенности производства (температура ферментации, время выдержки), природно-климатические условия региона выращивания винограда, а также экономические показатели.

Также представляется важным внедрение классификационных шкал, которые позволят оценивать влияние факторов не только в натуральном выражении (качество и количество продукции), но и в стоимостном (прибыль, рентабельность как общая для предприятия, так и отдельная по видам продукции). Это позволит более полно оценить экономическую эффективность различных технологических подходов и стратегий управления качеством.

Перспективность и практическая ценность подобных исследований очевидна, что подтверждается многочисленными работами в данной области [1–49]. Продолжение таких разработок может способствовать повышению конкурентоспособности винодельческой продукции, оптимизации производственных процессов и удовлетворению возрастающих требований рынка.

5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)

В связи с возрастающей значимостью отечественного виноделия и необходимостью повышения качества продукции для удовлетворения спроса на внутреннем и внешнем рынках особое внимание следует уделить оптимизации технологических процессов и анализу множества факторов,

влияющих на конечные характеристики вина. Качество продукта зависит от широкого спектра параметров, включая химический состав, условия производства и хранения, а также генетические особенности сорта винограда. В ряде научных исследований изучается влияние различных компонентов (например, микроэлементов и технологических добавок) на стабильность и органолептические свойства вина. Однако различные сорта винограда демонстрируют разную чувствительность к этим добавкам, что требует более глубокого анализа взаимосвязей между множеством факторов.

Для решения этой задачи в данной статье предлагается использование Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос». Приводится подробный численный пример анализа эмпирических данных в области виноделия с применением данного подхода. Этот пример содержит множество наглядных табличных и графических форм представления результатов и может быть использован как для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос», так и для выработки практических рекомендаций по улучшению качества продукции и обоснования механизмов причинно-следственных связей в данной предметной области.

Особенностью задачи является наличие независимых переменных, представленных как лингвистическими (категориальными), так и числовыми данными, измеряемыми в разных единицах. Например, это могут быть содержание алкоголя, уровень сахара, кислотность, а также категориальные характеристики, такие как сорт винограда или тип ферментации. Для решения этой задачи применяется АСК-анализ, который позволяет строить гибридные модели, объединяющие текстовые и числовые шкалы в различных единицах измерения.

Сопоставимость данных разных типов обеспечивается через метризацию номинальных шкал, то есть преобразование категориальных переменных в числовые эквиваленты путем расчета количества информации, содержащегося в их градациях. Это позволяет эффективно анализировать влияние различных факторов на конечное качество вина.

В работе представлен краткий обзор методологии АСК-анализа и возможностей интеллектуальной системы «Эйдос». Результаты исследования могут служить основой для разработки лабораторных работ и научных проектов, направленных на применение технологий искусственного интеллекта, в частности системно-когнитивного анализа, в области виноделия и когнитивной агрономии [48, 49].

Таким образом, использование АСК-анализа открывает новые возможности для оптимизации производственных процессов, повышения качества вина и адаптации технологий под изменяющиеся рыночные и климатические условия.

REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. Луценко, Е. В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 321-363. – EDN OOSCAV.
2. 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) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHC.
3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Луценко, Е. В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергена в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 1-32. – DOI 10.21515/1990-4665-126-001. – EDN XXXBDV.
5. Луценко, Е. В. Системы представления и приобретения знаний / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. – ISBN 978-5-94215-415-8. – EDN UZZBLC.
6. Луценко, Е. В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 1-60. – DOI 10.21515/1990-4665-127-001. – EDN YLZTMX.
7. Влияние сроков применения борной кислоты на генеративную деятельность косточковых культур / Т. Н. Дорошенко, Л. Г. Рязанова, Н. В. Захарчук, Д. В. Максимцов // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – № 41(5). – С. 121-130. – EDN WKBFHT, <https://journalkubansad.ru/pdf/16/05/12.pdf>
8. Монографии по АСК-анализу: http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm#_Toc128746370
9. Некоторые учебники и учебные пособия проф.Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm#_Toc128746372.
10. Свидетельства Роспатента на систему «Эйдос» и ее подсистемы: http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm#_Toc128746371.
11. Тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>
12. Работы по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm .
13. Работы по АСК-анализу изображений: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_images.htm
14. Работы по АСК-анализу текстов: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_texts.htm

15. Работы по когнитивным функциям:
http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm

16. Работы по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания:
http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_identification_presentation_and_use_of_knowledge.htm