

**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 факторов оттока клиентов стриминговых сервисов»

Выполнил студент группы: ИТ2442 Хван Владимир

\ Допущен к защите _____

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

(подпись, расшифровка подписи)



Защищен _____

(дата)

Оценка отлично

Краснодар
2026

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 Хван Владимира
курса 2 очной формы обучения группы ИТ2442
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов»

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	отлично
2	Уровень и корректность использования в работе различных методов исследований	отлично
3	Степень комплексности работы, применения в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	отлично
4	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения	отлично
5	Применение современных технологий обработки информации	отлично
6	Качество оформления работы (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	отлично
7	Уровень освоения компетенций в результате выполнения курсовой работы (проекта)	отлично
8	Ответы на вопросы при защите	отлично

Достоинства работы _____

Недостатки работы _____

Итоговая оценка при защите отлично

Рецензент  (Е. В. Луценко)

«» 2026 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 104 страницы, 40 рисунков, 18 таблиц, 49 литературных источников.

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, СТРИМИНГОВЫЕ СЕРВИСЫ, ОТТОК КЛИЕНТОВ, ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ, УДЕРЖАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТТОКА КЛИЕНТОВ, УДЕРЖАНИЕ КЛИЕНТОВ.

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) факторов оттока клиентов стриминговых сервисов направлен на комплексное исследование многомерных причинно-следственных связей между характеристиками пользователей, параметрами их взаимодействия с платформой и вероятностью прекращения использования сервиса. В современных условиях цифровой трансформации бизнеса и усиления конкуренции на рынке потокового вещания медиаконтента понимание факторов, определяющих лояльность клиентов, приобретает стратегическое значение для долгосрочной устойчивости компаний.

Целью данной работы является проведение углубленного автоматизированного системно-когнитивного анализа комплекса факторов, оказывающих влияние на удержание клиентов стриминговых платформ и минимизацию их оттока. Практическая значимость исследования заключается в возможности выявления ключевых драйверов лояльности пользователей и разработки научно обоснованных рекомендаций по оптимизации стратегии работы с клиентской базой.

Для достижения поставленной цели требуется решить ряд взаимосвязанных задач: проанализировать существующие методы создания обобщенных представлений классов пользователей на основе их поведенческих и демографических характеристик, рассмотреть подходы к решению задач идентификации объектов (клиентов) в группах риска с применением современных методов поддержки принятия управленческих решений, а также провести детальное изучение моделируемой предметной области путем всестороннего анализа построенной когнитивной модели. Комплексный подход к решению этих задач позволит не только выявить наиболее значимые факторы оттока, но и количественно оценить их вклад в итоговый результат, что создаст основу для разработки персонализированных стратегий удержания клиентов различных сегментов.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) ФАКТОРОВ ОТТОКА КЛИЕНТОВ СТРИМИНГОВЫХ СЕРВИСОВ

Хван Владимир

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

Современный рынок стриминговых сервисов представляет собой высококонкурентную отрасль цифровой экономики, в которой успешность платформ напрямую зависит от способности удерживать существующих пользователей и минимизировать их отток. Проблема churn management (управления оттоком клиентов) является критически важной для компаний-провайдеров, поскольку потеря подписчиков приводит не только к прямым финансовым убыткам, но и к упущенной выгоде от потенциального роста lifetime value клиента. В данной работе для анализа эмпирических данных, отражающих факторы, влияющие на отток клиентов стримингового сервиса, предлагается использовать автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос». Приводится подробный численный пример, основанный на реальных данных о 4053 клиентах платформы. Этот пример содержит разнообразные наглядные табличные и графические выходные формы и может использоваться для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в исследованиях поведения потребителей цифровых услуг, для выработки практических рекомендаций по удержанию клиентов и обоснования закономерностей влияния различных факторов на лояльность пользователей стриминговых платформ.

Ключевые слова: АСК-АНАЛИЗ, СТРИМИНГОВЫЕ СЕРВИСЫ, ОТТОК КЛИЕНТОВ, ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ, УДЕРЖАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ, ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА «ЭЙДОС», КОГНИТИВНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТТОКА КЛИЕНТОВ, УДЕРЖАНИЕ КЛИЕНТОВ

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS (ASC ANALYSIS) OF CUSTOMER CHURN FACTORS IN STREAMING SERVICES

Khvan Vladimir

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

The modern streaming services market is a highly competitive sector of the digital economy, in which the success of platforms directly depends on their ability to retain existing users and minimize churn. The problem of churn management is critically important for provider companies, since the loss of subscribers leads not only to direct financial losses, but also to lost profits from the potential growth of customer lifetime value.

In this paper, we propose using automated systemic-cognitive analysis (ASK analysis) and its software toolkit, the Eidos intelligent system, to analyze empirical data reflecting the factors influencing customer churn for streaming services. A detailed numerical example based on real data on 4,053 platform customers is provided. This example contains a variety of clear tabular and graphical output forms and can be used to teach the application of ASC analysis and the Eidos system in research on the behavior of digital service consumers, to develop practical recommendations for customer retention, and to substantiate the patterns of influence of various factors on the loyalty of streaming platform users.

Keywords: ASC ANALYSIS, STREAMING SERVICES, CUSTOMER CHURN, INFLUENCE FACTORS, USER RETENTION, INTELLECTUAL SYSTEM “AIDOS”, COGNITIVE MODELING, BIG DATA, CHURN PREDICTION, CUSTOMER RETENTION.

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ).....	8
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	8
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	9
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ	9
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	9
2. METHODS (МЕТОДЫ)	10
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ	10
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ	10
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	11
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА	13
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ.....	20
3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ).....	23
3.1. Задача-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ.....	23
3.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	23
3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	24
3.2. Задача-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	25
3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	25
3.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	25
3.3. Задача-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ.....	33
3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	33
3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	41
3.4. Задача-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ.....	46
3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	46
3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	47
3.5. Задача-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ	50
3.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	50
3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе.....	50
3.6. Задача-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ.....	51
3.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	51
3.6.1.1. Интегральный критерий «Сумма знаний».....	52
3.6.1.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»	53

3.6.1.3. Важные математические свойства интегральных критериев	54
3.6.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»	55
3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений	58
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ.....	58
3.7.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	58
3.7.1.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»	59
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»	60
3.7.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	60
3.7.2.2. Конкретное решение задачи управления в данной работе в системе «Эйдос»	64
3.8. Задача-8. Исследование объекта моделирования путем исследования его модели	64
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы).....	64
3.8.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	64
3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе	64
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов.....	66
3.8.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	66
3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе	67
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал.....	71
3.8.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	71
3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе	71
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны	77
3.8.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	77
3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе	78
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть	80
3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	80
3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе	81
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)	82
3.8.7.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	82
3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе	82
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	84
3.8.8.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	84
3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе	84
3.8.9. Когнитивные функции.....	88

3.8.9.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	88
3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе	89
3.8.10. <i>Значимость описательных шкал и их градаций</i>	92
3.8.10.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	92
3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе	93
3.8.11. <i>Степень детерминированности классов и классификационных шкал</i>	96
3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области	96
3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе	96
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)	98
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)	99
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)	100

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

Современный рынок стриминговых сервисов является быстрорастущим сектором цифровой экономики, в котором популярность и доля рынка платформ напрямую зависят от сложного комплекса экономических, технологических, социокультурных и регуляторных факторов. Основной задачей провайдеров является привлечение и удержание максимальной аудитории в условиях высокой конкуренции и быстро меняющихся пользовательских предпочтений.

Популярность стриминговых сервисов характеризуется высокой динамичностью и зависит от множества взаимосвязанных факторов, среди которых: уровень экономического развития страны (ВВП на душу населения), степень проникновения широкополосного интернета и мобильных технологий, культурные особенности и языковые барьеры, законодательство в области авторского права и цифрового контента, уровень конкуренции на национальном рынке, а также специфика локального контента и маркетинговых стратегий. Кроме того, в разных регионах мира наблюдается значительная неравномерность потребительского поведения в зависимости от демографических характеристик, уровня цифровой грамотности и исторически сложившихся моделей медиапотребления, что усложняет формирование универсальной глобальной стратегии.

Одной из ключевых проблем в данной предметной области является необходимость системного анализа и прогнозирования популярности сервисов с учётом многофакторности и нелинейности взаимосвязей. Понимание этих зависимостей включает выявление ключевых драйверов роста, оценку силы и направления влияния различных параметров, сегментацию стран по схожим паттернам развития и прогнозирование реакции рынка на изменения внешних условий. В условиях высокой неопределённости, динамичного технологического прогресса и различий в регуляторных средах классические экономико-статистические методы часто оказываются недостаточно эффективными для выявления сложных скрытых закономерностей.

Для решения этих задач используются современные подходы, основанные на анализе больших данных, машинном обучении и интеллектуальном моделировании сложных систем. Применяются методы, такие как регрессионный анализ, кластеризация, факторный анализ, а также более сложные гибридные методики. Кроме того, значительную роль играют системы бизнес-аналитики (BI) и геоинформационные системы (GIS), позволяющие визуализировать данные, анализировать пространственное распределение показателей и учитывать региональную специфику.

Таким образом, исследуемая предметная область представляет собой совокупность рынков, процессов и факторов, связанных с распространением, адаптацией и потреблением стриминговых услуг в различных национальных контекстах. Выявление системных закономерностей, определяющих популярность сервисов, позволяет компаниям оптимизировать инвестиции в контент и инфраструктуру, повышать эффективность маркетинга, минимизировать риски выхода на новые рынки и, в конечном итоге, укреплять свою конкурентоспособность. Исследование факторов популярности стриминговых сервисов является актуальным междисциплинарным направлением, способствующим развитию цифровых медиа, экономики платформ и теории глобализации культурных индустрий.

1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования (моделирования) — рынок стриминговых сервисов (аудио-, видео-, игровые платформы) в их международном (межстрановом) измерении.

Предмет исследования — выявление и количественная оценка взаимосвязей между комплексом факторов (экономических, технологических, культурных, регуляторных) и уровнем популярности стриминговых сервисов в различных странах.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

Современные стриминговые сервисы функционируют в условиях жёсткой глобальной конкуренции и постоянно растущих ожиданий со стороны пользователей. Аудитория требует персонализированного, разнообразного и технологически бесшовного контента, а компании-провайдеры стремятся максимизировать охват аудитории, оптимизировать инвестиции в контент и инфраструктуру, а также эффективно адаптировать свои услуги под специфику локальных рынков. Однако формирование успешной международной стратегии и прогнозирование популярности сервиса в новой стране остаются сложными задачами вследствие большого количества разнородных и взаимосвязанных факторов, влияющих на потребительское поведение.

Основная проблема заключается в недостаточном системном понимании того, какие именно факторы и в какой степени определяют популярность стриминговых сервисов в разных странах. Существующие исследования часто фокусируются на отдельных аспектах (например, только на экономических или только на технологических предпосылках), не учитывая комплексного взаимодействия переменных. В условиях высокой конкуренции компании, которые не уделяют внимания глубокому анализу детерминант успеха на конкретных национальных рынках,

рискует понести значительные финансовые потери из-за неэффективных инвестиций и неудачных стратегий выхода.

Актуальность исследования обусловлена рядом ключевых факторов:

- **Динамичный рост рынка:** Глобальный рынок стриминга демонстрирует устойчивый рост, при этом конкуренция между глобальными гигантами и локальными игроками постоянно усиливается. Это делает точный анализ факторов успеха критически важным для стратегического планирования и выживания на рынке.

- **Усложнение среды:** Цифровая трансформация, изменения в регуляторных рамках (например, законы о данных и авторском праве), культурное разнообразие и неравномерность технологического развития требуют применения более интеллектуальных, адаптивных и многомерных моделей анализа.

- **Прямое влияние на бизнес-показатели:** Популярность сервиса напрямую определяет ключевые метрики бизнеса — число подписчиков, уровень удержания (retention), средний доход на пользователя (ARPU) и, в конечном итоге, капитализацию компании. Следовательно, даже относительно небольшое улучшение точности прогнозирования и понимания драйверов популярности может принести значительный экономический эффект и конкурентное преимущество.

1.4. Цель работы

Целью работы является решение поставленной проблемы путём выявления и количественной оценки ключевых факторов, определяющих популярность стриминговых сервисов в различных странах.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением ряда взаимосвязанных задач, которые представляют собой последовательные этапы исследования. Конкретная формулировка этих задач определяется выбранным методом решения проблемы, поэтому они будут обоснованно сформулированы в конце данного раздела — после выбора и краткого описания метода исследования.

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);

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)

- 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»).

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];

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/>

- 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].

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-mldotnet-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 392, 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);

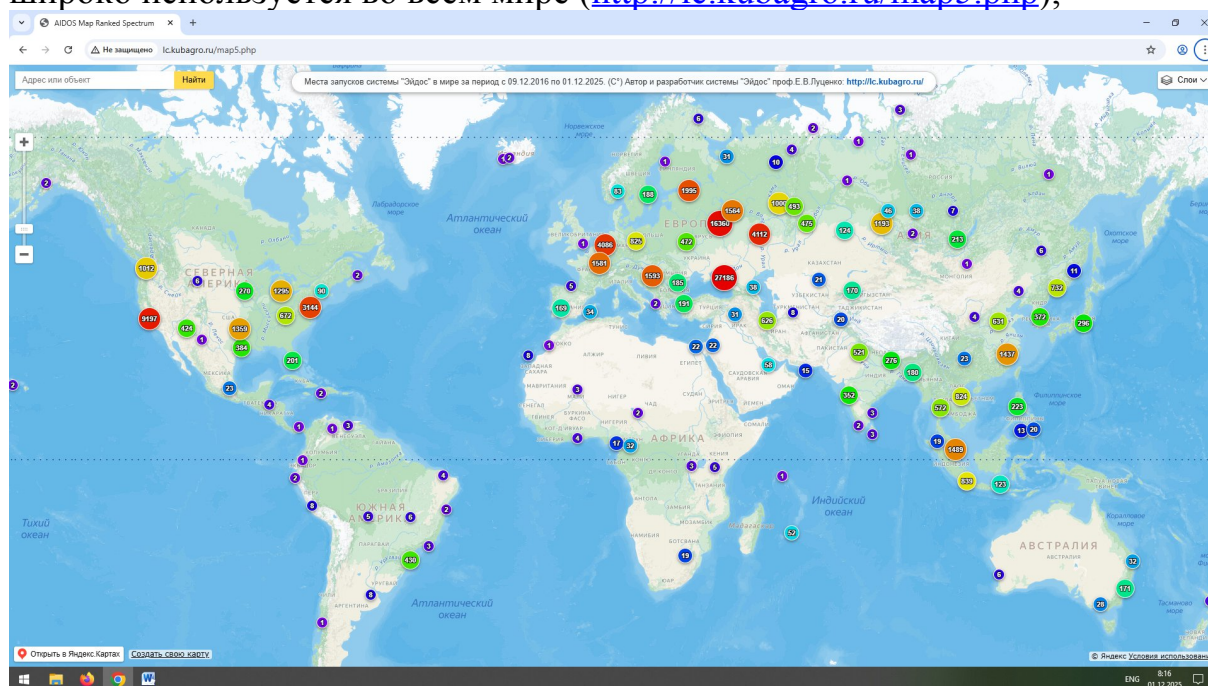
- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/_AidosALL.txt): открытая лицензия: [CC BY-SA 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), и это означает, что ей могут пользоваться все, кто пожелает, без какого-либо дополнительного разрешения со стороны первичного правообладателя – автора и разработчика системы «Эйдос» проф. Е.В.Луценко (отметим, что система «Эйдос» создана полностью с использованием только лицензионного инструментального программного обеспечения и на нее имеется 34 свидетельства РосПатента РФ);

- является «интерпретатором интеллектуальных моделей», т.е. с одной стороны является инструментальной оболочкой, позволяющей без какого-либо программирования создавать интеллектуальные приложения на основе [конфигуратора статистических и системно-когнитивных моделей](#), а с другой стороны является run-time системой или средой исполнения, обеспечивающей эксплуатацию этих интеллектуальных приложений в адаптивном режиме.

- чтобы самостоятельно освоить систему Эйдос достаточно скачать со страницы: <http://lc.kubagro.ru/aidos/index.htm> и установить полную версию

систему, а затем в режиме 1.3 скачать и установить из Эйдос-облака одно из интеллектуальных облачных Эйдос-приложений (http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm) и выполнять его, следуя описанию приложения. Обычно это файл readme.pdf в папке: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data. Для изучения лучше выбирать самые новые приложения, автором которых является проф.Е.В.Луценко. Кроме того на странице: http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf есть более 300 полутора-часовых видео-занятий (на русском языке) и много других учебных материалов и примеров описания интеллектуальных-Эйдос-приложений.

- 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 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, 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 видеограмма 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

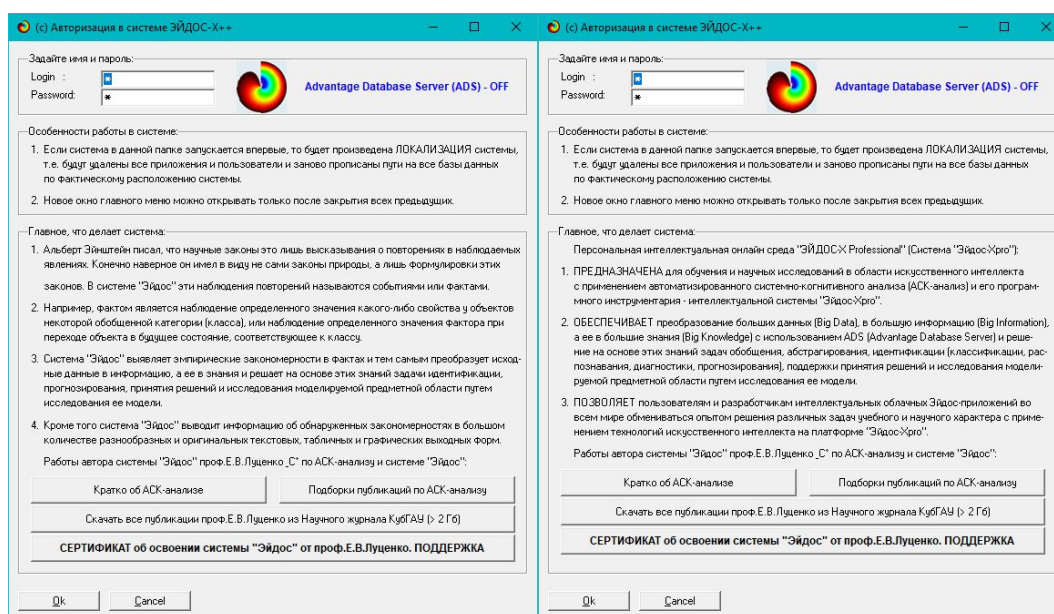
ключей лицензионного программного обеспечения), находящаяся в полном открытом бесплатном доступе (около 180 Мб). Обновление имеет объем около 10 Мб. [Кредо](#). Лаборатория в [ResearchGate](#) по АСК-анализу и системе «Эйдос».

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

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



Рисунок 1. Титульная видеोगрамма 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

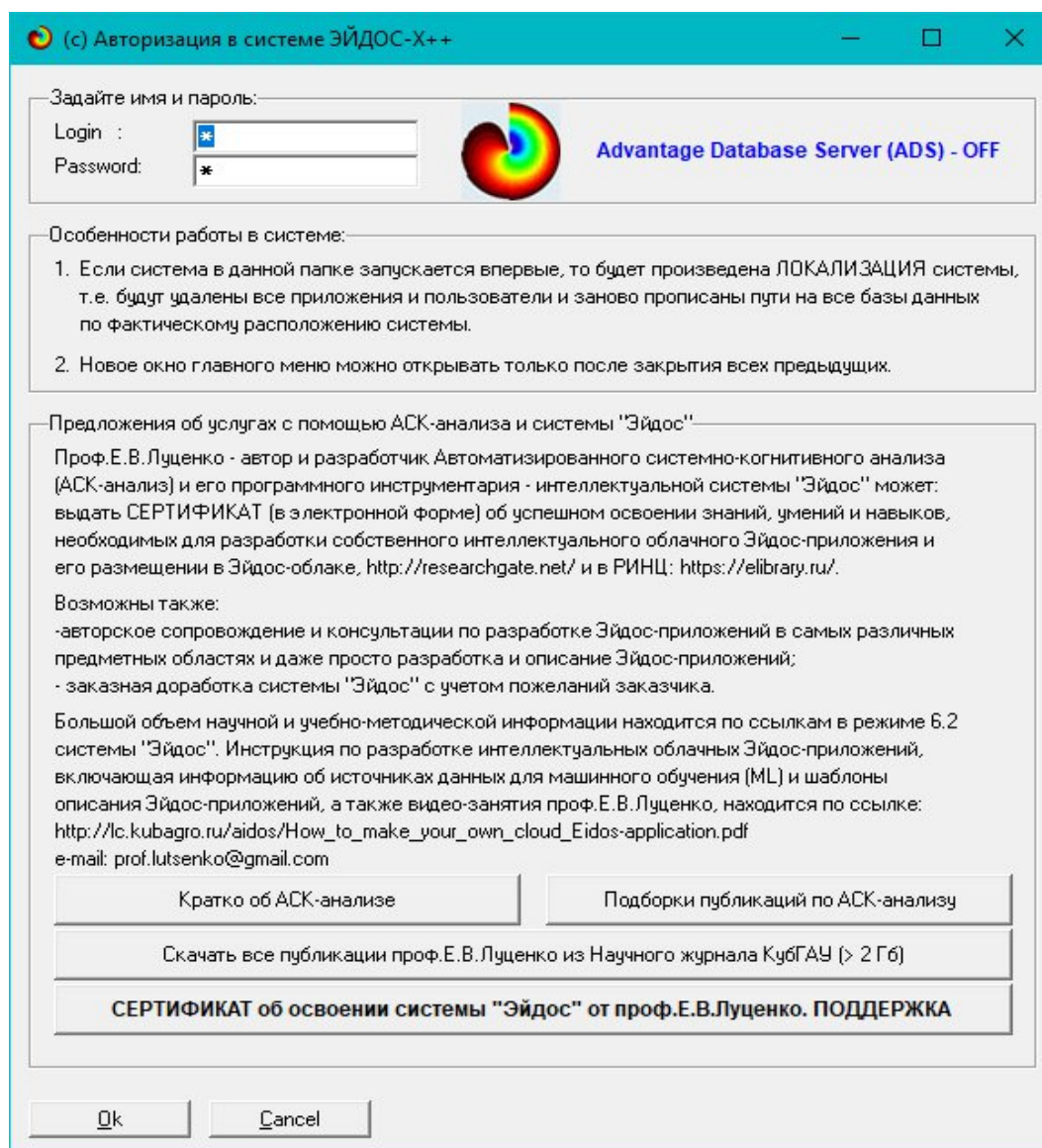


Рисунок 2. Титульные видеогаммы версии системы «Эйдос» на xBase++

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, т.к. она позволяет детально исследовать влияние каждого значения каждого фактора на устойчивость сливы к температурным стрессорам, в т.ч. от обработки деревьев борной кислотой.

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**

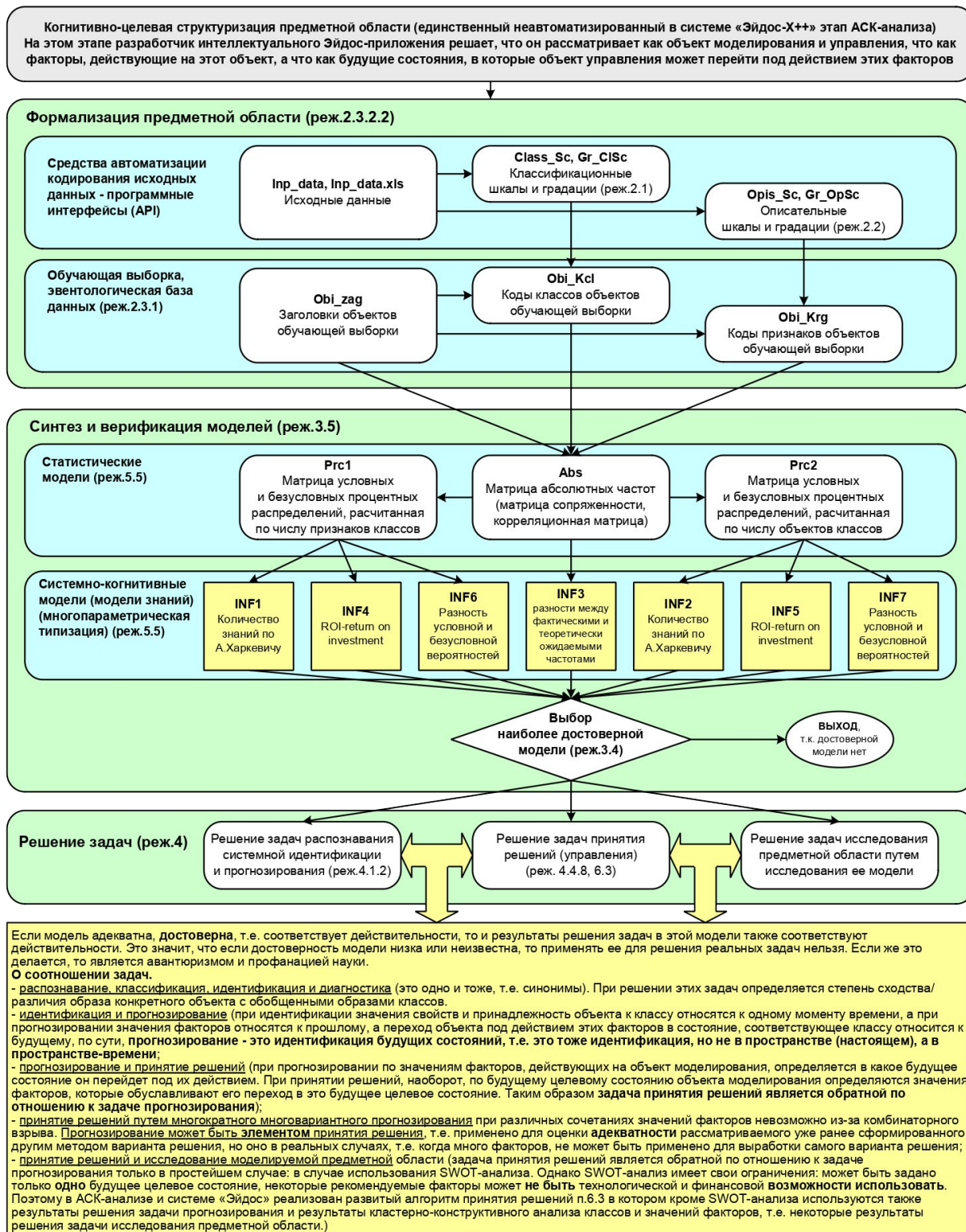


Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос» (этапы АСК-анализа)

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

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

3.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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.

3.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Исходные данные были взяты по ссылке: <https://www.kaggle.com/datasets/akashanandt/streaming-service-data>.

Для того, чтобы привести исходные данные в формат, понятный для системы "Эйдос" использовался Текстовый формат для всех ячеек.

В данной работе в качестве **объекта моделирования** выступает результат экзамена студента, в качестве **факторов**: возраст, пол, направление образования, количество часов учебы, посещаемость занятий, наличие доступа к сети Интернет, продолжительность и качество сна, способ подготовки к экзамену, уровень материально-технической базы и сложность экзамена (таблица 1), а в качестве **результатов** действия этих факторов: итоговый результат экзамена студентов (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

kod_opsc	name_opsc
1	Region
2	Age_group
3	Gender
4	Subscription_category
5	Payment_method
6	Support_category
7	Satisfaction_category
8	Spend_category
9	Activity_category

Источник: \AID_DATA\A0000001\System\Streaming.xlsx

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

kod_clsc	name_clsc
1	Churn_status

Источник: \AID_DATA\A0000027\Rospatent_Site\xlsx_files\Class_Sc.xlsx

Для формирования xlsx-файлов, приведенных в таблицах 1 и 2, необходимо выполнить в системе "Эйдос" режим 5.12.

3.2. Задача-2. Формализация предметной области

3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от 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].

3.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Таблица 3 – Исходные данные по влиянию различных факторов на результат оттока

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Наименование объекта	Статус клиента	Регион	Возрастная группа	Пол	Длительность подписки	Метод оплаты	Обращения в поддержку	Удовлетворенность	Уровень расходов, USD	Активность (дни)
2	CUST000001	Отток клиента	South	56+ лет	Male	Более 3 лет	PayPal	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Неактивен (9-12 мес)
3	CUST000002	Отток клиента	East	56+ лет	Female	1-2 года	Debit Card	1-2 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
4	CUST000003	Активный клиент	East	46-55 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	3-4 обращения	Высокая (7-8)	Высокий (55+)	Умеренно активен (6-9 мес)
5	CUST000004	Отток клиента	West	26-35 лет	Male	Более 3 лет	Debit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
6	CUST000007	Отток клиента	East	36-45 лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
7	CUST000008	Отток клиента	East	56+ лет	Female	До года	Credit Card	Нет обращений	Низкая (1-3)	Низкий (<35)	Умеренно активен (6-9 мес)
8	CUST000009	Отток клиента	South	36-45 лет	Female	До года	PayPal	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Низкий (<35)	Умеренно активен (6-9 мес)
9	CUST000011	Отток клиента	South	26-35 лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
10	CUST000012	Активный клиент	South	26-35 лет	Female	Более 3 лет	Credit Card	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
11	CUST000013	Активный клиент	North	36-45 лет	Male	1-2 года	Debit Card	3-4 обращения	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Умеренно активен (6-9 мес)
12	CUST000014	Отток клиента	South	46-55 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	5+ обращений	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
13	CUST000015	Активный клиент	South	56+ лет	Female	2-3 года	PayPal	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Умеренно активен (6-9 мес)
14	CUST000017	Отток клиента	South	18-25 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
15	CUST000018	Активный клиент	West	36-45 лет	Female	2-3 года	Credit Card	1-2 обращения	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
16	CUST000019	Активный клиент	East	18-25 лет	Male	До года	Credit Card	1-2 обращения	Очень высокая (9-10)	Выше среднего (45-55)	Очень активен (<3 мес)
17	CUST000021	Отток клиента	East	56+ лет	Male	1-2 года	Debit Card	5+ обращений	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
18	CUST000023	Активный клиент	East	46-55 лет	Male	1-2 года	PayPal	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Средний (35-45)	Очень активен (<3 мес)
19	CUST000024	Активный клиент	South	18-25 лет	Male	До года	Debit Card	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Средний (35-45)	Очень активен (<3 мес)
20	CUST000025	Активный клиент	West	36-45 лет	Female	1-2 года	Credit Card	1-2 обращения	Очень высокая (9-10)	Выше среднего (45-55)	Очень активен (<3 мес)
21	CUST000026	Отток клиента	East	46-55 лет	Male	Более 3 лет	Debit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
22	CUST000027	Активный клиент	East	26-35 лет	Male	До года	Debit Card	Нет обращений	Высокая (7-8)	Средний (35-45)	Умеренно активен (6-9 мес)
23	CUST000029	Активный клиент	East	56+ лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	Нет обращений	Высокая (7-8)	Высокий (55+)	Активен (3-6 мес)
24	CUST000030	Отток клиента	North	36-45 лет	Male	2-3 года	PayPal	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
25	CUST000031	Активный клиент	South	56+ лет	Male	1-2 года	Credit Card	3-4 обращения	Очень высокая (9-10)	Выше среднего (45-55)	Умеренно активен (6-9 мес)
26	CUST000032	Отток клиента	West	36-45 лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	5+ обращений	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Умеренно активен (6-9 мес)
27	CUST000034	Отток клиента	North	36-45 лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
28	CUST000035	Активный клиент	South	26-35 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Активен (3-6 мес)
29	CUST000036	Активный клиент	North	26-35 лет	Female	1-2 года	Debit Card	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Очень активен (<3 мес)
30	CUST000038	Отток клиента	North	56+ лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	3-4 обращения	Средняя (4-6)	Высокий (55+)	Неактивен (9-12 мес)
31	CUST000039	Отток клиента	East	56+ лет	Male	2-3 года	PayPal	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
32	CUST000040	Активный клиент	North	56+ лет	Male	Более 3 лет	PayPal	Нет обращений	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Очень активен (<3 мес)
33	CUST000042	Активный клиент	West	46-55 лет	Female	Более 3 лет	Credit Card	Нет обращений	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
34	CUST000043	Отток клиента	West	56+ лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Низкая (1-3)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
35	CUST000044	Отток клиента	North	18-25 лет	Male	Более 3 лет	Debit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
36	CUST000045	Активный клиент	West	36-45 лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Средняя (4-6)	Высокий (55+)	Активен (3-6 мес)
37	CUST000046	Отток клиента	West	26-35 лет	Male	2-3 года	Credit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
38	CUST000047	Отток клиента	East	56+ лет	Male	До года	PayPal	Нет обращений	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
39	CUST000048	Активный клиент	East	26-35 лет	Male	До года	PayPal	3-4 обращения	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Очень активен (<3 мес)
40	CUST000049	Отток клиента	South	18-25 лет	Male	До года	Debit Card	5+ обращений	Средняя (4-6)	Низкий (<35)	Очень активен (<3 мес)

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»

№	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Наименование объекта	Статус клиента	Регион	Возрастная группа	Пол	Длительность подписки	Метод оплаты	Обращения в поддержку	Удовлетворенность	Уровень расходов, USD	Активность (дни)
2	CUST000001	Отток клиента	South	56+ лет	Male	Более 3 лет	PayPal	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Неактивен (9-12 мес)
3	CUST000002	Отток клиента	East	56+ лет	Female	1-2 года	Debit Card	1-2 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
4	CUST000003	Активный клиент	East	46-55 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	3-4 обращения	Высокая (7-8)	Высокий (55+)	Умеренно активен (6-9 мес)
5	CUST000004	Отток клиента	West	26-35 лет	Male	Более 3 лет	Debit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
6	CUST000007	Отток клиента	East	36-45 лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
7	CUST000008	Отток клиента	East	56+ лет	Female	До года	Credit Card	Нет обращений	Низкая (1-3)	Низкий (<35)	Умеренно активен (6-9 мес)
8	CUST000009	Отток клиента	South	36-45 лет	Female	До года	PayPal	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Низкий (<35)	Умеренно активен (6-9 мес)
9	CUST000011	Отток клиента	South	26-35 лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
10	CUST000012	Активный клиент	South	26-35 лет	Female	2-3 года	Credit Card	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
11	CUST000013	Активный клиент	North	36-45 лет	Male	1-2 года	Debit Card	3-4 обращения	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Умеренно активен (6-9 мес)
12	CUST000014	Активный клиент	South	46-55 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	5+ обращений	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Умеренно активен (6-9 мес)
13	CUST000015	Активный клиент	South	56+ лет	Female	2-3 года	PayPal	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Умеренно активен (6-9 мес)
14	CUST000017	Отток клиента	South	18-25 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
15	CUST000018	Активный клиент	West	36-45 лет	Female	2-3 года	Credit Card	1-2 обращения	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
16	CUST000019	Активный клиент	East	18-25 лет	Male	До года	Credit Card	1-2 обращения	Очень высокая (9-10)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
17	CUST000021	Отток клиента	East	56+ лет	Male	1-2 года	Debit Card	5+ обращений	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
18	CUST000023	Активный клиент	East	46-55 лет	Male	1-2 года	PayPal	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Средний (35-45)	Очень активен (<3 мес)
19	CUST000024	Активный клиент	South	18-25 лет	Male	До года	Debit Card	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Средний (35-45)	Очень активен (<3 мес)
20	CUST000025	Активный клиент	West	36-45 лет	Female	1-2 года	Credit Card	1-2 обращения	Очень высокая (9-10)	Выше среднего (45-55)	Очень активен (<3 мес)
21	CUST000026	Отток клиента	East	46-55 лет	Male	Более 3 лет	Debit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
22	CUST000027	Активный клиент	East	26-35 лет	Male	До года	Debit Card	Нет обращений	Высокая (7-8)	Средний (35-45)	Умеренно активен (6-9 мес)
23	CUST000029	Активный клиент	East	56+ лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	Нет обращений	Высокая (7-8)	Высокий (55+)	Активен (3-6 мес)
24	CUST000030	Отток клиента	North	36-45 лет	Male	2-3 года	PayPal	1-2 обращения	Высокая (7-8)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
25	CUST000031	Активный клиент	South	56+ лет	Male	1-2 года	Credit Card	3-4 обращения	Очень высокая (9-10)	Выше среднего (45-55)	Умеренно активен (6-9 мес)
26	CUST000032	Отток клиента	West	36-45 лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	5+ обращений	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Умеренно активен (6-9 мес)
27	CUST000033	Отток клиента	North	36-45 лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
28	CUST000035	Активный клиент	South	26-35 лет	Female	Более 3 лет	PayPal	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Активен (3-6 мес)
29	CUST000036	Активный клиент	North	26-35 лет	Female	1-2 года	Debit Card	Нет обращений	Очень высокая (9-10)	Высокий (55+)	Очень активен (<3 мес)
30	CUST000038	Отток клиента	North	56+ лет	Male	Более 3 лет	Credit Card	3-4 обращения	Средняя (4-6)	Высокий (55+)	Неактивен (9-12 мес)
31	CUST000039	Отток клиента	East	56+ лет	Male	2-3 года	PayPal	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
32	CUST000040	Активный клиент	North	56+ лет	Male	Более 3 лет	PayPal	Нет обращений	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Очень активен (<3 мес)
33	CUST000042	Активный клиент	West	46-55 лет	Female	Более 3 лет	Credit Card	Нет обращений	Средняя (4-6)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
34	CUST000043	Отток клиента	West	56+ лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Низкая (1-3)	Выше среднего (45-55)	Неактивен (9-12 мес)
35	CUST000044	Отток клиента	North	18-25 лет	Male	Более 3 лет	Debit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
36	CUST000045	Активный клиент	West	36-45 лет	Female	Более 3 лет	Debit Card	1-2 обращения	Средняя (4-6)	Высокий (55+)	Активен (3-6 мес)
37	CUST000046	Отток клиента	West	26-35 лет	Male	2-3 года	Credit Card	3-4 обращения	Низкая (1-3)	Средний (35-45)	Активен (3-6 мес)
38	CUST000047	Отток клиента	East	56+ лет	Male	До года	PayPal	Нет обращений	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Неактивен (9-12 мес)
39	CUST000048	Активный клиент	East	26-35 лет	Male	До года	PayPal	3-4 обращения	Средняя (4-6)	Средний (35-45)	Очень активен (<3 мес)
40	CUST000049	Отток клиента	South	18-25 лет	Male	До года	Debit Card	5+ обращений	Средняя (4-6)	Низкий (<35)	Очень активен (<3 мес)

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждая строка содержит информацию об одном клиенте стримингового сервиса: его демографические характеристики, параметры подписки, уровень удовлетворенности и факт оттока (прекращения использования сервиса), всего в выборке 4053 наблюдения.

– каждое **наблюдение** описывается одновременно **двумя** способами: с одной стороны значениями факторов, действующих на объект моделирования (лингвистические и числовые переменные, градации описательных шкал, бесцветный фон в таблице 4), а с другой стороны результатами действия этих факторов, выраженными в текстовых и числовых шкалах в разных единицах измерения (желтый фон). Такая структура описания наблюдений в технологиях искусственного интеллекта называется «**онтологией**» и модели представлений знаний Марвина Мински (1975) называется «**фрейм-экземпляр**»;

– 1-я колонка – не является шкалой и содержит номер наблюдения или другую идентифицирующую информацию о том, откуда взято описание этого наблюдения;

– 2-я колонка – это классификационная шкала – это шкалы **текстового** и **числового** типа описывающие **результаты** действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4), в данном случае это результат экзамена. 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 **количество** и **качество** продукции, **прибыль** и **рентабельность**. В системе «Эйдос» существует не очень жесткое ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

– колонки с 3-й по 11-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. 2-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).

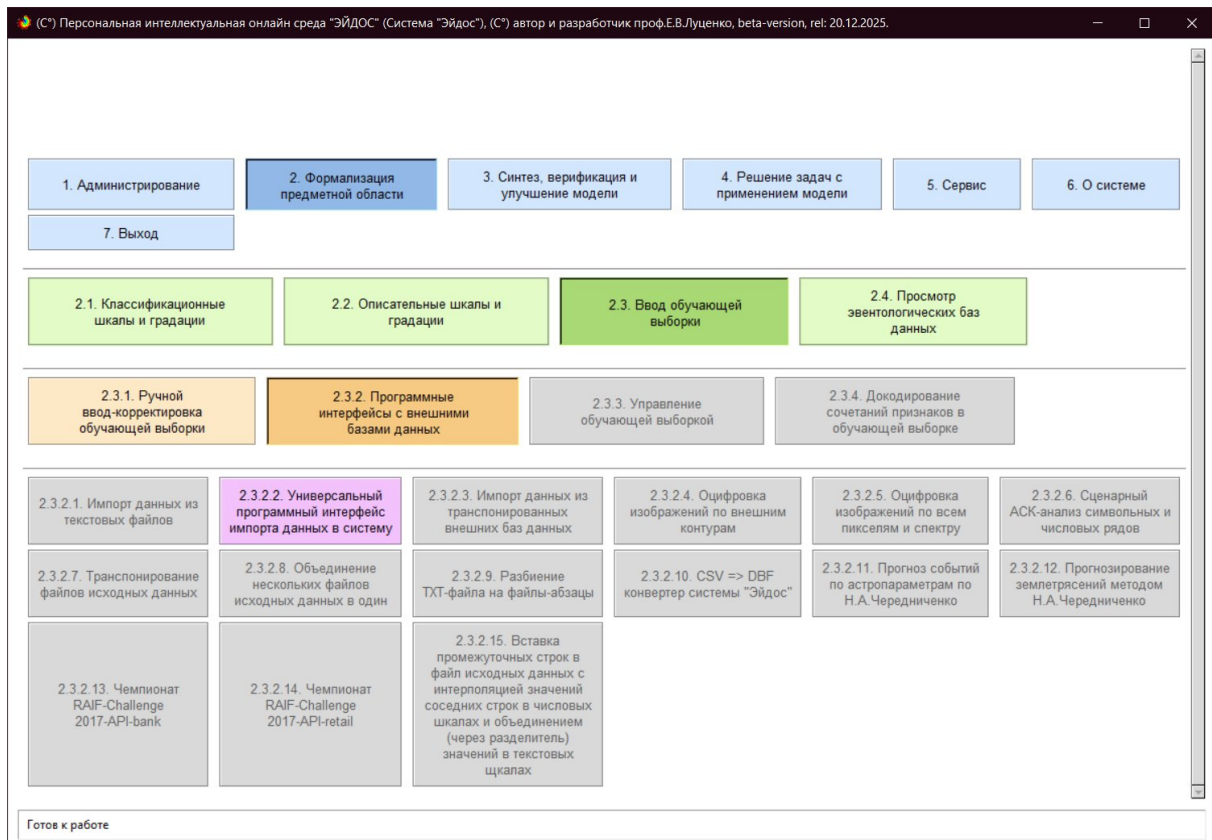


Рисунок 4. Автоматизированные программные интерфейсы (API) новой версии системы «Эйдос», написанной на Python

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 (рисунки 5):

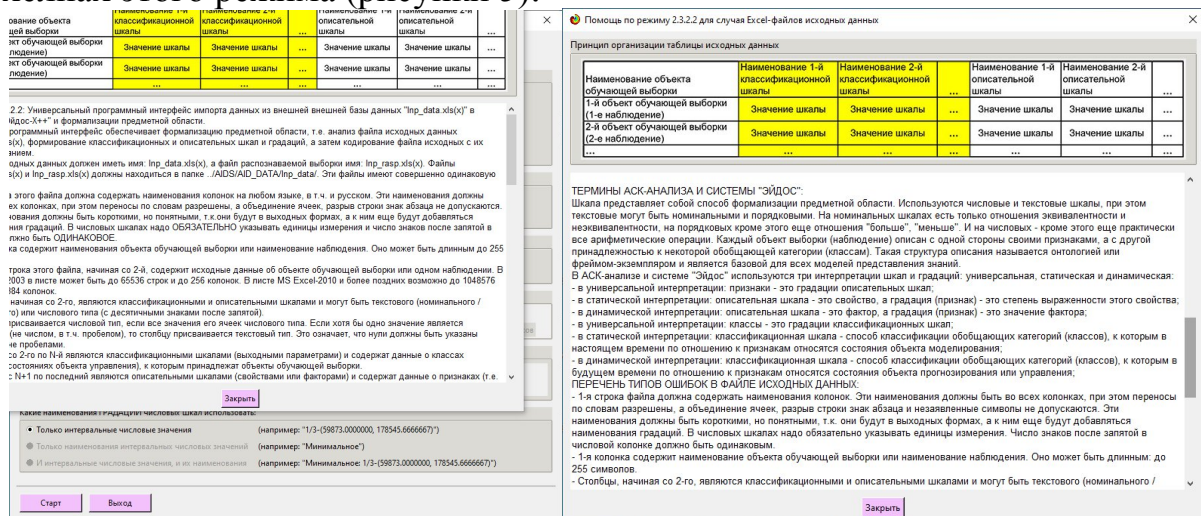


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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

2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных в систему "ЭЙДОС-Х++"

Автоматическая формализация предметной области: генерация классификационных и описательных шкал и градаций, а также обучающей и распознаваемой выборки на основе базы исходных данных: "Inp_data"

Задайте тип файла исходных данных: "Inp_data":

☐ XLS - MS Excel-2003 Стандарт XLS-файла

☒ XLSX - MS Excel-2007(2010) Стандарт XLS-файла

☐ DBF - DBASE IV (DBF/NTX) Стандарт DBF-файла

☐ CSV => DBF конвертер Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

☒ Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных

☐ Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных

☐ Создавать БД средних по классам "Inp_davr.dbf"?

Требования к файлу исходных данных

Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец: 2

Конечный столбец: 2

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец: 3

Конечный столбец: 11

Задайте режим:

☒ Формализации предметной области (на основе "Inp_data")

☐ Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp_rasp")

Задайте способ выбора размера интервалов:

☒ Равные интервалы с разным числом наблюдений

☐ Разные интервалы с равным числом наблюдений

Задание параметров формирования сценариев или способа интерпретации текстовых полей "Inp_data":

☒ Не применять сценарный метод АСК-анализа ☐ Применить сценарный метод АСК-анализа

☐ Применить спец.интерпретацию текстовых полей классов ☐ Применить спец.интерпретацию текстовых полей признаков

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp_data":

Интерпретация TXT-полей классов:
Значения полей текстовых классификационных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

Интерпретация TXT-полей признаков:
Значения полей текстовых описательных шкал файла исходных данных "Inp_data" рассматриваются как целое

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

☒ Только интервальные числовые значения (например: "1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

☐ Только наименования интервальных числовых значений (например: "Минимальное")

☐ И интервальные числовые значения, и их наименования (например: "Минимальное: 1/3-(59873.0000000, 178545.6666667)")

Старт Выход

2.3.2.2. Параметры классификационных и описательных шкал и градаций

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ: (равные интервалы)

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [4 классов x 40 признаков]

Тип	Количество	Суммарное количество	Среднее количество	Количество	Суммарное	Среднее
Числовые	1	4	4.00	4	16	4.00
Текстовые	0	0	0.00	7	24	3.43
ВСЕГО:	1	4	4.00	11	40	3.64

Задайте количество числовых диапазонов (интервалов, градаций) в шкале: В классификационных шкал: 4 В описательных шкал: 4

ПАРАМЕТРЫ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ

ПАРАМЕТРЫ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ С АДАПТИВНЫМИ ГРАНИЦАМИ И ПРИМЕРНО РАВНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ НАБЛЮДЕНИЙ ПО ГРАДАЦИЯМ с коррекцией ошибки округления числа наблюдений по интервалу градации при переходе к следующей градации

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ ШКАЛА: код: [1], наим.: "РЕЗУЛЬТАТ ЭКЗАМЕНА", тип/число градаций в шкале: "равные интервалы"/4

1 Наим.градации: 1/4-[19.5990000, 39.6992500], размер интервала= 20.1002500, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/1420

2 Наим.градации: 2/4-[39.6992500, 59.7995000], размер интервала= 20.1002500, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/3609

3 Наим.градации: 3/4-[59.7995000, 79.8997500], размер интервала= 20.1002500, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/4204

4 Наим.градации: 4/4-[79.8997500, 100.0000000], размер интервала= 20.1002500, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/2195

=====

ОПИСАТЕЛЬНАЯ ШКАЛА: код: [1], наим.: "ВОЗРАСТ", наиб.на шкалу (всего):11428, тип шкалы/число градаций в шкале: "равные интервалы"/4

5 Наим.градации: 1/4-[17.0000000, 18.7500000], размер интервала= 1.7500000, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/2925

6 Наим.градации: 2/4-[18.7500000, 20.5000000], размер интервала= 1.7500000, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/2813

7 Наим.градации: 3/4-[20.5000000, 22.2500000], размер интервала= 1.7500000, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/2867

8 Наим.градации: 4/4-[22.2500000, 24.0000000], размер интервала= 1.7500000, расч./факт.число наблюдений на градацию: 2857/2823

=====

ОПИСАТЕЛЬНАЯ ШКАЛА: код: [2], наим.: "ПОЛ", тип шкалы/число градаций в шкале: "равные интервалы"/2

9 Наим.градации: 1/2-женский, факт.число наблюдений на градации: 5649

10 Наим.градации: 2/2-мужской, факт.число наблюдений на градации: 5779

=====

ОПИСАТЕЛЬНАЯ ШКАЛА: код: [3], наим.: "НАПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ", тип шкалы/число градаций в шкале: "равные интервалы"/6

11 Наим.градации: 1/6-Гуманитарные науки, факт.число наблюдений на градации: 1937

12 Наим.градации: 2/6-Естественные науки, факт.число наблюдений на градации: 1910

13 Наим.градации: 3/6-Менеджмент, факт.число наблюдений на градации: 1860

14 Наим.градации: 4/6-Технические науки, факт.число наблюдений на градации: 1860

15 Наим.градации: 5/6-Искусственные науки, факт.число наблюдений на градации: 1860

16 Наим.градации: 6/6-Другие, факт.число наблюдений на градации: 1860

Пересчитать шкалы и градации Записать TXT Выйти на создание модели

Операция завершена

1/7 - Конвертация и ввод файла исходных данных 100%

2/7 - Создание нового интеллектуального приложения 100%

3/7 - Анализ файла исходных данных 100%

4/7 - Формирование классификационных шкал и градаций 100%

5/7 - Формирование описательных шкал и градаций 100%

6/7 - Кодирование обучающей выборки 100%

7/7 - Формирование базы событий 100%

Общий прогресс

Начало: 19.01.2026 18:49:05 Окончание: 19.01.2026 18:49:35

Прошло: 00:00:29 Осталось: 00:00:00

Сообщения

```
[18:49:09 INFO]: 5. формирование описательных шкал и градаций
[18:49:10 INFO]: Сформировано 9 описательных шкал и 34 градаций.

[18:49:10 INFO]: 6. Кодирование обучающей выборки
[18:49:30 INFO]: Таблицы obi_zag, obi_kol, obi_kpr успешно заполнены для 4053 объектов.

[18:49:30 INFO]: 7. формирование базы событий
[18:49:35 INFO]: База событий eventsko успешно заполнена. Записано 4053 объектов.

[18:49:35 SUCCESS]: Операция успешно завершена.
```

Записать лог в CSV Выход

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

В таблицах 5, 6, 7 приведены классификационные и описательные шкалы и градации, а также обучающая выборка, сформированные API-2.3.2.2 при параметрах, показанных на рисунках 6.

Отметим, что суммарное количество градаций на 2-м рисунке 6 и в таблице 6 может не совпадать, если в некоторых описательных шкалах есть градации «Пробел» или нули, которые в соответствии с параметрами на 1-м рисунке 6 рассматриваются не как значащие, а как *отсутствие данных*.

Градации классификационных и описательных шкал были отредактированы вручную с помощью режимов 2.1 и 2.2 с целью большего соответствия моделируемой области. Так градация классификационной шкалы отражает оценку за экзамен (2, 3, 4 или 5), а границы градаций описательных шкал состоят из целых чисел – часы, проценты посещаемости и возраст, что так же создает более четкие сегменты.

Под несбалансированностью данных понимается неравномерность распределения значений свойств объекта моделирования или действующих на него факторов по диапазону изменения значений числовых шкал и между шкалами, как числовыми, так и текстовыми. Математическая модель АСК-анализа позволяет корректно преодолеть несбалансированность данных путем перехода от абсолютных частот к относительным и к количественным мерам знаний в системно-когнитивных моделях (мы увидим это ниже).

Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (полностью)

kod_grcs	kod_clsc	name_grcs
1	1	1
2	1	1

Источник: \AID_DATA\A0000002\Справочник классификационных шкал и градаций-2026-01-19_19-06-04.xlsx"

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (полностью)

kod_attr	name_attr	kod_opsc
1	[1]-РЕГИОН-[1]-East	1
2	[1]-РЕГИОН-[2]-North	1
3	[1]-РЕГИОН-[3]-South	1
4	[1]-РЕГИОН-[4]-West	1
5	[2]-ВОЗРАСТНАЯ ГРУППА-[5]-18-25 лет	2
6	[2]-ВОЗРАСТНАЯ ГРУППА-[6]-26-35 лет	2
7	[2]-ВОЗРАСТНАЯ ГРУППА-[7]-36-45 лет	2
8	[2]-ВОЗРАСТНАЯ ГРУППА-[8]-46-55 лет	2
9	[2]-ВОЗРАСТНАЯ ГРУППА-[9]-56+ лет	2
10	[3]-ПОЛ-[10]-Female	3
11	[3]-ПОЛ-[11]-Male	3
12	[4]-ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОДПИСКИ-[12]-1-2 года	4

13	[4]-ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОДПИСКИ-[13]-2-3 года	4
14	[4]-ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОДПИСКИ-[14]-Более 3 лет	4
15	[4]-ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ПОДПИСКИ-[15]-До года	4
16	[5]-МЕТОД ОПЛАТЫ-[16]-Credit Card	5
17	[5]-МЕТОД ОПЛАТЫ-[17]-Debit Card	5
18	[5]-МЕТОД ОПЛАТЫ-[18]-PayPal	5
19	[6]-ОБРАЩЕНИЯ В ПОДДЕРЖКУ-[19]-1-2 обращения	6
20	[6]-ОБРАЩЕНИЯ В ПОДДЕРЖКУ-[20]-3-4 обращения	6
21	[6]-ОБРАЩЕНИЯ В ПОДДЕРЖКУ-[21]-5+ обращений	6
22	[6]-ОБРАЩЕНИЯ В ПОДДЕРЖКУ-[22]-Нет обращений	6
23	[7]-УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ-[23]-Высокая (7-8)	7
24	[7]-УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ-[24]-Низкая (1-3)	7
25	[7]-УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ-[25]-Очень высокая (9-10)	7
26	[7]-УДОВЛЕТВОРЕННОСТЬ-[26]-Средняя (4-6)	7
27	[8]-УРОВЕНЬ РАСХОДОВ, USD-[27]-Высокий (55+)	8
28	[8]-УРОВЕНЬ РАСХОДОВ, USD-[28]-Выше среднего (45-55)	8
29	[8]-УРОВЕНЬ РАСХОДОВ, USD-[29]-Низкий (<35)	8
30	[8]-УРОВЕНЬ РАСХОДОВ, USD-[30]-Средний (35-45)	8
31	[9]-АКТИВНОСТЬ (ДНИ)-[31]-Активен (3-6 мес)	9
32	[9]-АКТИВНОСТЬ (ДНИ)-[32]-Неактивен (9-12 мес)	9
33	[9]-АКТИВНОСТЬ (ДНИ)-[33]-Очень активен (<3 мес)	9
34	[9]-АКТИВНОСТЬ (ДНИ)-[34]-Умеренно активен (6-9 мес)	9

Источник: \AID_DATA\A0000002\Справочник описательных шкал и градаций-2026-01-19_19-07-47.xlsx

Таблица 7 – Обучающая выборка (фрагмент)

name_obj	[1]- Статус клиента	[1]- Регион	[2]- Возрастная группа	[3]- Пол	[4]- Длительность подписки	[5]- Метод оплаты	[6]- Обращения в поддержку	[7]- Удовле
CUST000001	2	3	9	11	14	18	22	
CUST000002	2	1	9	10	12	17	19	
CUST000003	1	1	8	10	14	18	20	
CUST000004	2	4	6	11	14	17	20	
CUST000007	2	1	7	10	14	17	19	
CUST000008	2	1	9	10	15	16	22	
CUST000009	2	3	7	10	15	18	20	
CUST000011	2	3	6	10	14	17	19	
CUST000012	1	3	6	10	13	16	19	
CUST000013	1	2	7	11	12	17	20	
CUST000014	2	3	8	10	14	18	21	
CUST000015	1	3	9	10	13	18	22	
CUST000017	2	3	5	10	14	18	19	
CUST000018	1	4	7	10	13	16	19	
CUST000019	1	1	5	11	15	16	19	
CUST000021	2	1	9	11	12	17	21	
CUST000023	1	1	8	11	12	18	19	
CUST000024	1	3	5	11	15	17	19	
CUST000025	1	4	7	10	12	16	19	

CUST000026	2	1	8	11	14	17	20
CUST000027	1	1	6	11	15	17	22
CUST000029	1	1	9	11	14	16	22
CUST000030	2	2	7	11	13	18	19
CUST000031	1	3	9	11	12	16	20
CUST000032	2	4	7	11	14	16	21
CUST000034	2	2	7	11	14	16	20
CUST000035	1	3	6	10	14	18	22
CUST000036	1	2	6	10	12	17	22
CUST000038	2	2	9	11	14	16	20

Источник: \AID_DATA\A000002\эвентологические бд.xlsx

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

3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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 8):

Таблица 8 – 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}	$N_{iS} = \mathring{a} \sum_{j=1}^W N_{ij}$
	...						
	M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество признаков по классу				$N_{Sj} = \mathring{a} \sum_{i=1}^M N_{ij}$			$N_{SS} = \mathring{a} \sum_{i=1}^M \mathring{a} \sum_{j=1}^W N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				N_{Sj}			$N_{SS} = \mathring{a} \sum_{j=1}^W N_{Sj}$

На основе таблицы 8 рассчитываются матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 9).

Таблица 9 – 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}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{Sj}}$		P_{iW}	$P_{iS} = \frac{N_{iS}}{N_{SS}}$
	...						
	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса				P_{Sj}			

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_{Sj} используется суммарное количество признаков по классу;

2-й способ: в качестве N_{Sj} 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 8) было бы очень неразумно (за исключением меры взаимосвязи хи-квадрат) и переход от абсолютных частот к условным и безусловным относительным частотам (частостям) (таблица 9) является весьма обоснованным и логичным.

Этот переход полностью снимает проблему **несбалансированности** данных, т.к. в последующем анализе используется не матрица абсолютных частот (таблица 8), а матрицы условных и безусловных процентных распределений (таблица 9), 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 8 и 9 с использованием частных критериев, знаний приведенных таблице 10, рассчитываются матрицы 7 системно-когнитивных моделей (таблица 11).

В таблице 10 приведены формулы:

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

И это *сравнение* в таблицах 8 и 9 осуществляется двумя возможными способами: путем *вычитания* и путем *деления*.

Таблица 10– 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; $N_i = \overset{w}{a} N_{ij}; N_j = \overset{M}{a} N_{ij}; N = \overset{w}{a} \overset{M}{a} N_{ij};$ $\bar{N}_{ij} = \frac{N_i N_j}{N}$ - 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	---	
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	$I_{ij} = Y' \cdot \log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = Y' \cdot \log_2 \frac{N_{ij}}{\bar{N}_{ij}} = Y' \cdot \log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
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.		
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		
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		

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 11 – Матрица системно-когнитивной модели

		Классы					Значимость фактора
		1	...	j	...	W	
Значения факторов	1	I_{11}		I_{1j}		I_{1W}	$s_{1S} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W \left(I_{1j} - \bar{I}_1 \right)^2}$
	...						
	i	I_{i1}		I_{ij}		I_{iW}	$s_{iS} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W \left(I_{ij} - \bar{I}_i \right)^2}$
	...						
	M	I_{M1}		I_{Mj}		I_{MW}	$s_{MS} = \sqrt{\frac{1}{W-1} \sum_{j=1}^W \left(I_{Mj} - \bar{I}_M \right)^2}$
Степень редукции класса		S_{S1}		S_{Sj}		S_{SW}	$H = \sqrt{\frac{1}{(W \times M - 1)} \sum_{j=1}^W \sum_{i=1}^M \left(I_{ij} - \bar{I} \right)^2}$

Количество частных критериев знаний и основанных на них системно-когнитивных моделей (таблица 10), 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 12).

Таблица 12– 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^2 -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 конфигулятора, 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 11 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 10), 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 13).

Таблица 13 – 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	$s_{is} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1} \dot{a}^W (I_{ij} - \bar{I}_i)^2}$
2	1. Степень детерминированности класса. 2. Степень обусловленности класса.	Корень из информационной мощности класса	$s_{sj} = \sqrt[2]{\frac{1}{M-1} \dot{a}^M (I_{ij} - \bar{I}_j)^2}$
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	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \times M - 1)} \dot{a}^W \dot{a}^M (I_{ij} - \bar{I})^2}$

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 13):

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».

3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В системе «Эйдос» синтез моделей производится в режиме 3.5 (рисунок 7):

3.5. Синтез и верификация моделей

— Задайте базовые модели для синтеза и верификации —

Базовые статистические модели:

☒ 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: 0.0000000 [Помощь](#)

☒ 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

Базовые 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

— Какие модели создавать? —

☒ Создавать только базовые модели

☐ Создавать модели 2-го уровня

☐ Создавать модели 3-го уровня

[Помощь](#)

Базовые модели - это модели: Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7 полученные расчетным путем по формулам, приведенным в хелпе режима 5.5 на основе модели Abs.

Модель Abs называется матрицей абсолютных частот и содержит абсолютное количество встреч сочетаний "признак x класс", посчитанное по всей выборке.

Модель Abs еще называют "матрицей сопряженности" или "корреляционной матрицей". Формы по достоверности моделей формируются в режиме 3.4.

— 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 0

☐ Копировать N случайных объектов 0

☐ Копировать объекты от N1 до N2 (fastest) 0 до 0

☐ Вообще не менять распознаваемую выборку

Удалять скопированные объекты:

☒ Не удалять

☐ Удалять

[Пояснение по алгоритму верификации](#)

[Подробнее](#)

— Выполнить: —

☒ Синтез и верификацию

☐ Только верификацию

☐ Только синтез

— 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 14194 байт, т.е.: 0.0006610 % от MAX-возможного, (от 2Гб)

☐ УЧИТЫВАТЬ только наиболее достоверные результаты распознавания с МОДУЛЕМ инт. крит. "Резонанс знаний" выше 0.0000000 %

[Помощь по синтезу моделей](#) [Помощь по верификации моделей](#)

[Старт](#) [Cancel](#)

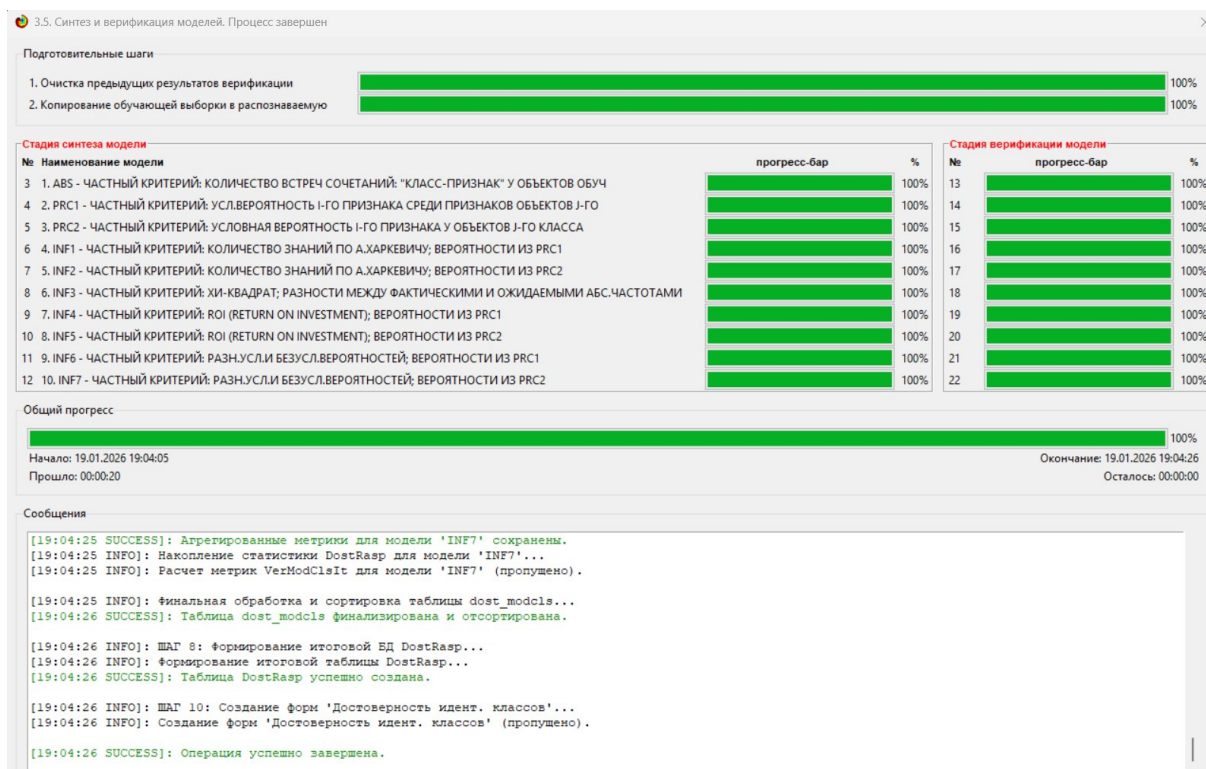


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

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

5.5. Просмотр основных баз данных всех моделей

Задайте модель для просмотра: **Abs** Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 Количество знаков после запятой: 3 (макс: 17)

Модель: "Abs"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Статус клиента - Активный клиент	2 - Статус клиента - Отток клиента	Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Регион - East	554.000	422.000	976.000	488.000	93.338	66.000
2	Регион - North	539.000	458.000	997.000	498.500	57.276	40.500
3	Регион - South	551.000	460.000	1011.000	505.500	64.347	45.500
4	Регион - West	591.000	478.000	1069.000	534.500	79.903	56.500
5	Возрастная группа - 18-25 лет	349.000	270.000	619.000	309.500	55.861	39.500
6	Возрастная группа - 26-35 лет	437.000	328.000	765.000	382.500	77.075	54.500
7	Возрастная группа - 36-45 лет	430.000	370.000	800.000	400.000	42.426	30.000
8	Возрастная группа - 46-55 лет	421.000	375.000	796.000	398.000	32.527	23.000
9	Возрастная группа - 56+ лет	598.000	475.000	1073.000	536.500	86.974	61.500
10	Пол - Female	1135.000	911.000	2046.000	1023.000	158.392	112.000
11	Пол - Male	1100.000	907.000	2007.000	1003.500	136.472	96.500
12	Длительность подписки - 1-2 года	485.000	368.000	853.000	426.500	82.731	58.500
13	Длительность подписки - 2-3 года	431.000	390.000	821.000	410.500	28.991	20.500
14	Длительность подписки - Более 3 лет	852.000	684.000	1536.000	768.000	118.794	84.000
15	Длительность подписки - До года	467.000	376.000	843.000	421.500	64.347	45.500
16	Метод оплаты - Credit Card	732.000	591.000	1323.000	661.500	99.702	70.500
17	Метод оплаты - Debit Card	762.000	611.000	1373.000	686.500	106.773	75.500

Экспорт в CSV Экспорт всех моделей в MS Excel Выход

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

5.5. Просмотр основных баз данных всех моделей

Задайте модель для просмотра: **Abs** **Prc1** **Prc2** Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 Количество знаков после запятой: 3 (макс: 17) **МОЩ**

Модель: "Prc2"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Статус клиента - Активный клиент	2 - Статус клиента - Отток клиента	Безусловная вероятность	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Регион - East	24.787	23.212	24.081	24.000	1.114	0.788
2	Регион - North	24.116	25.193	24.599	24.654	0.761	0.538
3	Регион - South	24.653	25.303	24.944	24.978	0.459	0.325
4	Регион - West	26.443	26.293	26.376	26.368	0.106	0.075
5	Возрастная группа - 18-25 лет	15.615	14.851	15.273	15.233	0.540	0.382
6	Возрастная группа - 26-35 лет	19.553	18.042	18.875	18.797	1.068	0.755
7	Возрастная группа - 36-45 лет	19.239	20.352	19.738	19.796	0.787	0.556
8	Возрастная группа - 46-55 лет	18.837	20.627	19.640	19.732	1.266	0.895
9	Возрастная группа - 56+ лет	26.756	26.128	26.474	26.442	0.444	0.314
10	Пол - Female	50.783	50.110	50.481	50.447	0.476	0.336
11	Пол - Male	49.217	49.890	49.519	49.553	0.476	0.336
12	Длительность подписки - 1-2 года	21.700	20.242	21.046	20.971	1.031	0.729
13	Длительность подписки - 2-3 года	19.284	21.452	20.257	20.368	1.533	1.084
14	Длительность подписки - Более 3 лет	38.121	37.624	37.898	37.872	0.351	0.249
15	Длительность подписки - До года	20.895	20.682	20.799	20.788	0.150	0.106
16	Метод оплаты - Credit Card	32.752	32.508	32.642	32.630	0.172	0.122
17	Метод оплаты - Debit Card	34.094	33.608	33.876	33.851	0.343	0.243

Экспорт в CSV Экспорт всех моделей в MS Excel Выход

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

5.5. Просмотр основных баз данных всех моделей

Задайте модель для просмотра: Abs Prc1 Prc2 **Inf1** Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 Количество знаков после запятой: 3 (макс: 17) **МОД**

Модель: "Inf1"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Статус клиента - Активный клиент	2 - Статус клиента - Отток клиента	Сумма	Среднее	Средн. квадрат. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Регион - East	0.003	-0.003	-0.001	-0.000	0.004	0.003
2	Регион - North	-0.002	0.002	0.000	0.000	0.003	0.002
3	Регион - South	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.002	0.001
4	Регион - West	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.000	0.000
5	Возрастная группа - 18-25 лет	0.002	-0.003	-0.001	-0.000	0.003	0.002
6	Возрастная группа - 26-35 лет	0.003	-0.004	-0.001	-0.000	0.005	0.004
7	Возрастная группа - 36-45 лет	-0.002	0.003	0.000	0.000	0.004	0.003
8	Возрастная группа - 46-55 лет	-0.004	0.005	0.001	0.000	0.006	0.004
9	Возрастная группа - 56+ лет	0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.002	0.001
10	Пол - Female	0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.001	0.001
11	Пол - Male	-0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.001
12	Длительность подписки - 1-2 года	0.003	-0.004	-0.001	-0.000	0.005	0.003
13	Длительность подписки - 2-3 года	-0.005	0.005	0.001	0.000	0.007	0.005
14	Длительность подписки - Более 3 лет	0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.001	0.001
15	Длительность подписки - До года	0.000	-0.001	-0.000	-0.000	0.001	0.000
16	Метод оплаты - Credit Card	0.000	-0.000	-0.000	-0.000	0.001	0.000
17	Метод оплаты - Debit Card	0.001	-0.001	-0.000	-0.000	0.001	0.001

Экспорт в CSV Экспорт всех моделей в MS Excel **Выход**

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

5.5. Просмотр основных баз данных всех моделей

Задайте модель для просмотра: Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 **Inf3** Inf4 Inf5 Inf6 Inf7 Количество знаков после запятой: 3 (макс: 17) **МОД**

Модель: "Inf3"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Статус клиента - Активный клиент	2 - Статус клиента - Отток клиента	Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Регион - East	15.789	-15.789			22.328	15.789
2	Регион - North	-10.792	10.792	0.000	0.000	15.262	10.792
3	Регион - South	-6.512	6.512	0.000	0.000	9.210	6.512
4	Регион - West	1.504	-1.504			2.127	1.504
5	Возрастная группа - 18-25 лет	7.655	-7.655			10.826	7.655
6	Возрастная группа - 26-35 лет	15.144	-15.144			21.416	15.144
7	Возрастная группа - 36-45 лет	-11.157	11.157			15.778	11.157
8	Возрастная группа - 46-55 лет	-17.951	17.951			25.387	17.951
9	Возрастная группа - 56+ лет	6.298	-6.298			8.907	6.298
10	Пол - Female	6.741	-6.741			9.533	6.741
11	Пол - Male	-6.753	6.753			9.549	6.753
12	Длительность подписки - 1-2 года	14.616	-14.616			20.671	14.616
13	Длительность подписки - 2-3 года	-21.737	21.737			30.741	21.737
14	Длительность подписки - Более 3 лет	4.979	-4.979			7.041	4.979
15	Длительность подписки - До года	2.131	-2.131			3.013	2.131
16	Метод оплаты - Credit Card	2.437	-2.437			3.446	2.437
17	Метод оплаты - Debit Card	4.864	-4.864			6.879	4.864

Экспорт в CSV Экспорт всех моделей в MS Excel Выход

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.

3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF1 и INF2 с интегральным критерием: «Сумма знаний»: **L1=0.686** при максимуме 1 (рисунок 12). У модели INF1 больший процент верных идентификаций, *эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.*

3.4. Обобщенная форма по доств.моделям при разн.инт.крит. [Приложение: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов]

№	Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	S- Точность модели	S- Полнота модели	L1- мера проф. Е.В.Луценко	Средний модуль уровней сходства истинно-положит. решений (ATP)	Средний модуль уровней сходства истинно-отрицат. решений (ATN)	Средний модуль уровней сходства ложн. полож. решен (AFF)
1	ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки	корреляция абс частот с обр.объекта	0.754	0.991	0.857	0.450	0.133	0.20
2	ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки	сумма абс.частот по признакам объекта	0.547	1.000	0.707	0.771	0.000	0.63
3	PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса	корреляция усл.отн.частот с обр.объекта	0.754	0.991	0.857	0.450	0.133	0.20
4	PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса	сумма усл.отн.частот по признакам объекта	0.542	1.000	0.703	0.789	0.000	0.66
5	PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса	корреляция усл.отн.частот с обр.объекта	0.754	0.991	0.857	0.450	0.133	0.20
6	PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса	сумма усл.отн.частот по признакам объекта	0.542	1.000	0.703	0.789	0.000	0.66
7	INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	0.938	0.953	0.945	0.311	0.294	0.09
8	INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1	сумма знаний	0.952	0.908	0.929	0.273	0.377	0.14
9	INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	0.938	0.953	0.945	0.311	0.294	0.09
10	INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2	сумма знаний	0.952	0.908	0.929	0.273	0.378	0.14
11	INF3 - частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс частотами	семантический резонанс знаний	0.957	0.957	0.957	0.398	0.398	0.12
12	INF3 - частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс частотами	сумма знаний	0.957	0.957	0.957	0.398	0.398	0.12
13	INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	0.958	0.947	0.953	0.275	0.293	0.11
14	INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятности из PRC1	сумма знаний	0.939	0.972	0.955	0.250	0.195	0.06
15	INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	0.958	0.947	0.953	0.275	0.293	0.11
16	INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), вероятности из PRC2	сумма знаний	0.939	0.972	0.955	0.250	0.195	0.06
17	INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	0.956	0.951	0.953	0.385	0.327	0.19
18	INF6 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вероятности из PRC1	сумма знаний	0.934	0.954	0.944	0.359	0.257	0.12
19	INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	0.956	0.951	0.953	0.385	0.327	0.19
20	INF7 - частный критерий: разн. усл. и безуслов. вероятностей, вероятности из PRC2	сумма знаний	0.934	0.954	0.944	0.359	0.257	0.12

Помощь по мерам Помощь по распред. TP,TN,FP,FN (T-F)/(T+F)*100

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 INF1.

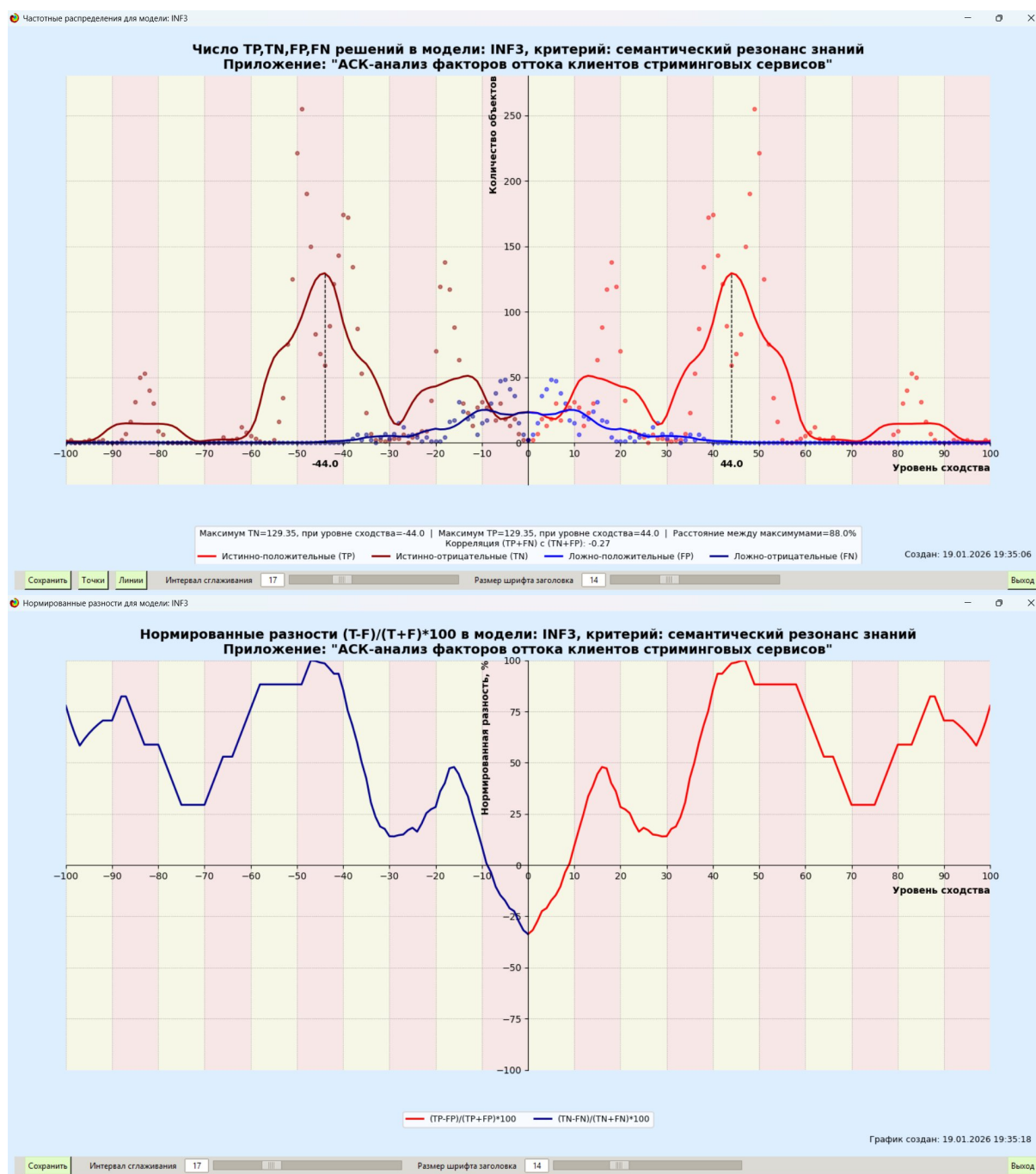


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF1 [9]

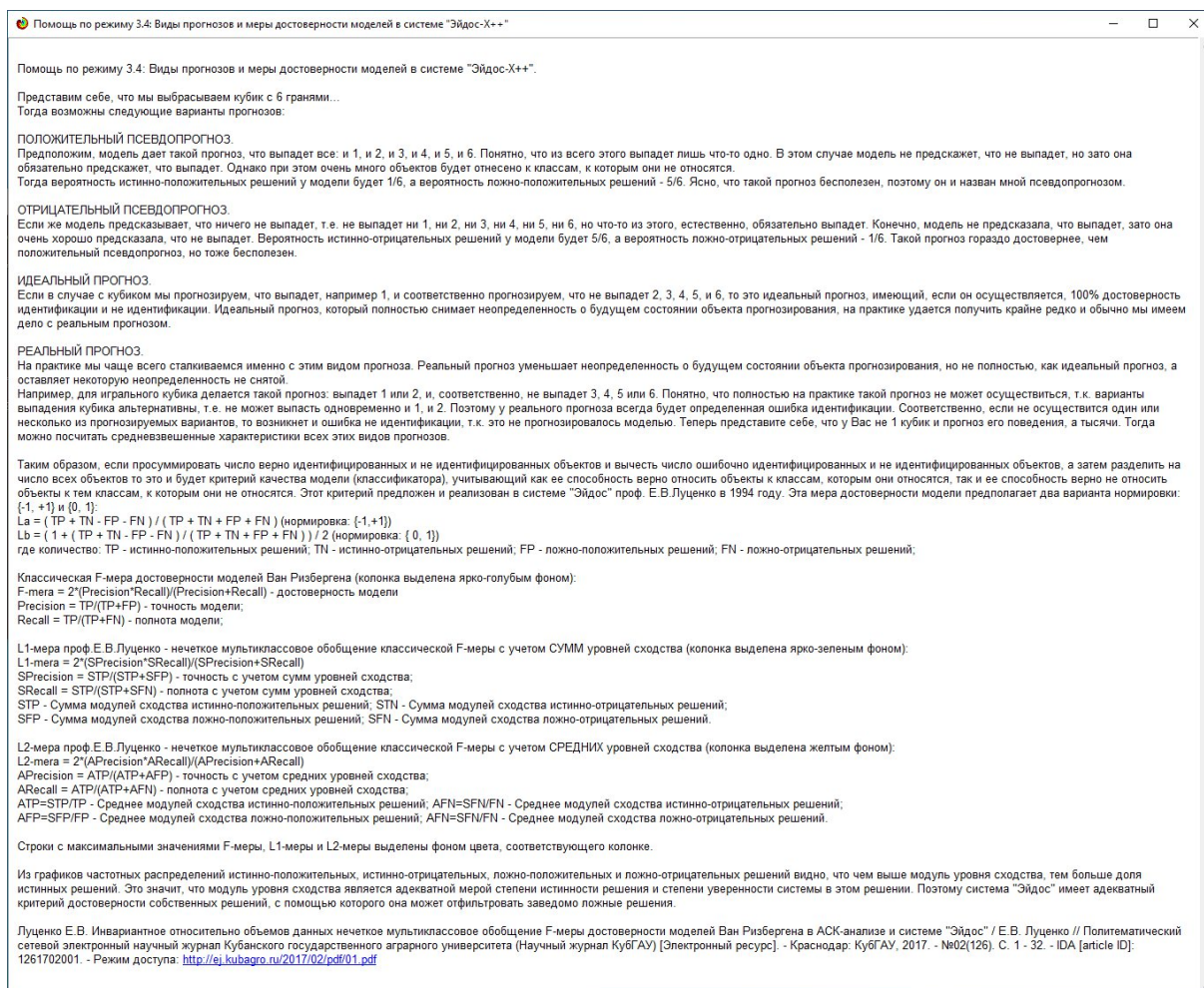
Из этих частотных распределений видно, что в наиболее достоверной по критерию достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко СК-модели INF1:

— отрицательные ложные решения в данной задаче вообще не встречаются, а в общем случае такие решения практически не встречаются за исключением очень небольшого количества случаев с очень низкими уровнями различия;

– при уровнях сходства меньше 30% в данной задаче преобладают ложные положительные решения, а при более высоких уровнях сходства – истинные положительные решения. В общем случае при уровнях сходства выше 60% ложных положительных решений практически вообще нет;

– чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Поэтому уровень сходства является адекватной внутренней мерой системы «Эйдос», так сказать адекватной мерой самооценки или аудита степени достоверности решений и уровня риска ошибочного решения.

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.



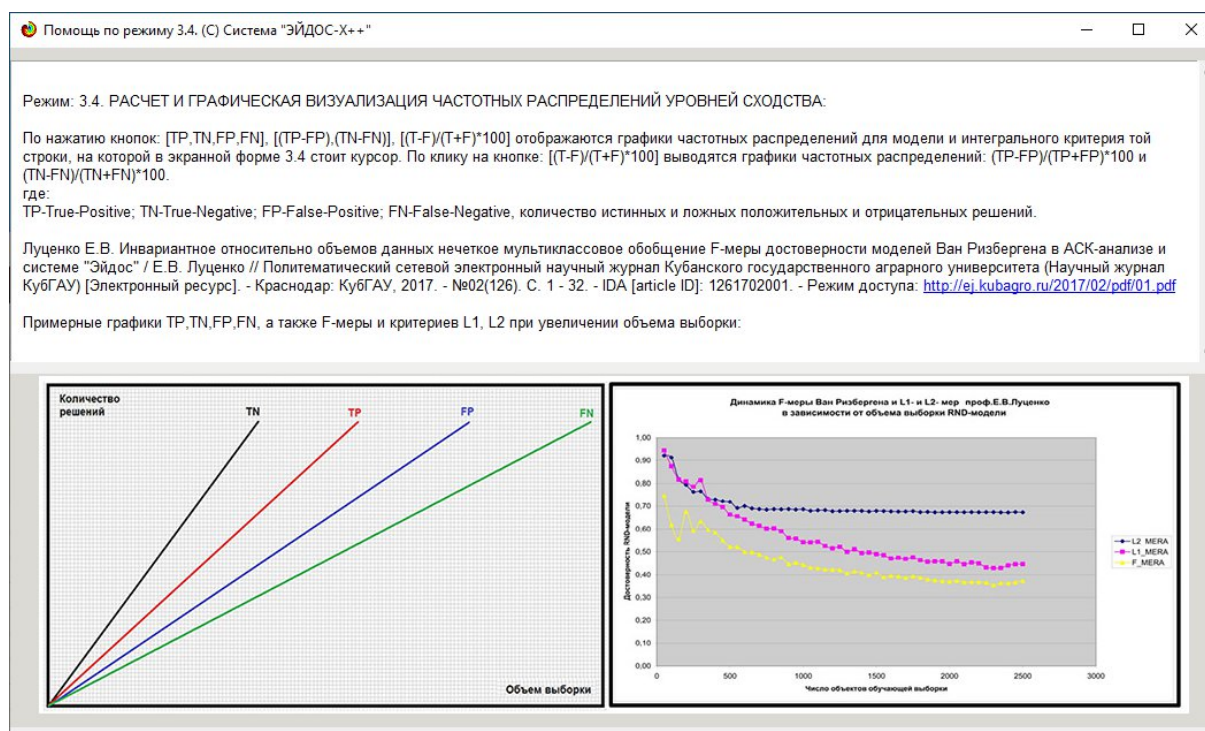


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

3.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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.

3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Технически сам выбор наиболее достоверной модели и задание ее текущей осуществляется в режиме 4.1.2 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.

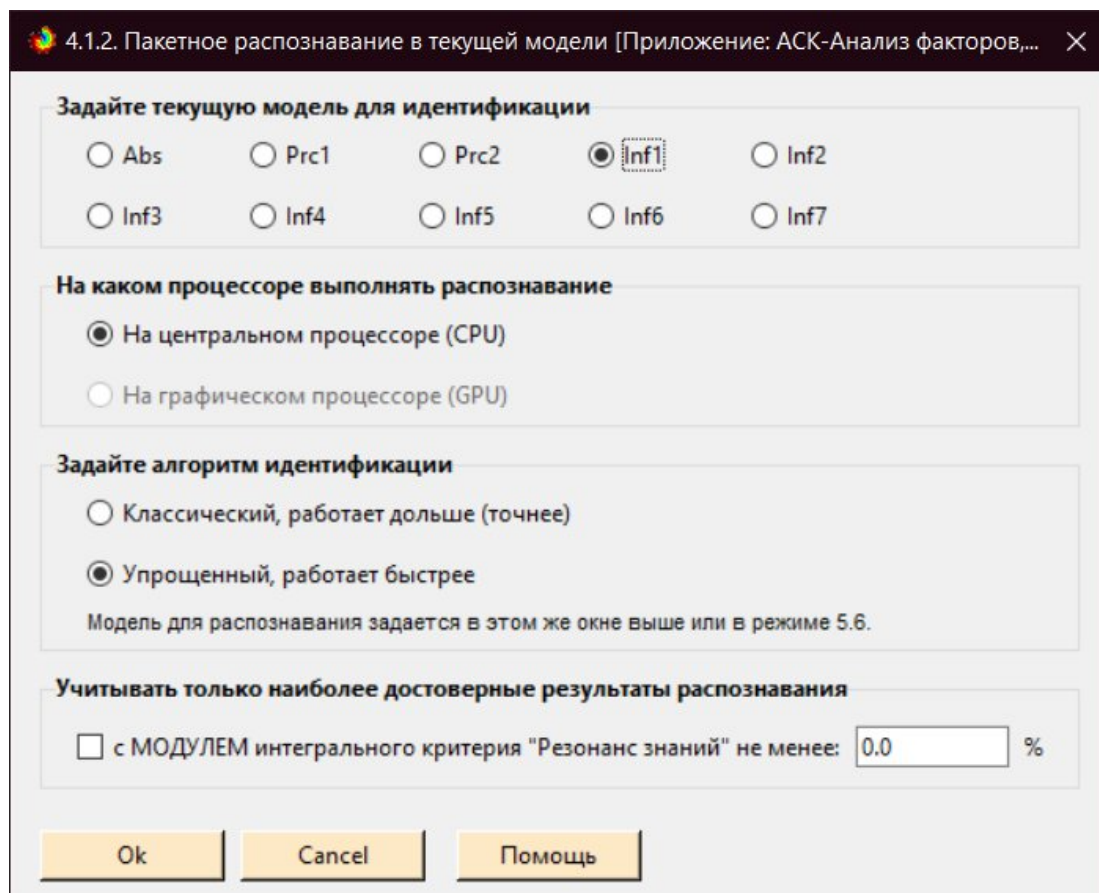


Рисунок 15. Задание СК-модели INF1 в качестве текущей

3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

3.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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.

3.6.1.1. 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:

$$I_j = (I_{ij}, L_i).$$

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);

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

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

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

В текущей версии системы «Эйдос-X++» значения координат вектора состояния распознаваемого объекта принимались равными либо 0, если

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

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).

3.6.1.2. 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:

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

где:

M – количество градаций описательных шкал (признаков); \bar{I}_j

– средняя информативность по вектору класса; \bar{L} – среднее по вектору объекта;

s_j – среднеквадратичное отклонение частных критериев знаний вектора класса; s_l – среднеквадратичное отклонение по вектору распознаваемого объекта.

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

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

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:

$I_{ij} \otimes \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{s_j}, L_i \otimes \frac{L_i - \bar{L}}{s_l}$. Поэтому по своей сути он также является скалярным

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

3.6.1.3. 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].

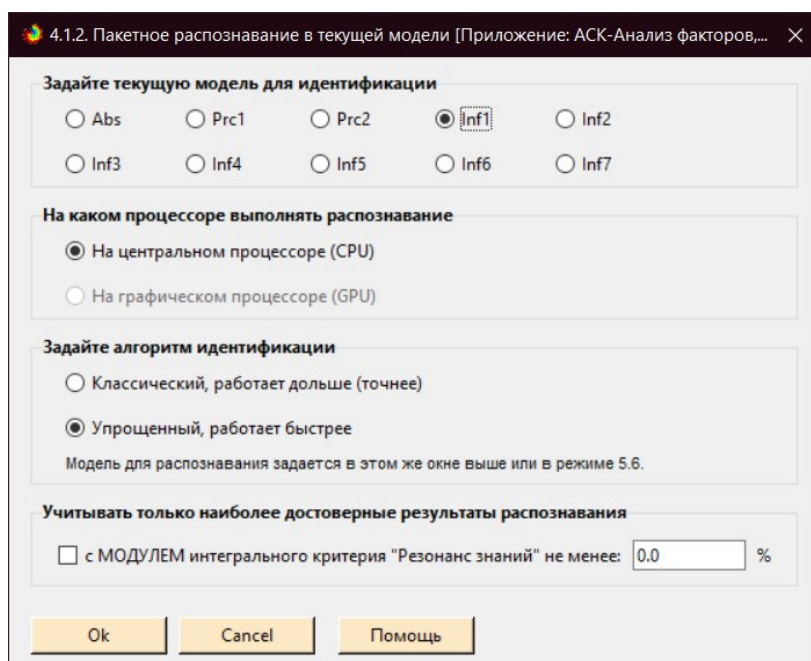
На рисунках 17 приведены экранные формы режима идентификации и прогнозирования 4.1.2 системы «Эйдос».

3.6.2. 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).

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



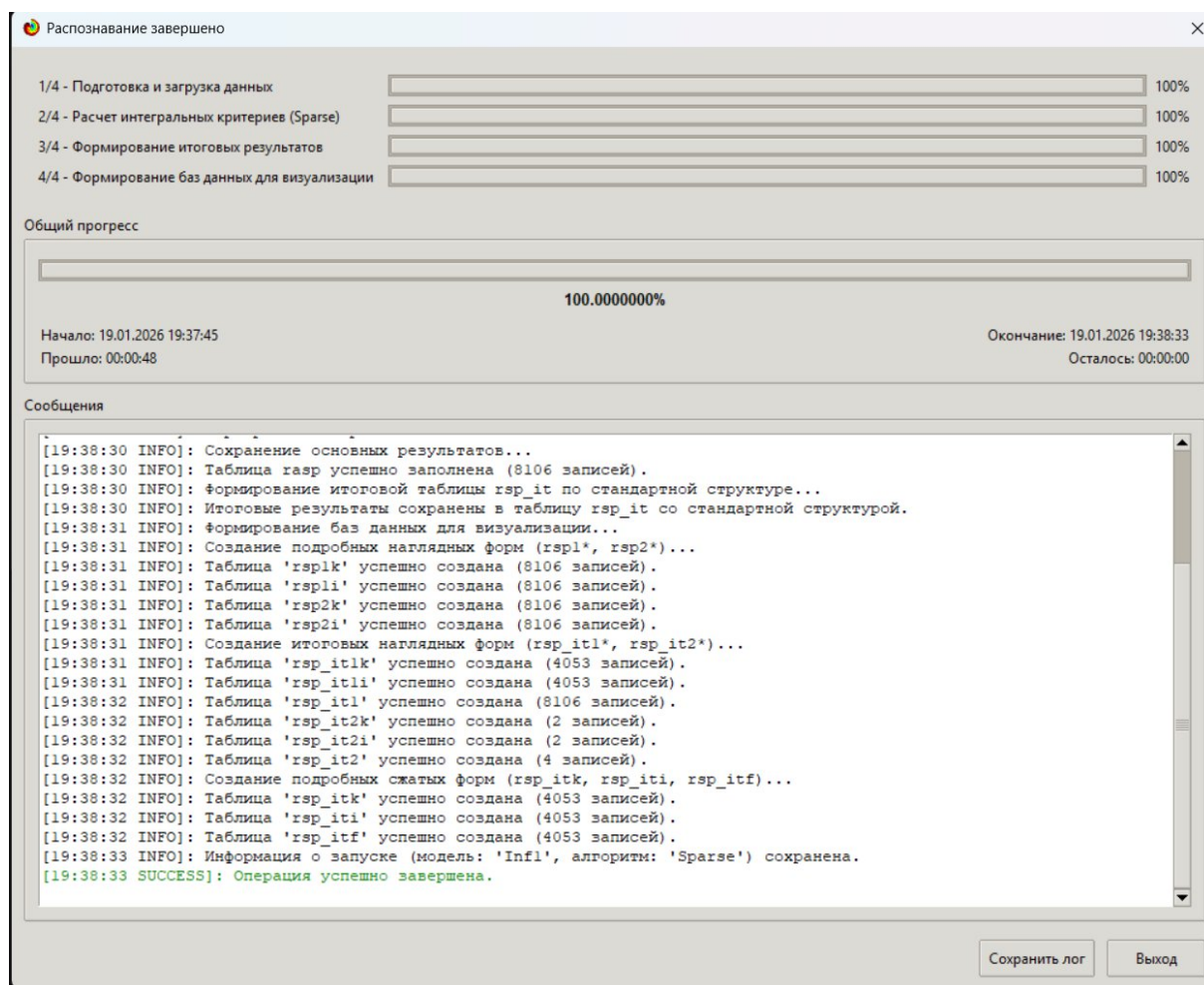


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

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

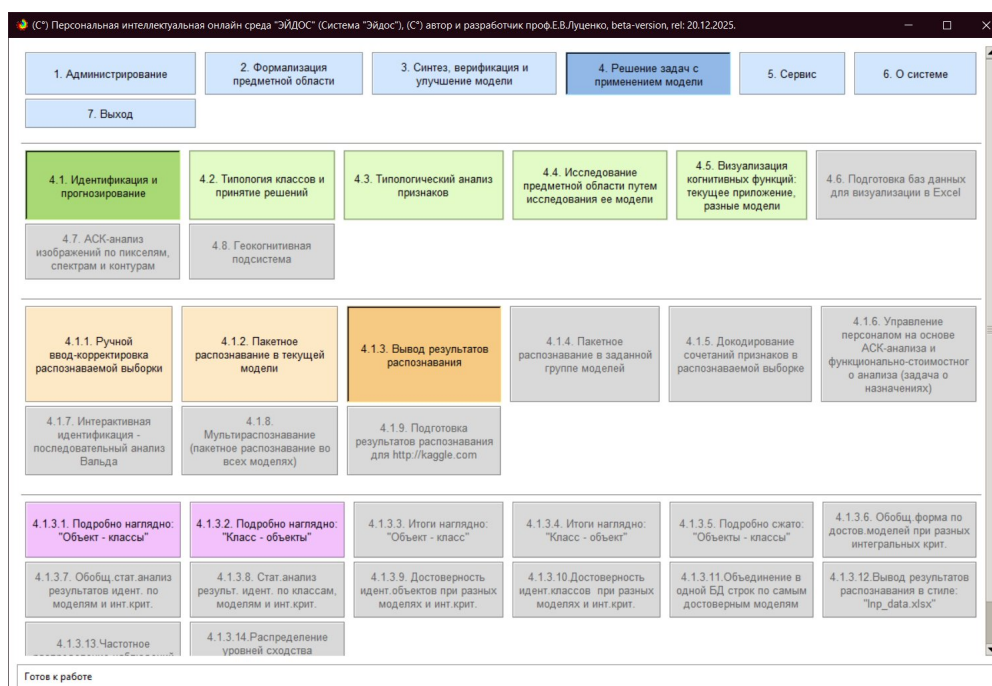
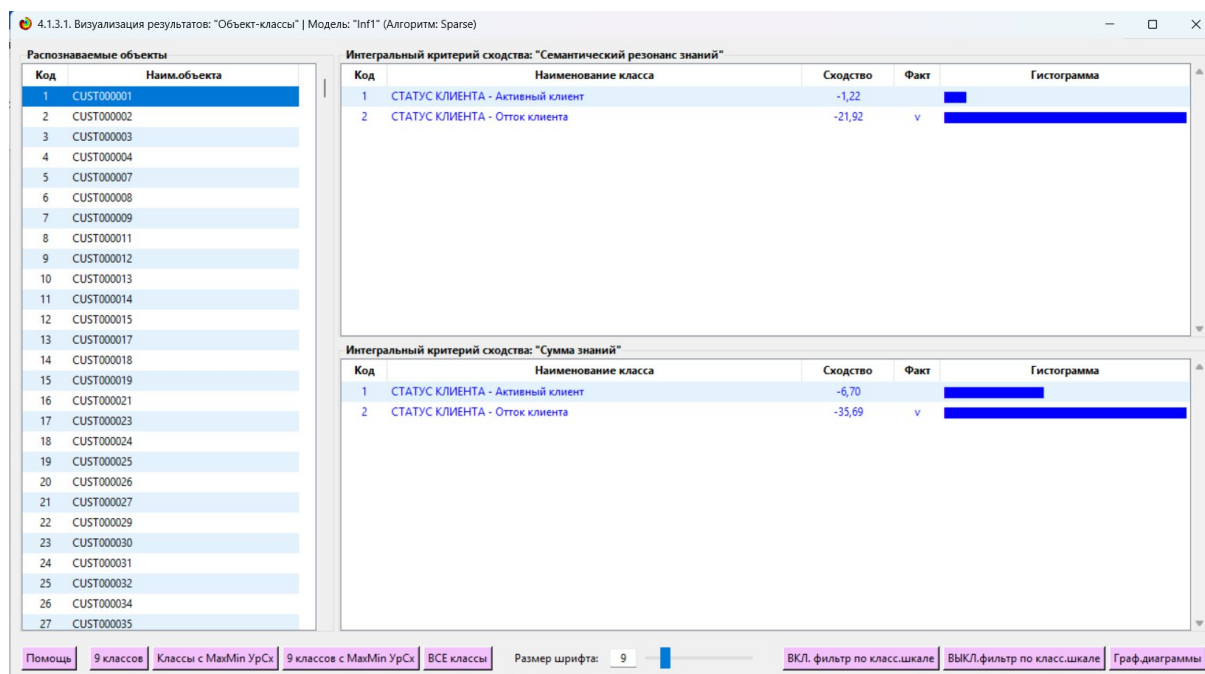


Рисунок 17. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

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



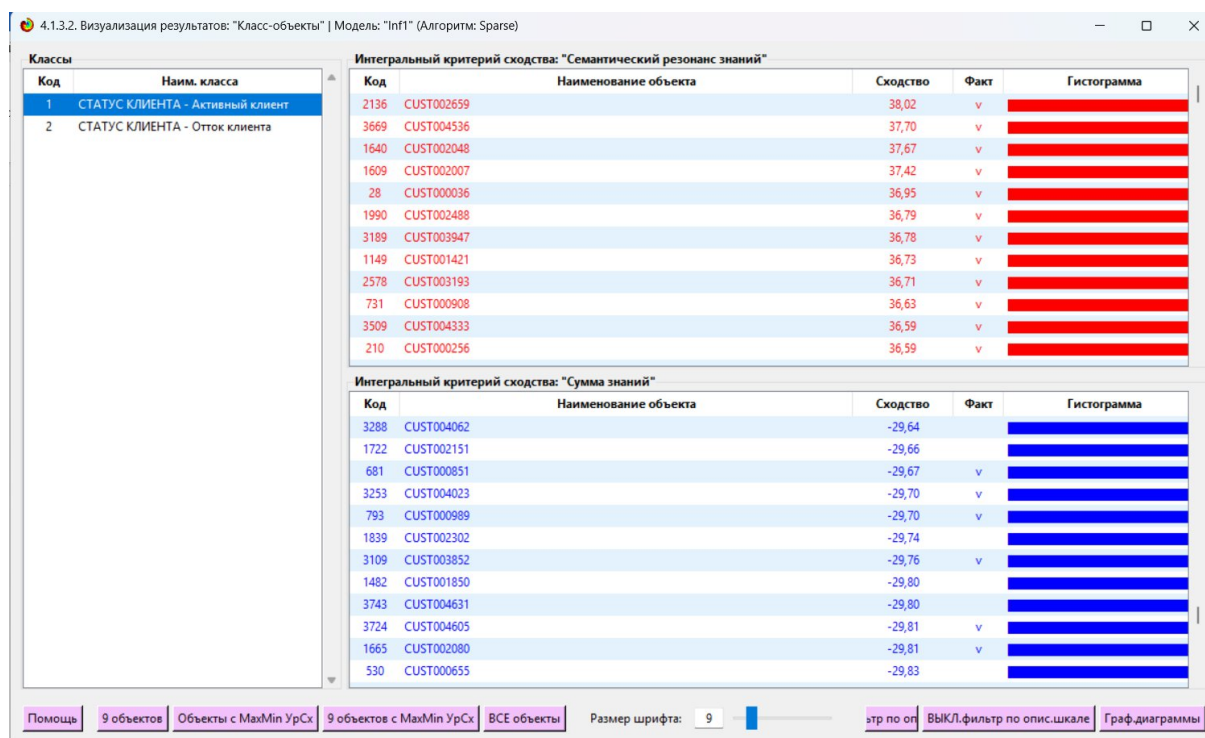


Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

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

3.7.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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.

Необходимо подчеркнуть, что в системе «Эйдос» SWOT-диаграммы формируются автоматически на основе статистических и системно-когнитивных моделей, созданных непосредственно на основе эмпирических данных, а не как обычно не формализуемым экспертным путем на основе интуиции, опыта и профессиональной компетенции, т.е. практически «на глазок», а в некоторых случаях и вообще «от фонаря».

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

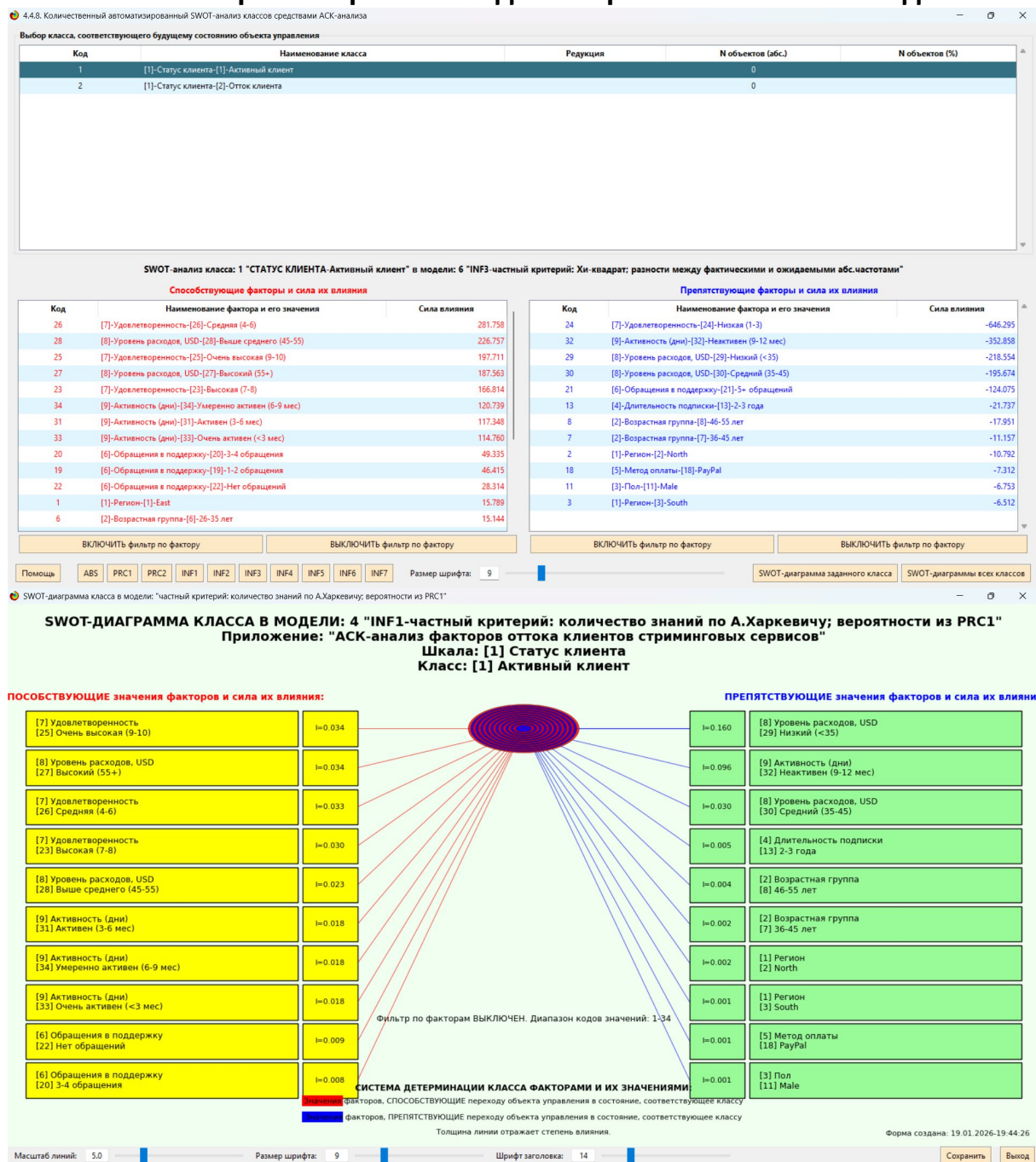


Рисунок 19. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

Из приведенных выходных форм SWOT-анализа четко видно, что что большое количество учебных часов и высокая посещаемость способствуют получению пятерки, в то время как обратные показатели ей препятствуют.

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

3.7.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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].

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.

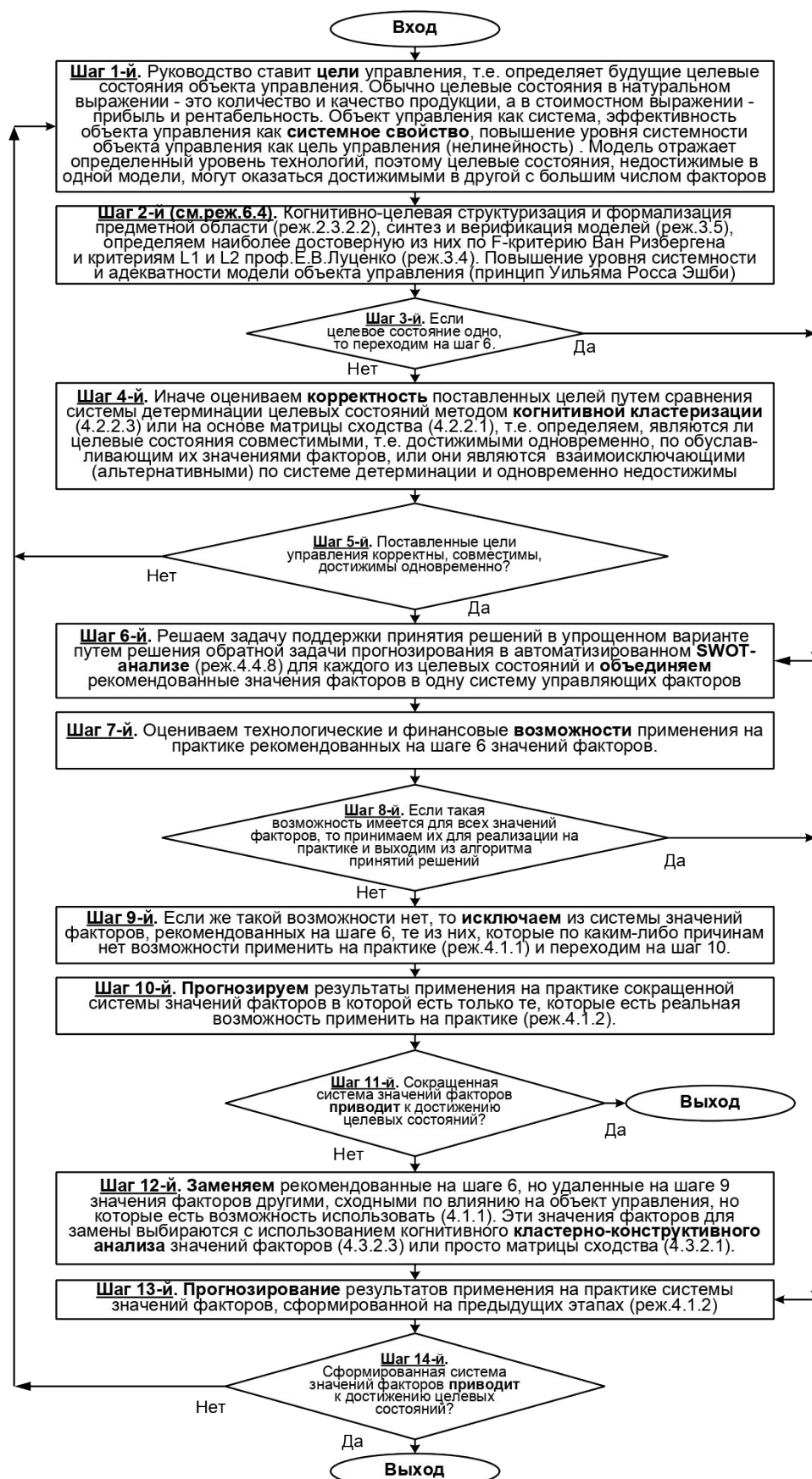


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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:

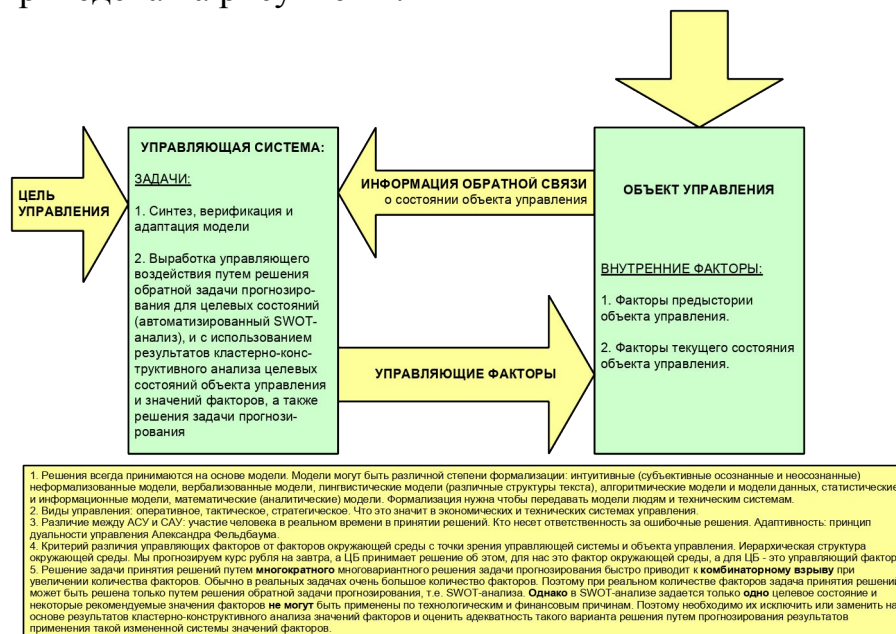


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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.

3.7.2.2. Конкретное решение задачи управления в данной работе в системе «Эйдос»

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)

3.8.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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».

3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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

4.4.9. Количественный автоматизированный SWOT-анализ значений факторов средствами АСК-анализа

Выбор значения фактора, оказывающего влияние на переход объекта управления в будущее состояние

Код	Наименование значения фактора	Редукция	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	[1] Регион -> [1] East			
2	[1] Регион -> [2] North			
3	[1] Регион -> [3] South			
4	[1] Регион -> [4] West			
5	[2] Возрастная группа -> [5] 18-25 лет			
6	[2] Возрастная группа -> [6] 26-35 лет			
7	[2] Возрастная группа -> [7] 36-45 лет			
8	[2] Возрастная группа -> [8] 46-55 лет			
9	[2] Возрастная группа -> [9] 56+ лет			
10	[3] Пол -> [10] Female			
11	[3] Пол -> [11] Male			
12	[4] Длительность подписки -> [12] 1-2 года			

SWOT-анализ значения фактора: 1 "РЕГИОН-East" в модели: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат: разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами"

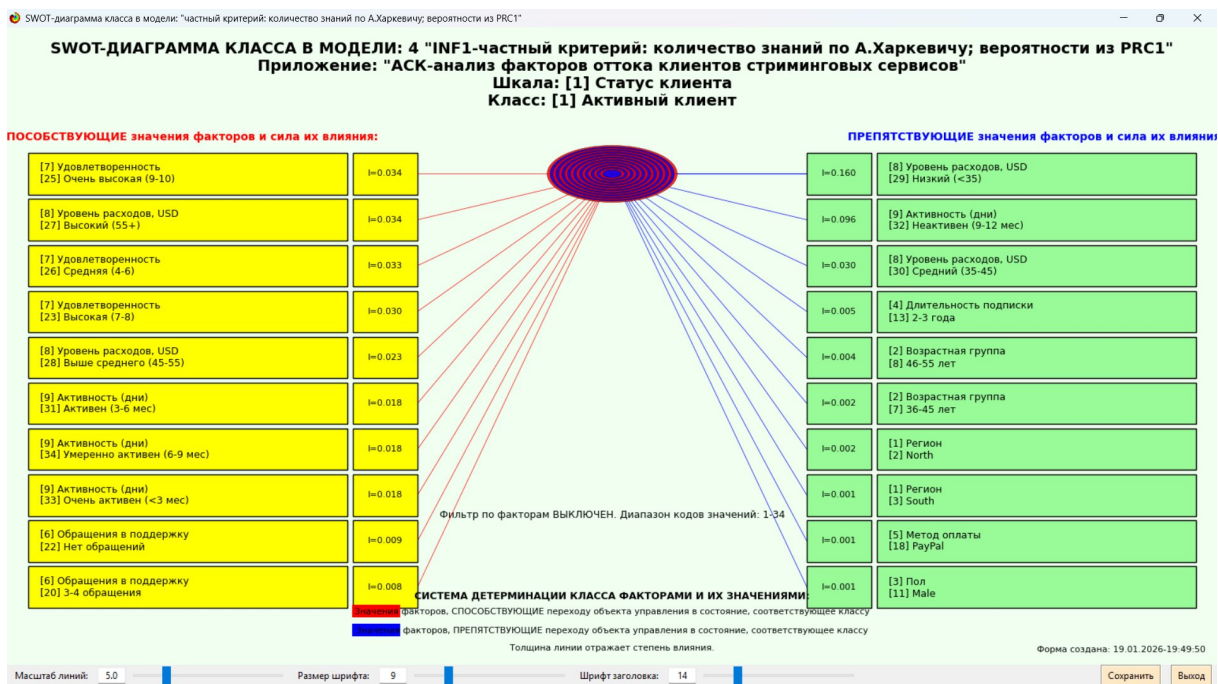
Способствует переходу в состояние (классы):

Код	Наименование класса	Сила влияния
1	[1]-Статус клиента-[1]-Активный клиент	15.789

Препятствует переходу в состояние (классы):

Код	Наименование класса	Сила влияния
2	[1]-Статус клиента-[2]-Отток клиента	-15.789

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



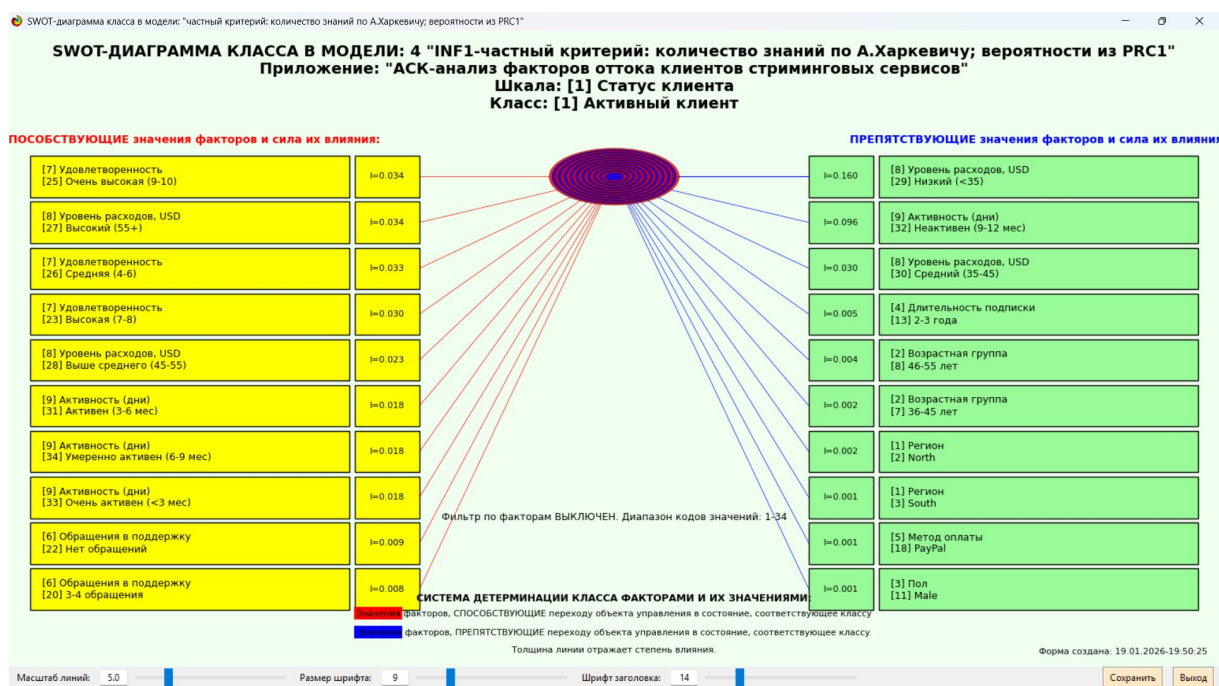


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

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

Из приведенных выходных форм SWOT-анализа четко видно, что студент, занимавшийся с репетитором, наиболее вероятно получит пятерку или четверку, в то время как самообучавшийся получит максимум тройку.

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

3.8.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

В системе «Эйдос» (в режиме 4.2.2.4, 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);
- агломеративные дендрограммы, полученные в результате *когнитивной (истинной) кластеризации классов* (предложена автором в 2011 году в работе [16]) (режим 4.2.2.3) (рисунок 26);
- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3) (рисунок 25).

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

3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 23 представлены экранные формы режима 4.2.2.4, обеспечивающего расчет матрицы сходства классов по системе их детерминации, т.е. по обуславливающим их значениям факторов:

4.2.2.4. Классическая кластеризация классов

1. Выбор модели для кластеризации

- ☐ 1. ABS - Абсолютные частоты
- ☐ 2. PRC1 - Условная вероятность (1)
- ☐ 3. PRC2 - Условная вероятность (2)
- ☒ 4. INF1 - Количество знаний (Харкевич, PRC-1)
- ☐ 5. INF2 - Количество знаний (Харкевич, PRC-2)
- ☐ 6. INF3 - Хи-квадрат
- ☐ 7. INF4 - ROI (PRC-1)
- ☐ 8. INF5 - ROI (PRC-2)
- ☐ 9. INF6 - Разность вероятностей (PRC-1)
- ☐ 10. INF7 - Разность вероятностей (PRC-2)

2. Параметры круговой диаграммы

Связи не менее (%):

☐ Показывать классы без связей

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Разрешение (DPI):

3. Параметры дендрограммы

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Шрифт заголовка:

Шрифт объектов:

Разрешение (DPI):

4. Методы кластеризации

- ☒ Single (одиночная связь)
- ☒ Complete (полная связь)
- ☒ Average (средняя связь)
- ☒ Weighted (взвешенная связь)
- ☒ Centroid (центроидная связь)
- ☒ Median (медианная связь)
- ☒ Ward (метод Уорда)
- ☒ Выбрать все

5. Действия

Выполнить кластеризацию

Сохранить лог

Помощь по методам

Заккрыть

Лог выполнения

[21:57:32] Ожидание запуска...

0% Начало: --:--:-- Прошло: 00:00:00 Осталось: --:--:-- Окончание: --:--:--

4.2.2.4. Классическая кластеризация классов

1. Выбор модели для кластеризации

☐ 1. ABS - Абсолютные частоты

☐ 2. PRC1 - Условная вероятность (1)

☐ 3. PRC2 - Условная вероятность (2)

☒ 4. INF1 - Количество знаний (Харкевич, PRC-1)

☐ 5. INF2 - Количество знаний (Харкевич, PRC-2)

☐ 6. INF3 - Хи-квадрат

☐ 7. INF4 - ROI (PRC-1)

☐ 8. INF5 - ROI (PRC-2)

☐ 9. INF6 - Разность вероятностей (PRC-1)

☐ 10. INF7 - Разность вероятностей (PRC-2)

2. Параметры круговой диаграммы

Связи не менее (%):

☐ Показывать классы без связей

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Разрешение (DPI):

4. Методы кластеризации

☒ Single (одиночная связь)

☒ Complete (полная связь)

☒ Average (средняя связь)

☒ Weighted (взвешенная связь)

☒ Centroid (центроидная связь)

☒ Median (медианная связь)

☒ Ward (метод Уорда)

☒ Выбрать все

3. Параметры дендрограммы

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Шрифт заголовка:

Шрифт объектов:

Разрешение (DPI):

5. Действия

Лог выполнения

```
[19:51:29] Дендрограмма для метода 'ward' создана за 0.14 сек.
[19:51:29] Этап 16: Построение графика расстояний (метод: ward)...
[19:51:29] График расстояний для метода 'ward' создан за 0.13 сек.
[19:51:29] Кластеризация завершена. Результаты сохранены в папке:
C:\Users\vlkhv0x\Desktop\Eidos_Portable\app\AID_DATA\A0000003\ClusteringClasses
```

100% Начало: 19:51:26 Прошло: 00:00:02 Осталось: 00:00:00 Окончание: 19:51:29

Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.4, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 14 – Матрица сходства классов в СК-модели INF1 (полностью)

	А	В	С
1		[1]-Статус клиента-[1]-Активный клиент	[1]-Статус клиента-[2]-Отток клиента
2	[1]-Статус клиента-[1]-Активный клиент	1	-0,681403315
3	[1]-Статус клиента-[2]-Отток клиента	-0,681403315	1

ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ

(С*) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов
Модель: 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-1
Метод кластеризации: average
Дата и время создания: 2026-01-19 19:51:27

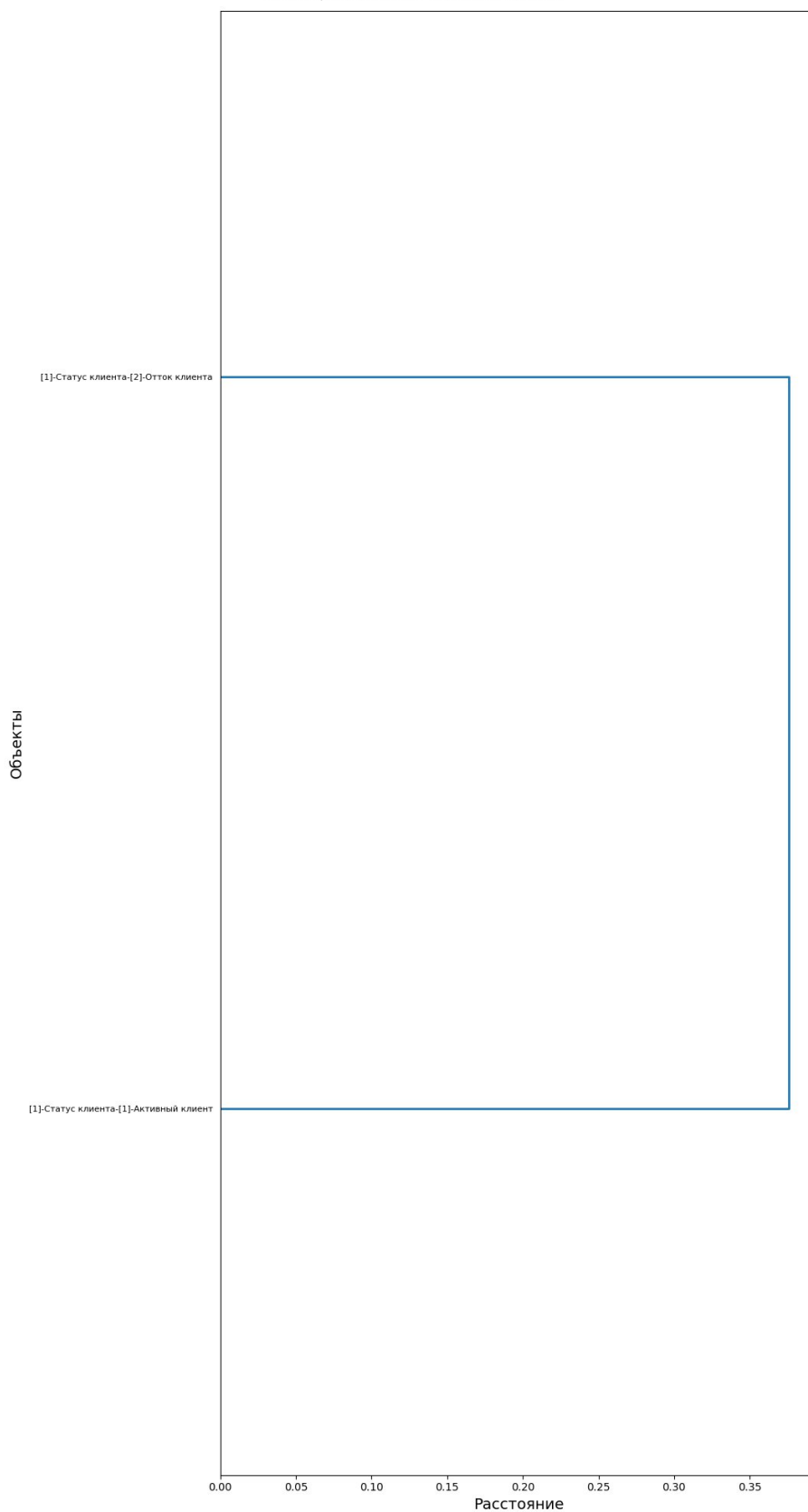


Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.3)

ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ КЛАССОВ
(С*) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
Приложение: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов
Модель: 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-1
Метод кластеризации: single
Дата и время создания: 2026-01-19 19:51:27

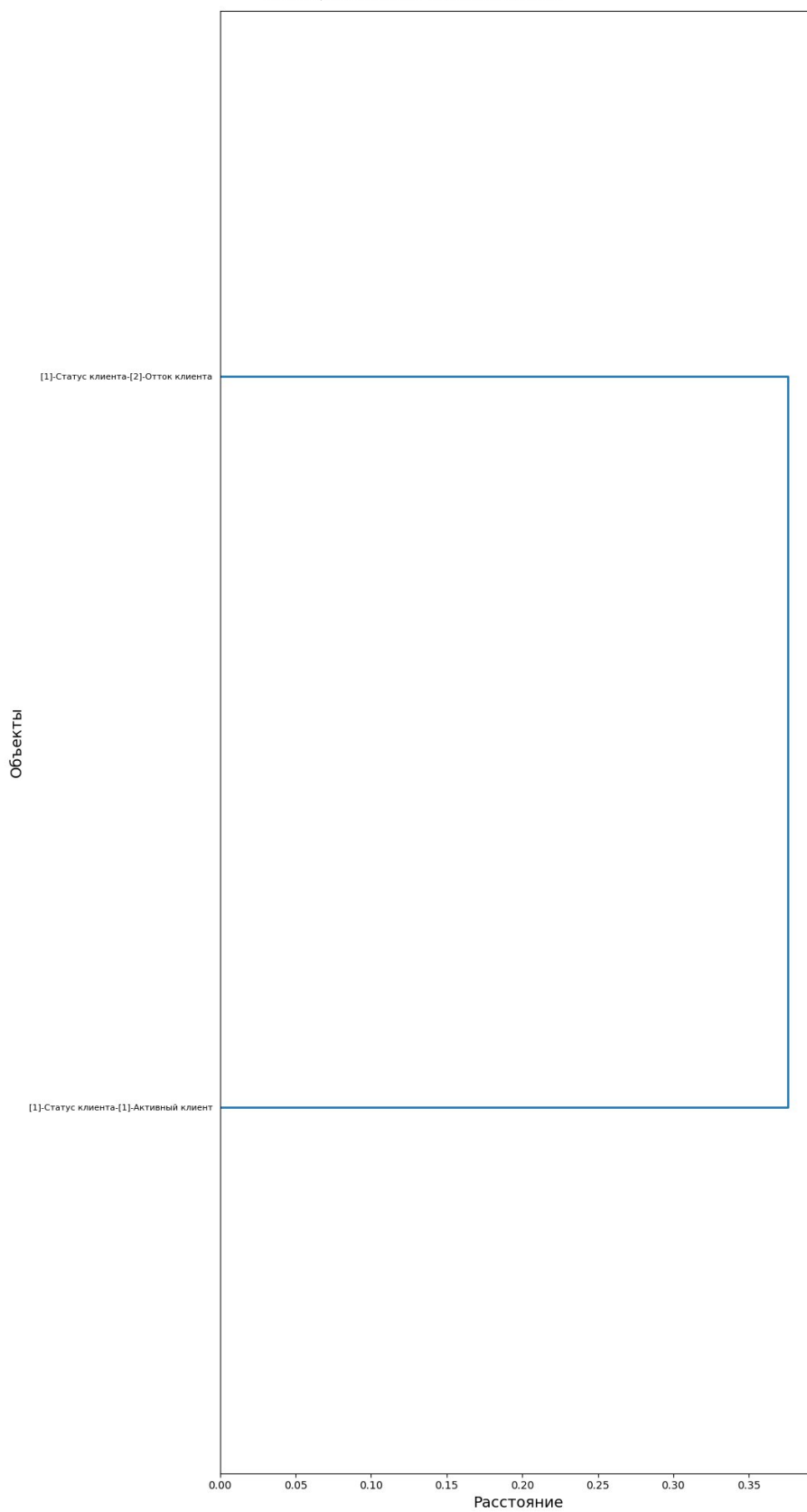


Рисунок 26. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

3.8.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

В системе «Эйдос» (в режиме 4.3.2.1, рисунок 27) рассчитывается матрица сходства признаков (таблица 15) 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 28);

- агломеративные дендрограммы, полученные в результате *когнитивной (истинной) кластеризации признаков* (предложена автором в 2011 году в работе [16]) (режим 4.3.2.3) рисунок 29);

- график изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3) рисунок 30).

Эта матрица сходства (таблица 15) используются и при расчете некоторых других выходных форм.

3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 27 представлены экранные формы режима 4.3.2.4, обеспечивающего расчет матрицы сходства значений факторов по силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам:

4.3.2.4. Классическая кластеризация признаков

1. Выбор модели для кластеризации

☐ 1. ABS - Абсолютные частоты

☐ 2. PRC1 - Условная вероятность (1)

☐ 3. PRC2 - Условная вероятность (2)

☒ 4. INF1 - Количество знаний (Харкевич, PRC-1)

☐ 5. INF2 - Количество знаний (Харкевич, PRC-2)

☐ 6. INF3 - Хи-квадрат

☐ 7. INF4 - ROI (PRC-1)

☐ 8. INF5 - ROI (PRC-2)

☐ 9. INF6 - Разность вероятностей (PRC-1)

☐ 10. INF7 - Разность вероятностей (PRC-2)

2. Параметры круговой диаграммы

Связи не менее (%):

☐ Показывать признаки без связей

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Разрешение (DPI):

3. Параметры дендрограммы

Размер по X (px):

Размер по Y (px):

Толщина линий (px):

Шрифт заголовка:

Шрифт объектов:

Разрешение (DPI):

4. Методы кластеризации

☒ Single (одиночная связь)

☒ Complete (полная связь)

☒ Average (средняя связь)

☒ Weighted (взвешенная связь)

☒ Centroid (центроидная связь)

☒ Median (медианная связь)

☒ Ward (метод Уорда)

☒ Выбрать все

5. Действия

Выполнить кластеризацию

Сохранить лог

Помощь по методам

Заккрыть

Лог выполнения

```
[22:36:48] Дендрограмма для метода 'ward' создана за 0.35 сек.
[22:36:48] Этап 16: Построение графика расстояний (метод: ward)...
[22:36:48] График расстояний для метода 'ward' создан за 0.18 сек.
[22:36:48] Кластеризация завершена. Результаты сохранены в папке:
F:\Aidos\Eidos_Portable\app\AID_DATA\A0000027\ClusteringAttributes
```

100% Начало: 22:36:43 Прошло: 00:00:04 Осталось: 00:00:00 Окончание: 22:36:48

Рисунок 7. Экранные формы режима 4.3.2.4, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 15 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF1 (фрагмент)

kod_pr	[1]-Регион-[1]-East	[1]-Регион-[2]-North	[1]-Регион-[3]-South	[1]-Регион-[4]-West
[1]-Регион-[1]-East	1	-1	-1	1
[1]-Регион-[2]-North	-1	1	1	-1
[1]-Регион-[3]-South	-1	1	1	-1

[1]-Регион-[4]- West	1	-1	-1	1
[2]-Возрастная группа-[5]-18-25 лет	1	-1	-1	1
[2]-Возрастная группа-[6]-26-35 лет	1	-1	-1	1
[2]-Возрастная группа-[7]-36-45 лет	-1	1	1	-1
[2]-Возрастная группа-[8]-46-55 лет	-1	1	1	-1
[2]-Возрастная группа-[9]-56+ лет	1	-1	-1	1
[3]-Пол-[10]- Female	1	-1	-1	1
[3]-Пол-[11]- Male	-1	1	1	-1
[4]- Длительность подписки-[12]-1- 2 года	1	-1	-1	1
[4]- Длительность подписки-[13]-2- 3 года	-1	1	1	-1
[4]- Длительность подписки-[14]- Более 3 лет	1	-1	-1	1
[4]- Длительность подписки-[15]- До года	1	-1	-1	1
[5]-Метод оплаты-[16]- Credit Card	1	-1	-1	1
[5]-Метод оплаты-[17]- Debit Card	1	-1	-1	1
[5]-Метод оплаты-[18]- PayPal	-1	1	1	-1
[6]-Обращения в поддержку-[19]- 1-2 обращения	1	-1	-1	1

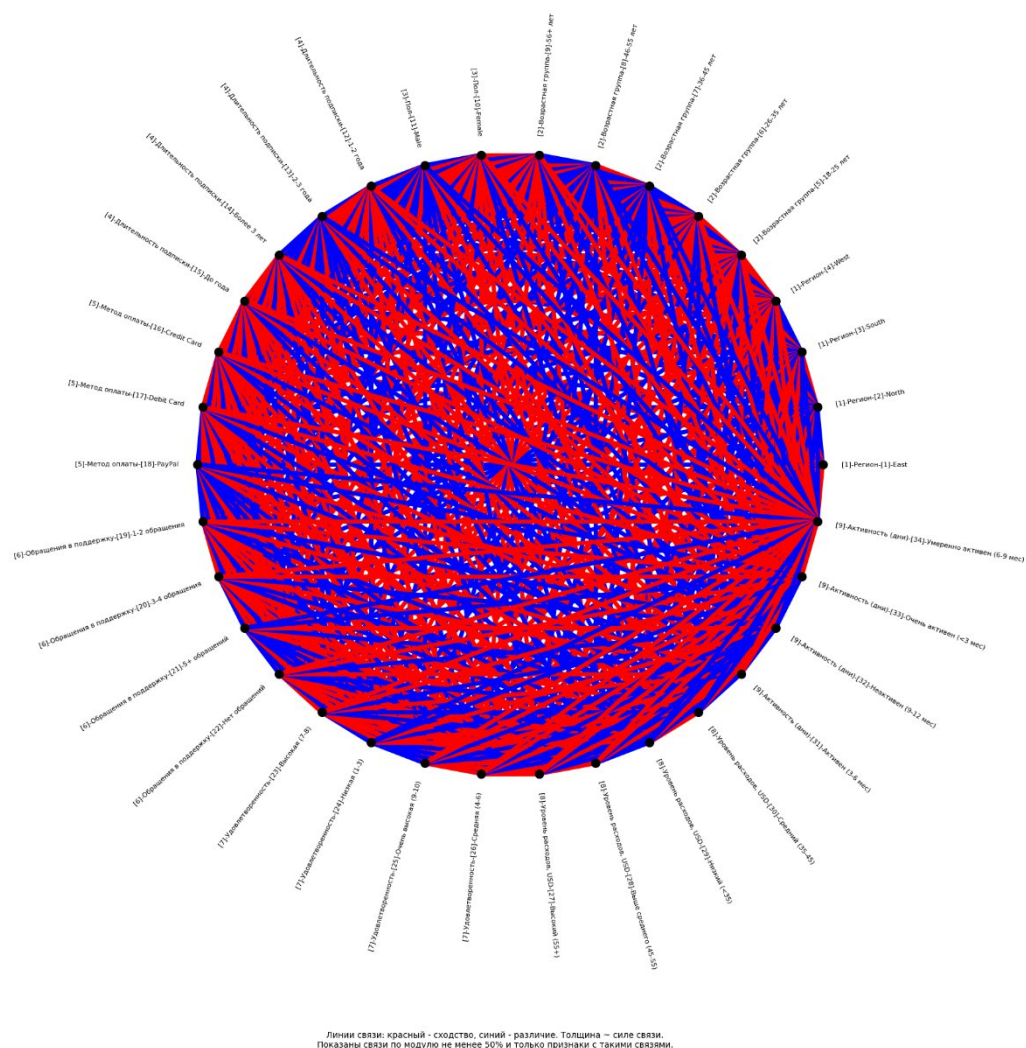


Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF1 (режим 4.3.2.2)

ДЕНДРОГРАММА АГЛОМЕРАТИВНОЙ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ПРИЗНАКОВ
 (С*) Персональная интеллектуальная on-line среда 'Эйдос'
 Приложение: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов
 Модель: 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-1
 Метод кластеризации: average
 Дата и время создания: 2026-01-19 19:57:41

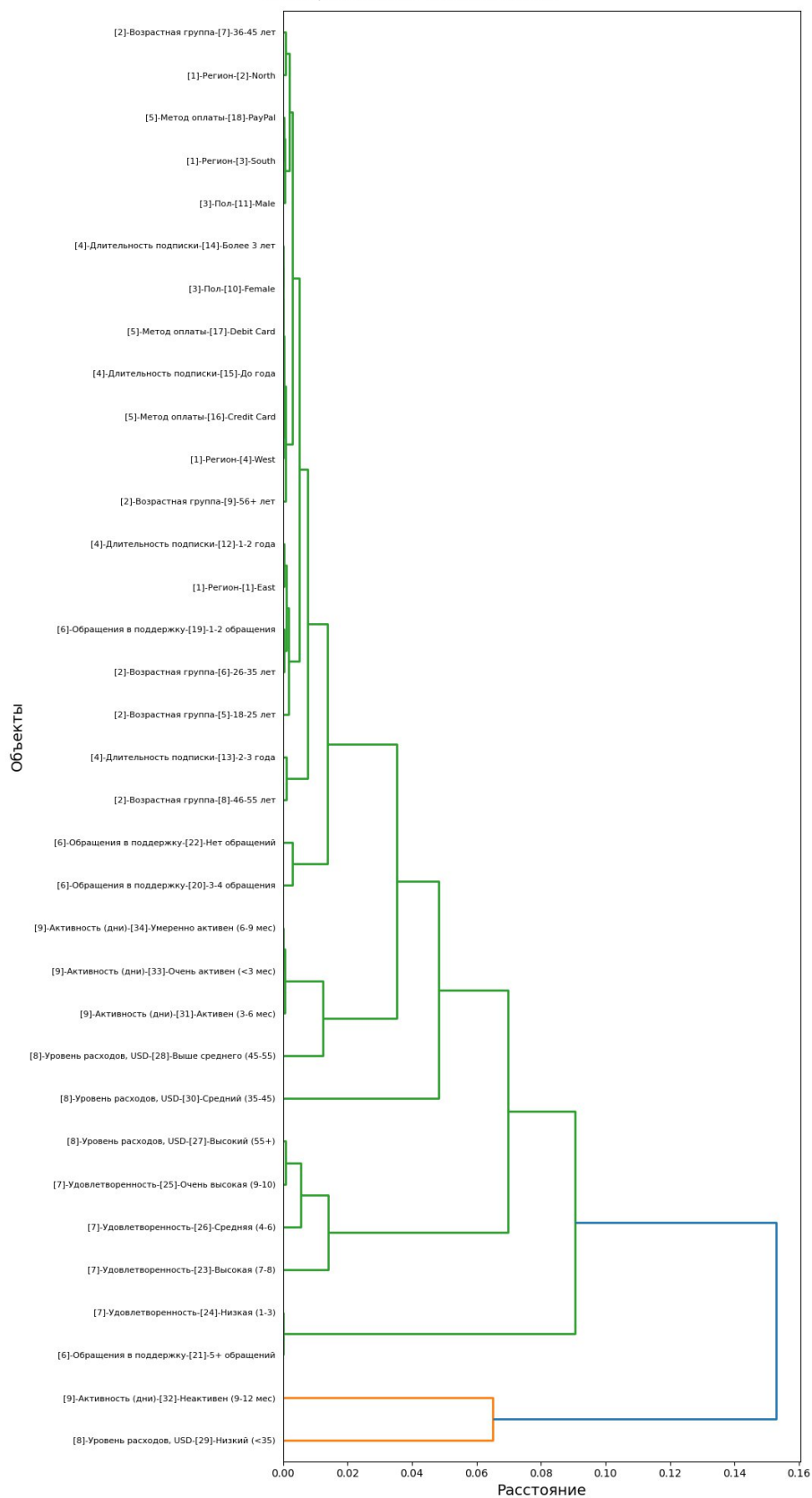


Рисунок 29. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)

ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖКЛАСТЕРНЫХ РАССТОЯНИЙ ОТ УРОВНЯ ИЕРАРХИИ (ПРИЗНАКИ)

Приложение: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов
 Модель: 4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-1
 Метод кластеризации: average

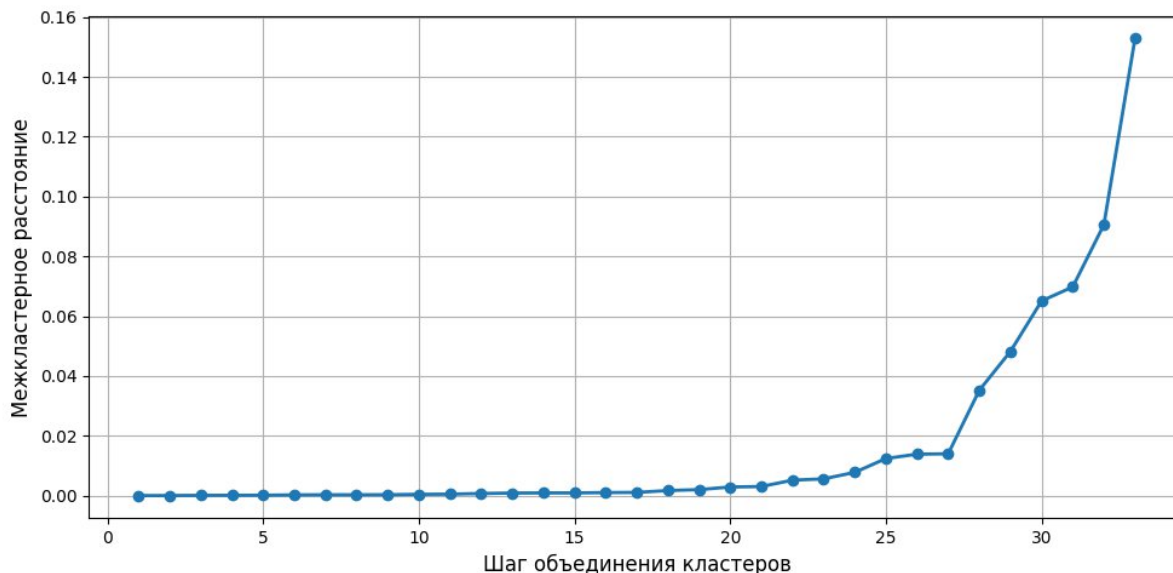


Рисунок 30. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)

3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны

3.8.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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 реализации и быстроедействие 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 31). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

4.4.10. Графическое отображение нелокальных нейронов в системе «Эйдос»

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	[1]-СТАТУС КЛИЕНТА-[1]-активный клиент
2	[1]-СТАТУС КЛИЕНТА-[2]-отток клиента

Подготовка визуализации нейрона: 1 "[1]-СТАТУС КЛИЕНТА-[1]-активный клиент" в модели: 4 "INF1"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование описательной шкалы и градации	Сила
25	[7] Удовлетворенность -> [25] Очень высокая (9-10)	0.0345
27	[8] Уровень расходов, USD -> [27] Высокий (55+)	0.0342
26	[7] Удовлетворенность -> [26] Средняя (4-6)	0.0329
23	[7] Удовлетворенность -> [23] Высокая (7-8)	0.0299
28	[8] Уровень расходов, USD -> [28] Выше среднего (45-55)	0.0233
31	[9] Активность (дни) -> [31] Активен (3-6 мес)	0.0183
34	[9] Активность (дни) -> [34] Умеренно активен (6-9 мес)	0.0181
33	[9] Активность (дни) -> [33] Очень активен (<3 мес)	0.0181
22	[6] Обращения в поддержку -> [22] Нет обращений	0.0091

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование описательной шкалы и градации	Сила
32	[9] Активность (дни) -> [32] Неактивен (9-12 мес)	-0.0959
30	[8] Уровень расходов, USD -> [30] Средний (35-45)	-0.0305
13	[4] Длительность подписки -> [13] 2-3 года	-0.0047
8	[2] Возрастная группа -> [8] 46-55 лет	-0.0040
7	[2] Возрастная группа -> [7] 36-45 лет	-0.0024
2	[1] Регион -> [2] North	-0.0019
3	[1] Регион -> [3] South	-0.0011
18	[5] Метод оплаты -> [18] PayPal	-0.0009
11	[3] Пол -> [11] Male	-0.0006

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

СТАРТ Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999 Минимальный вес. коэфф. отображаемых рецепторов: 0.000 **ОДИН НЕЙРОН**

Сортировать рецепторы:
☒ по информативности
☐ по модулю информативности

Отображать рецепторы:
☒ с наименованиями
☐ только с кодами

Размер изображения:
 по оси X: 1536
 по оси Y: 864

Размер шрифта графической формы:
 Заголовок: 14 Рецепторы: 6 Легенда: 6

Размер шрифта в таблицах данной формы:
 9



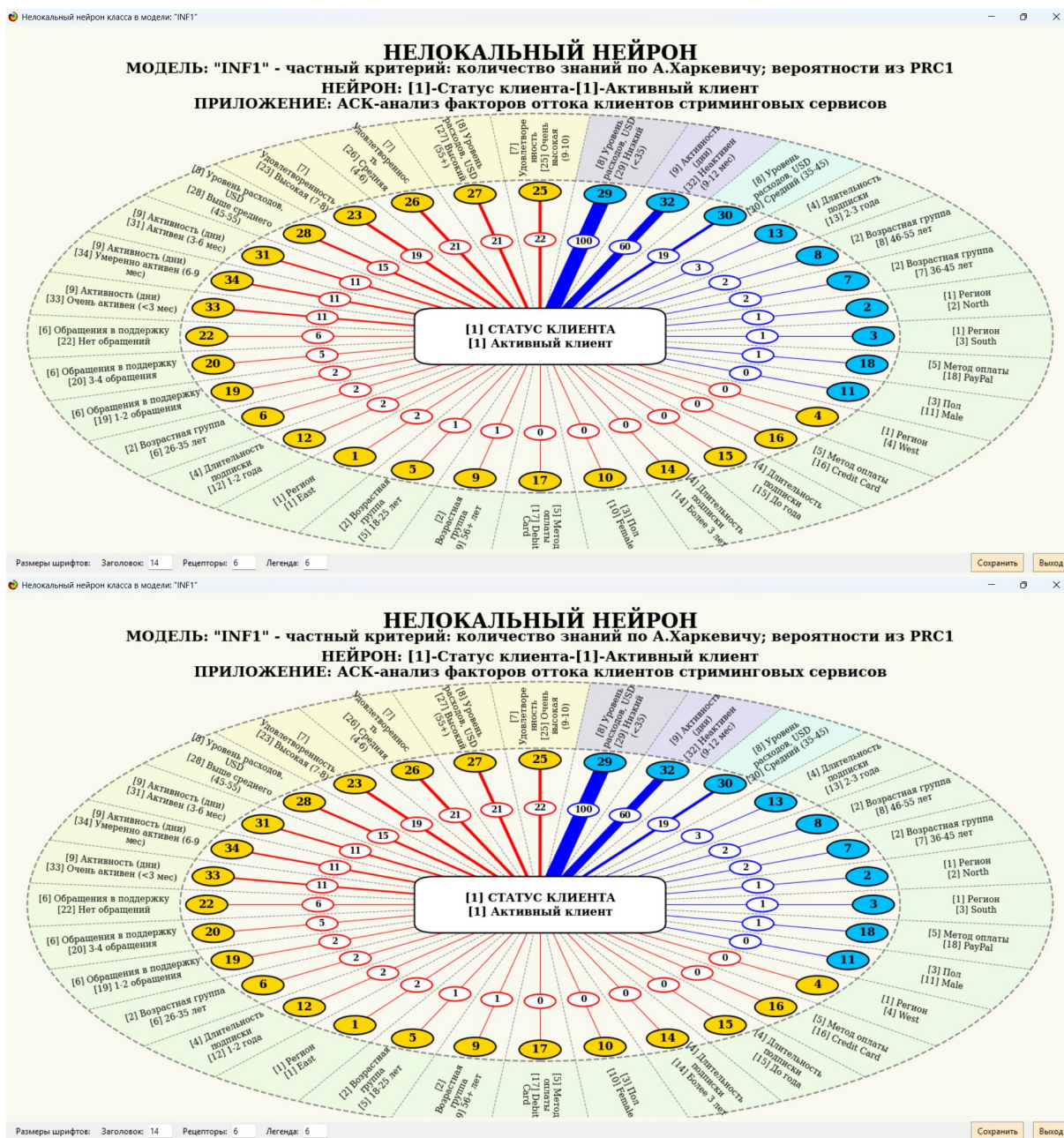


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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 32). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе

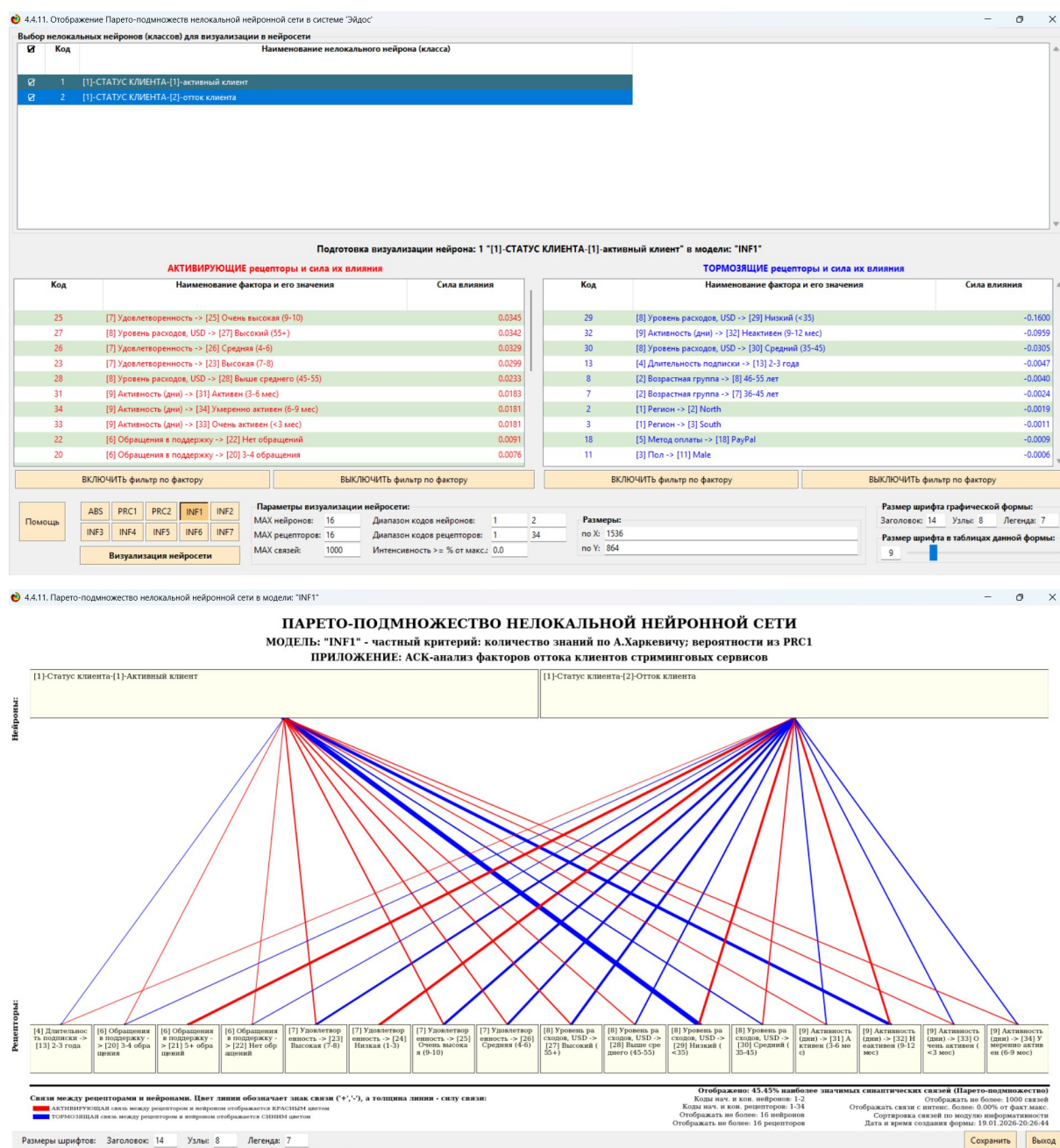


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF1

3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

3.8.7.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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.

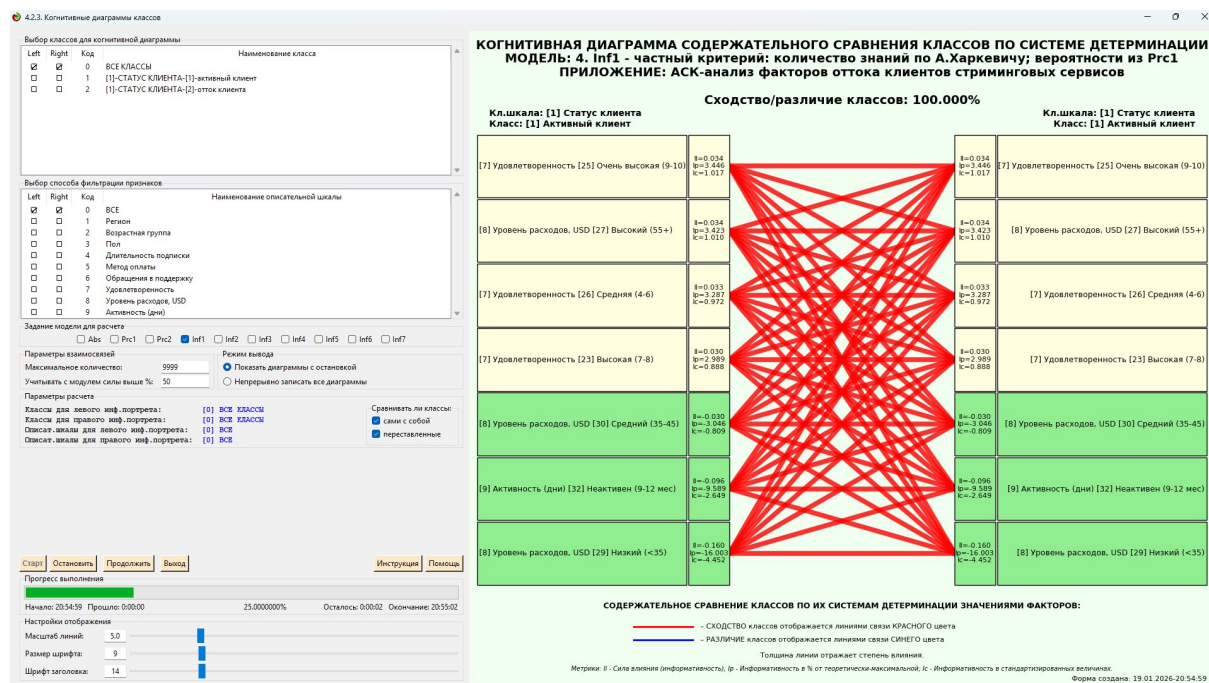
3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе

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 100 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 10 классов сравнивается со всеми остальными, в т.ч. с собой, то всего получается $10^2=100$ подобных диаграмм. На рисунках 34 приводятся некоторые из этих диаграмм. Пользователь при

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.

желании всегда может скачать и установить систему «Эйдос» с сайта разработчика: http://lc.kubagro.ru/Installation_Eidos.php а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) скачать и установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.



КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ КЛАССОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ
МОДЕЛЬ: 4. Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из Prc1
ПРИЛОЖЕНИЕ: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов

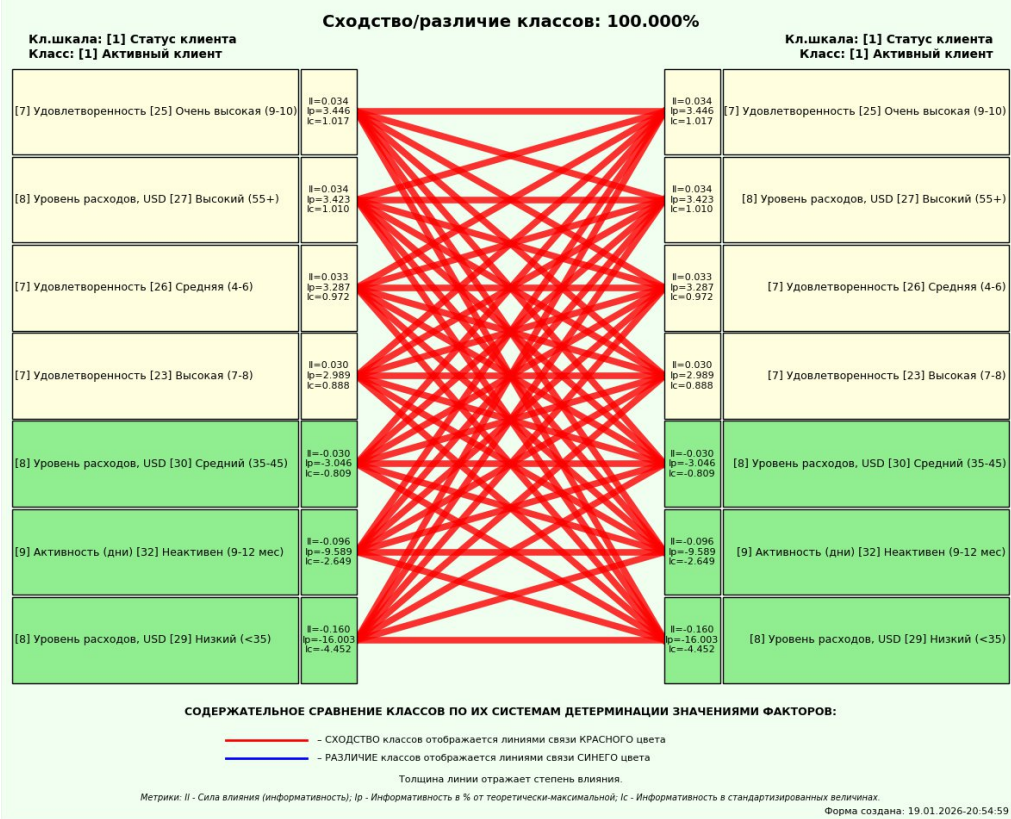


Рисунок 33. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF1

3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)

3.8.8.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

Из 2d-когнитивных диаграмм сравнения значений факторов по их влиянию на объект моделирования, т.е. на его переходы в состояния, соответствующие классам вполне понятно, насколько сходны или отличаются любые два значения факторов по их смыслу.

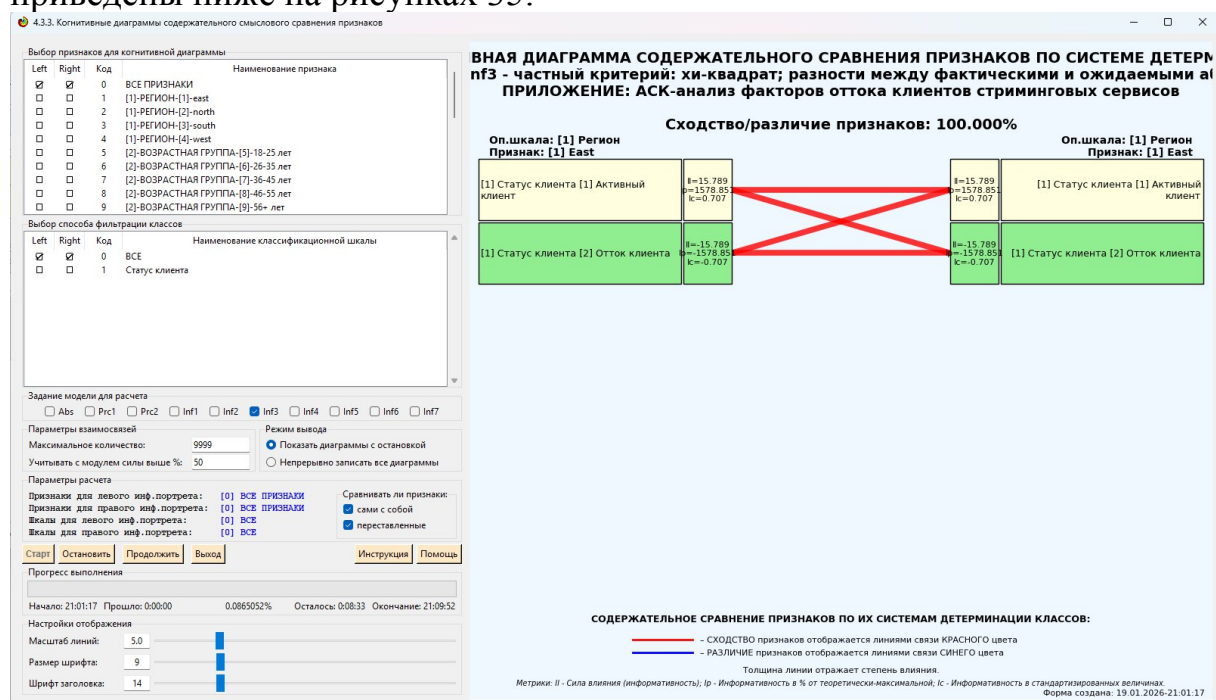
Напомним, что смысл событий, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий этих событий [21].

Однако из этой диаграммы не видно, чем именно конкретно содержательно сходны или отличаются значения факторов по их смыслу.

Это видно из когнитивных диаграмм, которые можно получить в режиме 4.3.3 системы «Эйдос».

3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе

Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, приведены ниже на рисунках 35:



КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ
МОДЕЛЬ: 4. Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из Prc1
ПРИЛОЖЕНИЕ: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов

Сходство/различие признаков: 100.000%



СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ:

- - СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета
- - РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета

Толщина линии отражает степень влияния.

Метрики: Π - Сила влияния (информативность); Πp - Информативность в % от теоретически-максимальной; Πc - Информативность в стандартизованных величинах.

Форма создана: 19.01.2026-21.02.14

КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ
МОДЕЛЬ: 4. Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из Prc1
ПРИЛОЖЕНИЕ: АСК-анализ факторов оттока клиентов стриминговых сервисов

Сходство/различие признаков: -100.000%



СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ:

- - СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета
- - РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета

Толщина линии отражает степень влияния.

Метрики: Π - Сила влияния (информативность); Πp - Информативность в % от теоретически-максимальной; Πc - Информативность в стандартизованных величинах.

Форма создана: 19.01.2026-21.02.48

КОГНИТИВНАЯ ДИАГРАММА СОДЕРЖАТЕЛЬНОГО СРАВНЕНИЯ ПРИЗНАКОВ ПО СИСТЕМЕ ДЕТЕРМИНАЦИИ
МОДЕЛЬ: 4. Inf1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из Prc1
ПРИЛОЖЕНИЕ: АСК-Анализ факторов, влияющих на результат экзамена студентов



СОДЕРЖАТЕЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ ПРИЗНАКОВ ПО ИХ СИСТЕМАМ ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССОВ:

- СХОДСТВО признаков отображается линиями связи КРАСНОГО цвета
- РАЗЛИЧИЕ признаков отображается линиями связи СИНЕГО цвета

Толщина линии отражает степень влияния.

Метрики: Π - Сила влияния (информативность); I_r - Информативность в % от теоретически-максимальной; I_c - Информативность в стандартизованных величинах.
 Форма создана: 12.01.2026-22:53:42

Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF1

3.8.9. Когнитивные функции

3.8.9.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

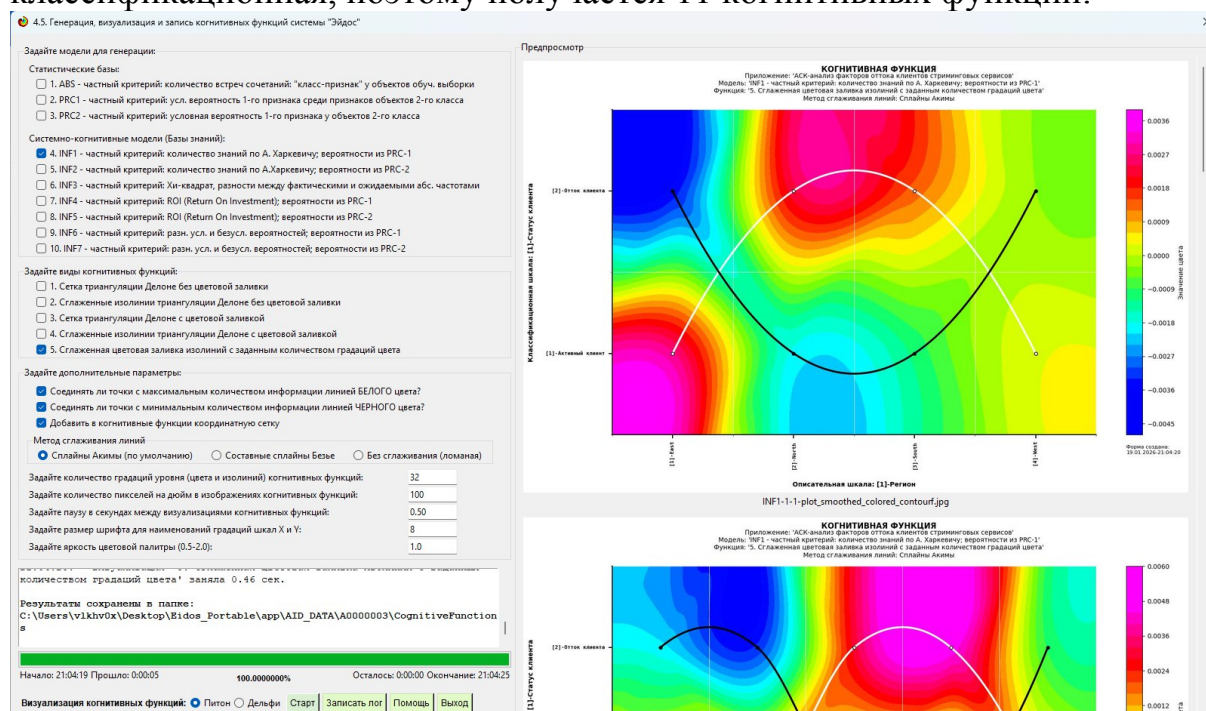
каждого фактора на переход объекта моделирования в каждое из будущих состояний, соответствующих классам.

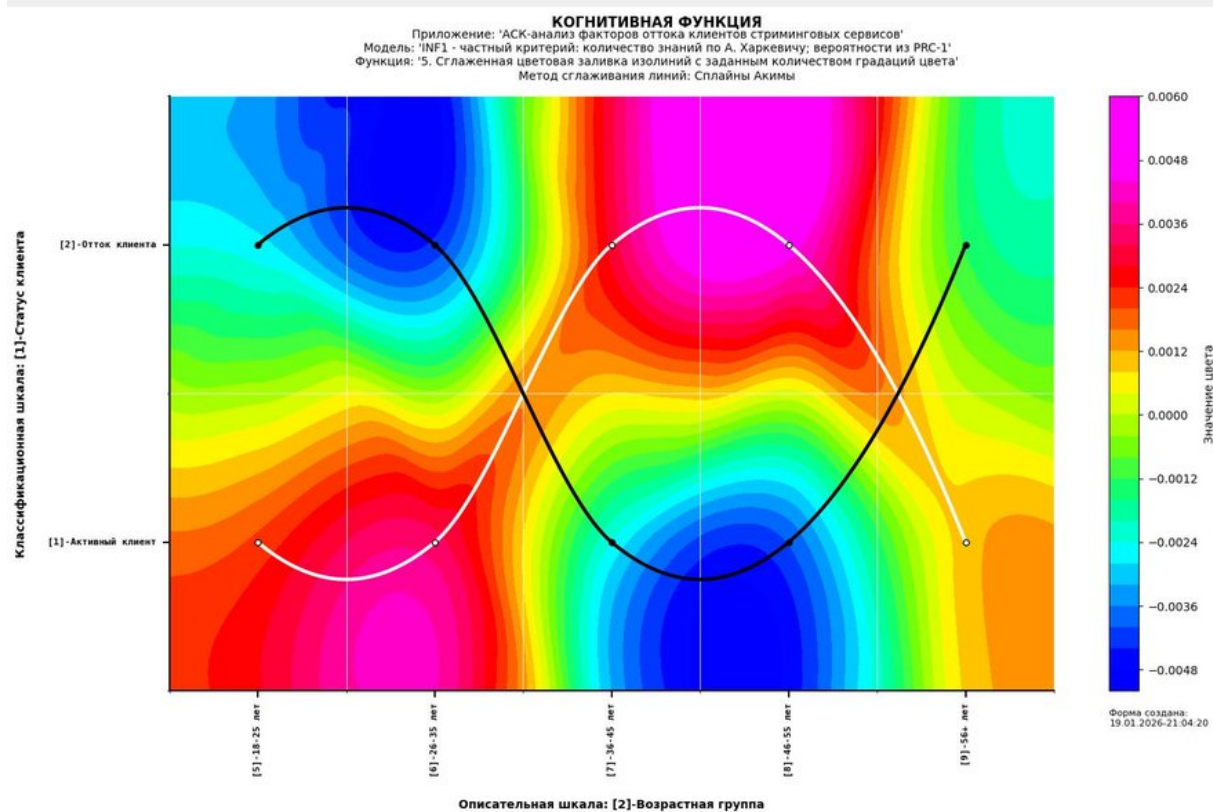
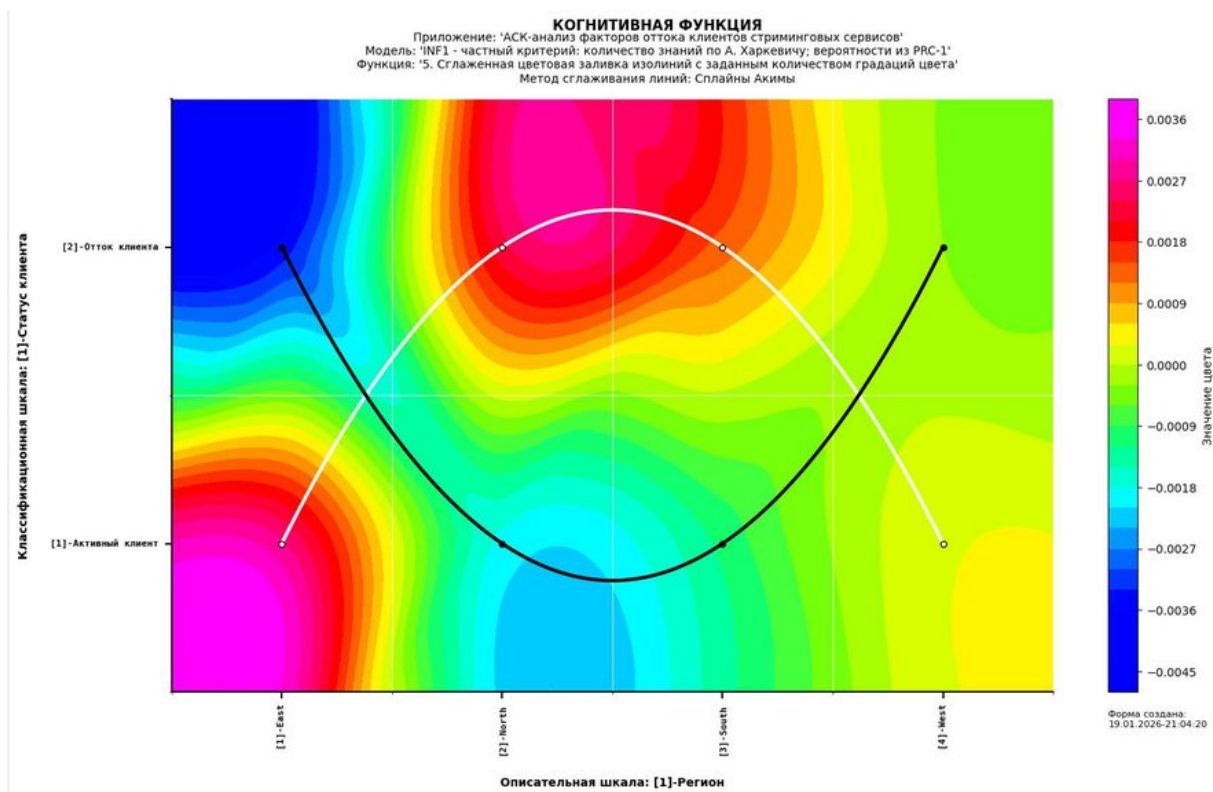
В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Первая экранная форма данного режима представляет собой краткий хелп, поясняющий смысл понятия «Когнитивная функция», а также позволяющий выйти на экранную форму системы «Эйдос» с действующими гиперссылками на работы по когнитивным 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].

3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе

В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Количество когнитивных функций равно количеству сочетаний описательных и классификационных шкал. В модели, рассматриваемой в данной работе, есть 11 описательных шкалы и 1 классификационная, поэтому получается 11 когнитивных функций:





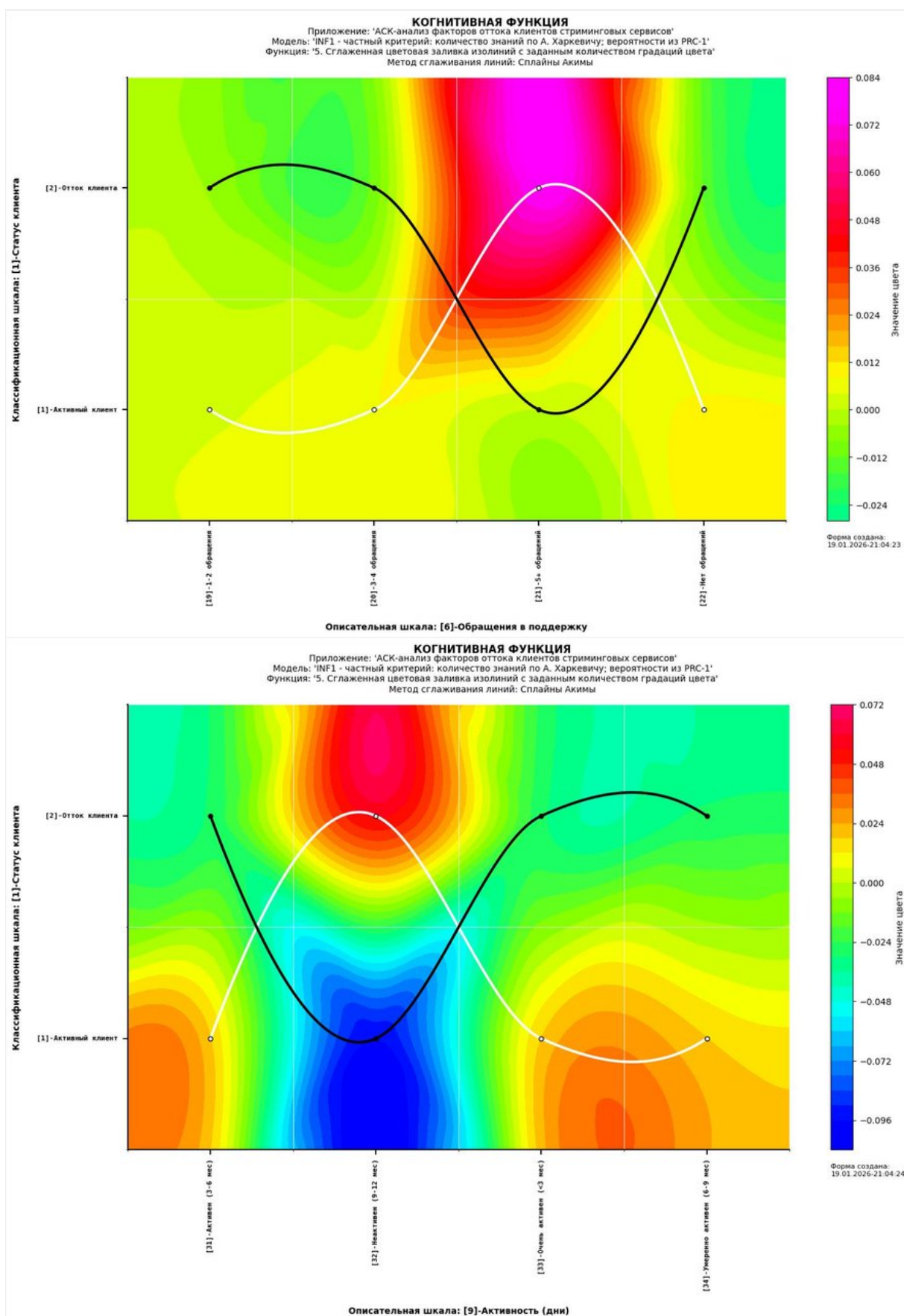


Рисунок 36. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF1

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

3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций

3.8.10.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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 (селективная сила) градаций описательных шкал в АСК-анализе – это вариабельность частных критериев в статистических и системно-когнитивных моделях, например в модели Infl, это вариабельность информативностей (режим 3.7.5 системы «Эйдос») (рисунок 37):

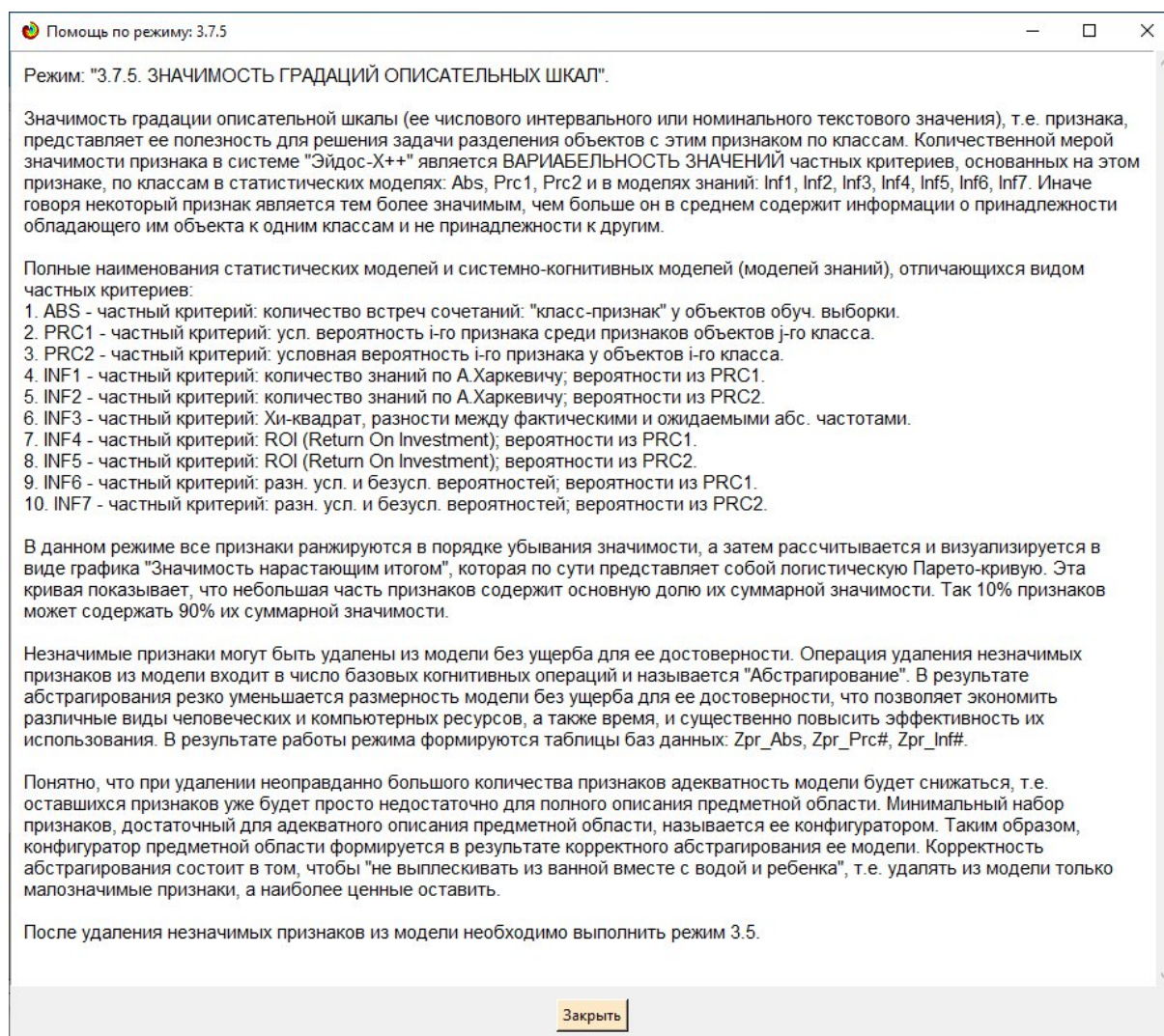


Рисунок 37. Help режима 3.7.5, поясняющий смысл значимости градаций описательных шкал

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.

3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунке 38 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF1:

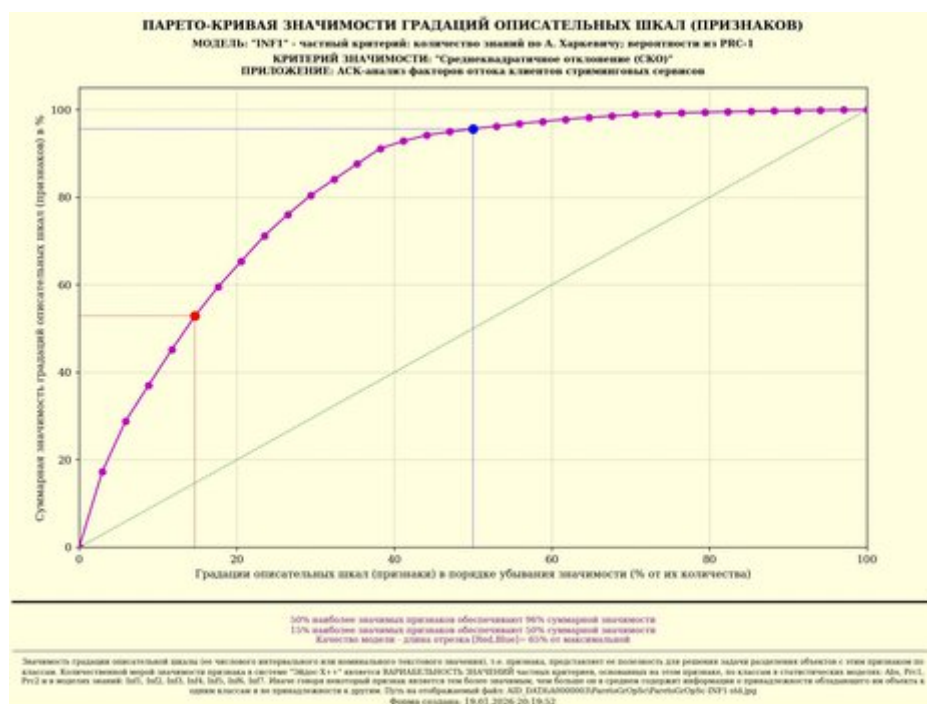


Рисунок 38. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF1

Из рисунка 38 видно, что 8% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 94% суммарного влияния. На рисунке 39 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 16 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 38. Из таблицы 16 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

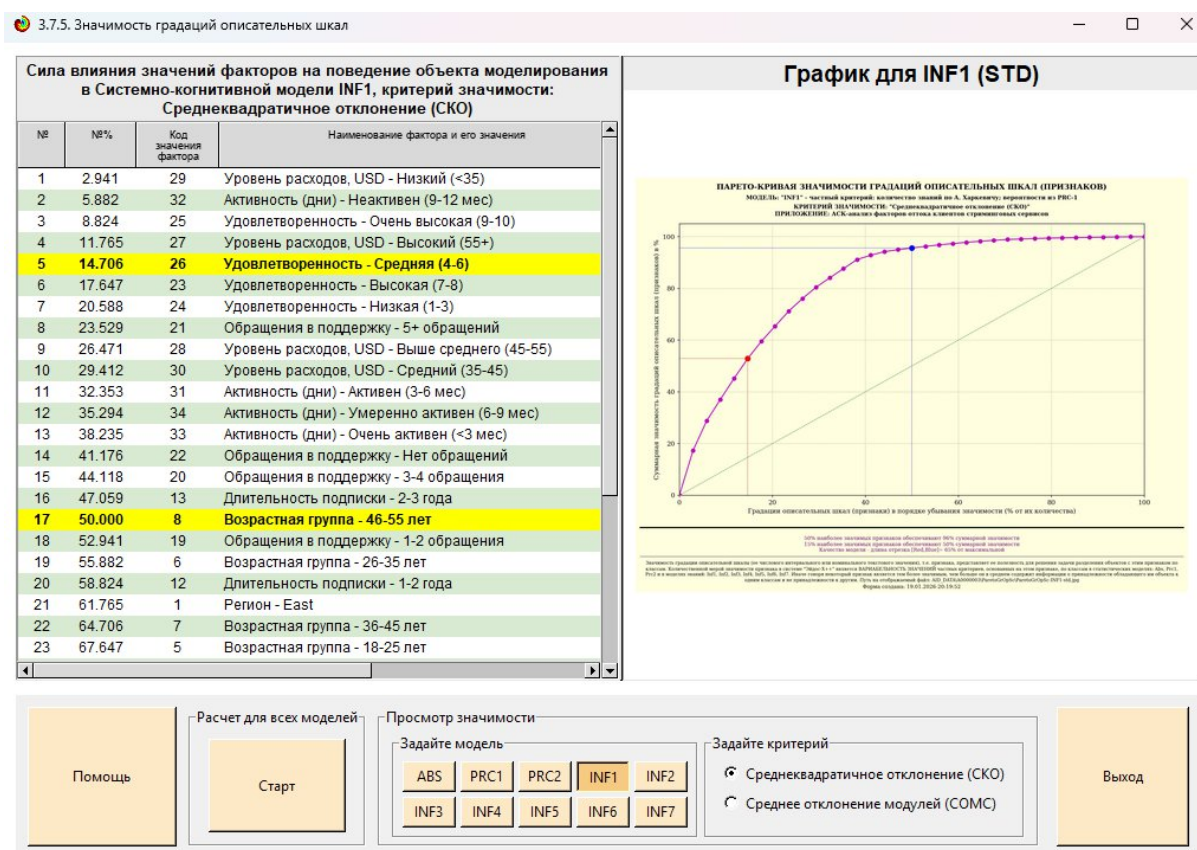


Рисунок 39. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей

Таблица 16 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF1 (фрагмент)

nu m	num_p rc	kod_ atr	name_atr	kod_o psc	znach_ atr	zn_atr nit	znach_ prc	zn_prc nit
1	2,6315 79	16	часов учебы - 4/4- {6.0000000, 8.0000000}	4	0,3685 7	0,3685 7	25,408 41	25,408 41
2	5,2631 58	13	часов учебы - 1/4- {0.0000000, 2.0000000}	4	0,2337 16	0,6022 86	16,111 9	41,520 31
3	7,8947 37	15	часов учебы - 3/4- {4.0000000, 6.0000000}	4	0,1236 32	0,7259 18	8,5229 3	50,043 24
4	10,526 32	14	часов учебы - 2/4- {2.0000000, 4.0000000}	4	0,0953 06	0,8212 23	6,5701 73	56,613 41
5	13,157 89	20	посещаемость - 4/4- {85.0000000, 100.0000000}	5	0,0768 27	0,8980 51	5,2962 98	61,909 71
6	15,789 47	17	посещаемость - 1/4- {40.0000000, 55.0000000}	5	0,0720 85	0,9701 35	4,9693 78	66,879 09
7	18,421 05	32	способ подготовки - репетитор	9	0,0603 88	1,0305 24	4,1630 38	71,042 13
8	21,052 63	29	качество сна - хорошее	8	0,0419 29	1,0724 53	2,8905 06	73,932 64
9	23,684 21	28	качество сна - плохое	8	0,0416 94	1,1141 47	2,8743 23	76,806 96
10	26,315 79	36	материально- техническая база -	10	0,0351 03	1,1492 5	2,4199 35	79,226 89

			низкий уровень					
11	28,947 37	35	материально- техническая база - высокий уровень	10	0,0348 56	1,1841 06	2,4028 84	81,629 78
12	31,578 95	33	способ подготовки - самообучение	9	0,0341 97	1,2183 03	2,3574 57	83,987 23
13	34,210 53	26	часов сна - 3/3- {8.0000000, 10.0000000}	7	0,0303	1,2486 03	2,0888 27	86,076 06
14	36,842 11	31	способ подготовки - онлайн видео	9	0,0243 46	1,2729 49	1,6783 84	87,754 45
15	39,473 68	19	посещаемость - 3/4- {70.0000000, 85.0000000}	5	0,0240 76	1,2970 25	1,6597 23	89,414 17
16	42,105 26	18	посещаемость - 2/4- {55.0000000, 70.0000000}	5	0,0228 19	1,3198 44	1,5731 19	90,987 29
17	44,736 84	30	способ подготовки - групповые занятия	9	0,0160 7	1,3359 15	1,1078 6	92,095 15
18	47,368 42	34	способ подготовки - смешанный	9	0,0160 23	1,3519 38	1,1045 72	93,199 72
19	50	24	часов сна - 1/3- {4.0000000, 6.0000000}	7	0,0108 16	1,3627 53	0,7456 14	93,945 33

Источник: \AID_DATA\A0000027\ParetoGrOpSc\zpr_infl_std.xslx

В таблице 17 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF1.

Таблица 17 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF1

num	num_prc	kod_atr	name_atr	kod_osc	znach_atr	zn_atr_nit	znach_prc	zn_prc_nit	num	num_prc
1	2,941 176	29	Уровень расходов, USD - Низкий (<35)	8	0,1130 21	0,113 021	17,287 85	17,28 785	1	2,941 176
2	5,882 353	32	Активность (дни) - Неактивен (9-12 мес)	9	0,0754 04	0,188 425	11,533 98	28,82 183	2	5,882 353
3	8,823 529	25	Удовлетворенность - Очень высокая (9-10)	7	0,0538 03	0,242 228	8,2297 73	37,05 161	3	8,823 529
4	11,76 471	27	Уровень расходов, USD - Высокий (55+)	8	0,0532 57	0,295 485	8,1463 31	45,19 794	4	11,76 471

5	14,70 588	26	Удовлетворе нность - Средняя (4-6)	7	0,0500 97	0,345 583	7,6629 87	52,86 093	5	14,70 588
6	17,64 706	23	Удовлетворе нность - Высокая (7-8)	7	0,0437 1	0,389 292	6,6858 99	59,54 683	6	17,64 706
7	20,58 824	24	Удовлетворе нность - Низкая (1-3)	7	0,0381 62	0,427 454	5,8372 56	65,38 408	7	20,58 824
8	23,52 941	21	Обращения в поддержку - 5+ обращений	6	0,0381 62	0,465 615	5,8372 56	71,22 134	8	23,52 941
9	26,47 059	28	Уровень расходов, USD - Выше среднего (45- 55)	8	0,0315 14	0,497 13	4,8205 11	76,04 185	9	26,47 059
10	29,41 176	30	Уровень расходов, USD - Средний (35- 45)	8	0,0290 38	0,526 168	4,4417 02	80,48 355	10	29,41 176
11	32,35 294	31	Активность (дни) - Активен (3-6 мес)	9	0,0235 19	0,549 687	3,5975 51	84,08 11	11	32,35 294

Источник: \AID_DATA\A0000003\ParetoGrOpSc\zpr_infl_mad.xlsx

Из таблицы 17 видно, что примерно 54% суммарного влияния на поведение объекта моделирования обусловлено количеством учебных часов и еще 13% – посещаемостью: в сумме 67%, а доступ к интернету оказывает наиболее меньшее влияние: меньше 1%. Таким образом, два наиболее значимых фактора, т.е. 18% от всех факторов, обеспечивают примерно 67% суммарного влияния на объект моделирования.

3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

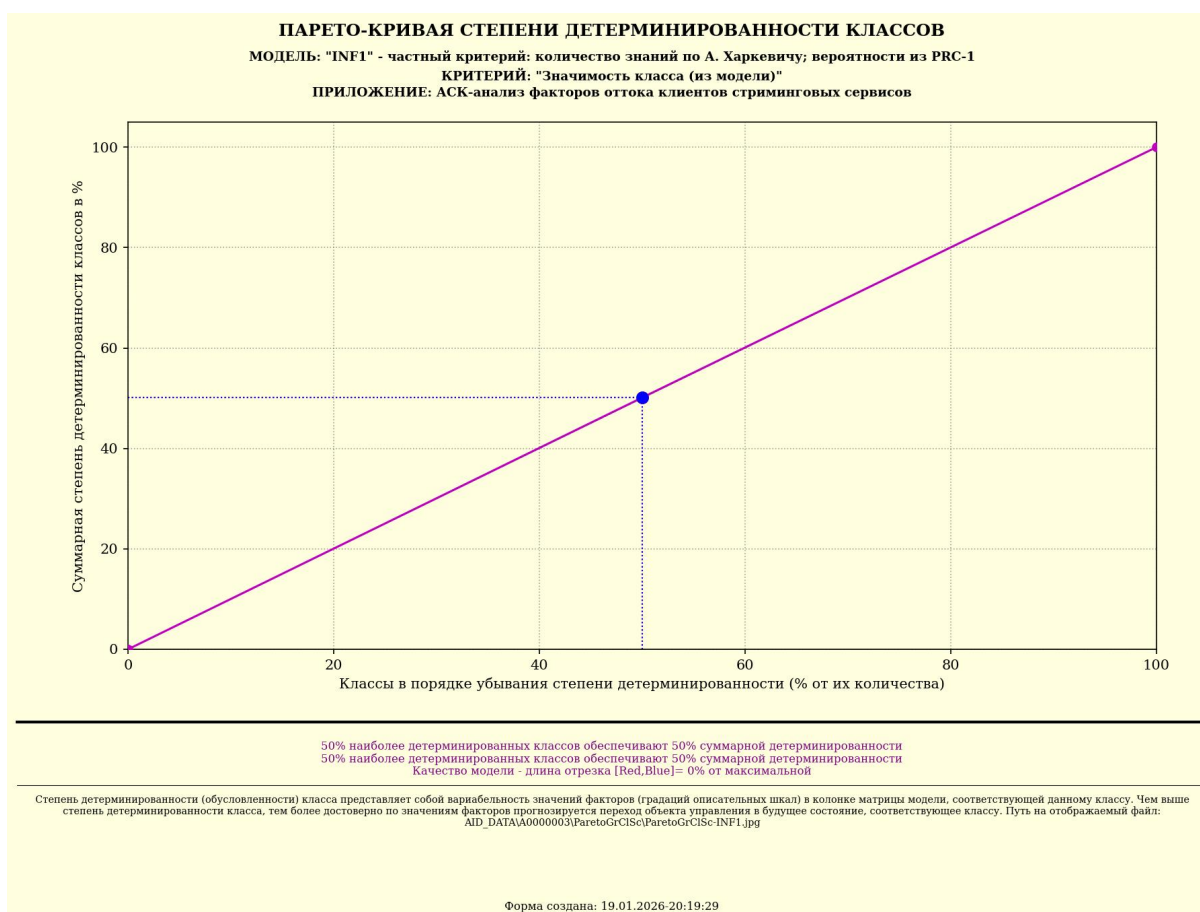
Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается **степенью вариабельности значений факторов** (граций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

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»).

3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунках 40 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:



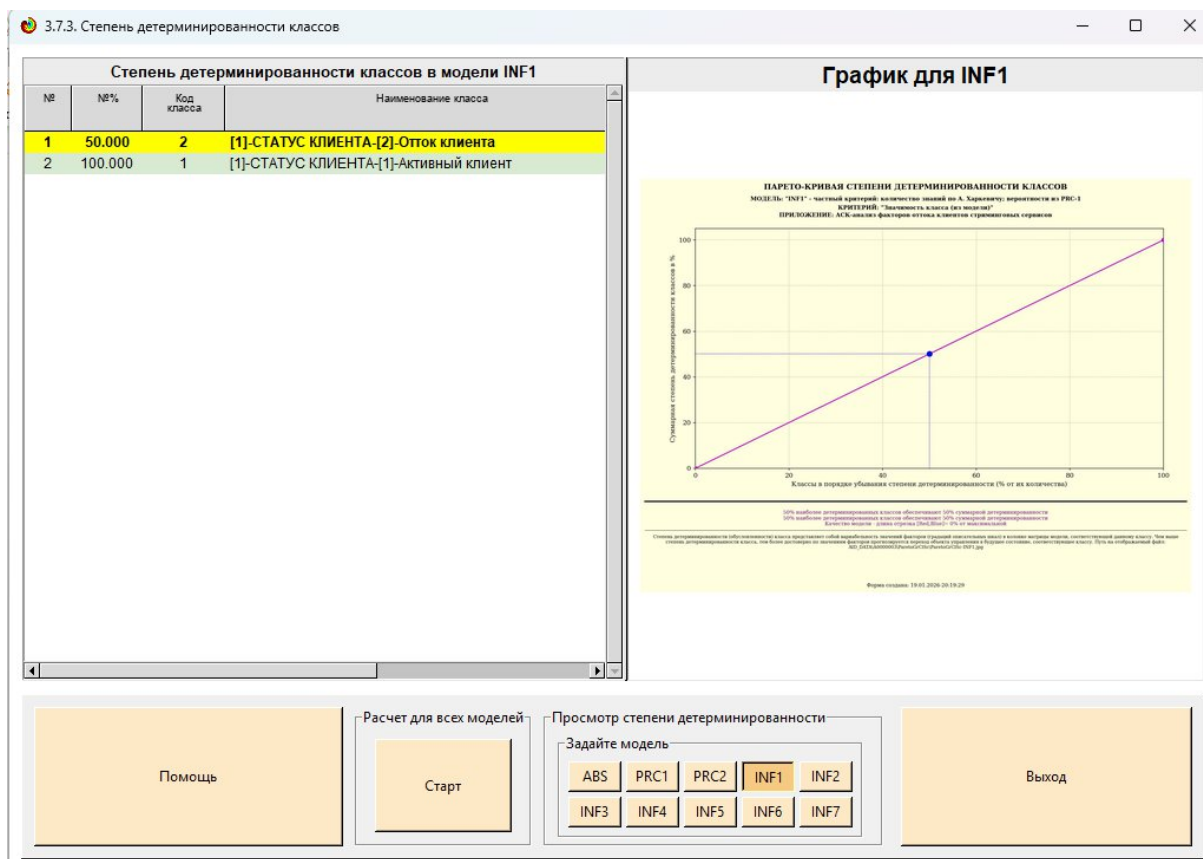


Рисунок 40. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 18 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 40.

Из таблицы 18 видно, какую долю от суммарной степени детерминированности всех классов имеет каждый класс. Степень обусловленности значениями факторов разных будущих состояний объекта моделирования, соответствующие классам, довольно существенно отличается друг от друга.

Например, 50% наиболее жестко детерминированных классов суммарно обеспечивают примерно 78% степень детерминированности, а 50% суммарной детерминированности обеспечивают 25% наиболее жестко детерминированных классов.

Таблица 18 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF1

num	num_prc	kod_cls	name_cls	kod_cls_sc	znach_cls	zn_clsnt	znach_prc	zn_prcnit
1	50	2	[1]-СТАТУС КЛИЕНТА-[2]-Отток клиента	1	0,03575	0,03575	50,1317	50,1317
2	100	1	[1]-СТАТУС КЛИЕНТА-[1]-Активный клиент	1	0,03556	0,07131	49,8682	100

Источник: \AID_DATA\A0000003\ParetoGrClSc\ZKL_INF1.xlsx

В таблице 18 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели INF1. Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций.

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

Полученные результаты можно оценить как успешно решающие сформулированную в работе проблему анализа факторов оттока клиентов и обеспечивающие достижение поставленной цели по выявлению закономерностей поведения пользователей стриминговых сервисов. Эти результаты получены путем применения автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

Анализ полученных результатов, проведенный в данной работе, показал высокую эффективность применения АСК-анализа для исследования поведенческих паттернов клиентов цифровых платформ. Применение АСК-анализа и системы «Эйдос» существенно расширяет возможности решения задач прогнозирования оттока, принятия управленческих решений по удержанию клиентов и исследования факторов лояльности пользователей, по сравнению с традиционными методами анализа данных [25]. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований в сфере цифровых сервисов.

Достижением данной работы является:

1. Возможность корректного построения сопоставимых системно-когнитивных моделей на основе разнородных данных о клиентах, содержащих как категориальные переменные (регион, пол, метод оплаты), так и числовые переменные в различных единицах измерения (возраст, расходы, длительность подписки).

2. Возможность применения системно-когнитивных моделей для решения задач прогнозирования оттока клиентов, принятия решений по их удержанию и исследования факторов, влияющих на лояльность пользователей стриминговых платформ.

В качестве перспективы продолжения исследований можно рекомендовать существенно увеличить объем исходных данных, расширить количество исследуемых факторов (например, включить данные о просмотренном контенте, частоте использования, предпочитаемых жанрах), а также количество классификационных шкал и их градаций для более детального описания сегментов клиентской базы.

Например, можно было бы исследовать в создаваемых системно-когнитивных моделях как поведенческие факторы (паттерны

использования сервиса, частота обращений в поддержку), так и контекстные факторы (сезонность, конкурентная среда, ценовая политика).

Рекомендуется ввести классификационные шкалы, отражающие не только факт оттока клиента, но и степень его лояльности (например, вероятность рекомендации сервиса друзьям, готовность к повышению тарифа), а также экономические показатели (величина lifetime value клиента, прибыльность сегмента, потенциал роста расходов)

Перспективность и ценность результатов подобных исследований для теории и практики управления клиентской базой цифровых платформ не вызывает сомнений, что подтверждается актуальностью проблемы удержания пользователей в условиях высокой конкуренции на рынке стриминговых сервисов[1-49].

У желающих есть все возможности для изучения данной работы и для дальнейших исследований с применением АСК-анализа и системы «Эйдос» на своем компьютере.

Для этого необходимо скачать систему с сайта разработчика по ссылке: http://lc.kubagro.ru/Installation_Eidos.php, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить соответствующее интеллектуальное облачное Эйдос-приложение. По различным аспектам применения данной технологии доступно большое количество видео-занятий (около 300), с которыми можно ознакомиться по ссылкам, приведенным на странице: http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf.

5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)

Анализ результатов численного эксперимента показывает, что решение, разработанное и реализованное в системе «Эйдос», является достаточно эффективным для анализа факторов оттока клиентов стриминговых сервисов. Это позволяет с уверенностью заявить, что цель работы достигнута, а поставленная задача решена. В ходе работы с использованием системы «Эйдос» были созданы статистические и системно-когнитивные модели поведения клиентов.

Было изучено влияние демографических, поведенческих и экономических факторов на вероятность оттока клиентов стримингового сервиса. Установлено, что ключевыми факторами являются уровень удовлетворенности сервисом и количество обращений в службу технической поддержки, в то время как демографические характеристики (возраст, пол, регион) имеют второстепенное значение. На этой основе были успешно решены задачи идентификации клиентов группы риска, классификации пользователей по степени лояльности и анализа моделируемой предметной области через исследование ее когнитивной модели. В работе приводится краткое описание АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

Работа может служить основой для лабораторных работ и научных исследований по применению систем искусственного интеллекта, в частности АСК-анализа, для решения задач в области *когнитивной агрономии* [48, 49].

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. Работы проф.Е.В.Луценко по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm
5. Сайт Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>.
6. Страница Е.В.Луценко в РесечГейт <https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>
7. Страница Е.В.Луценко в РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162.
8. Луценко, Е. В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 61-71. – EDN RNEGHR.
9. 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.
10. Луценко, Е. В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос-X++" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 1367-1409. – EDN SZVWRV.
11. Луценко, Е. В. Сценарный и спектральный автоматизированный системно-когнитивный анализ / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2021. – 288 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.22981.37608. – EDN ZQLITW.
12. Орлов, А. И. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский

государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2022. – 405 с. – ISBN 978-5-907550-62-9. – DOI 10.13140/RG.2.2.15688.44802. – EDN OQULUW.

13. Луценко, Е. В. Автоматизация функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и когнитивных технологий и теории управления)1 / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 131. – С. 1-18. – DOI 10.21515/1990-4665-131-001. – EDN ZRXVFN.

14. Луценко, Е. В. Системное обобщение принципа Эшби и повышение уровня системности модели объекта познания как необходимое условие адекватности процесса его познания / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 163. – С. 100-134. – DOI 10.21515/1990-4665-163-009. – EDN SWKGWY.

15. Луценко, Е. В. Эффективность объекта управления как его эмерджентное свойство и повышение уровня системности как цель управления / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 165. – С. 77-98. – DOI 10.13140/RG.2.2.11887.25761. – EDN UMTAMT.

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

17. 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.

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

19. Работы проф.Е.В.Луценко & С^о по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_identification_presentation_and_use_of_knowledge.htm

20. Пойа Дьердь. Математика и правдоподобные рассуждения. // под редакцией С.А.Яновской. Пер. с английского И.А.Вайнштейна., М., Наука, 1975 — 464 с., <http://ilib.mccme.ru/djvu/polya/rassuzhdenija.htm>

21. Луценко, Е. В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка - Абельсона / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2004. – № 5. – С. 14-35. – EDN JWXMKX.

22. Работы проф.Е.В.Луценко & С^о по когнитивным функциям: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_functions.htm

23. 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.

24. 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.

25. 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>

26. Монографии по АСК-анализу: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746370

27. Некоторые учебники и учебные пособия проф.Е.В.Луценко: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746372.

28. Свидетельства Роспатента на систему «Эйдос» и ее подсистемы: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm#_Toc128746371.

29. Тематические подборки публикаций по применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в различных предметных областях: http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm

30. Работы по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm.

31. Работы по АСК-анализу изображений: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_images.htm

32. Работы по АСК-анализу текстов: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_ASK-analysis_of_texts.htm

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

34. 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

35. Работы по экологии, климатологии и изучению влияния космической среды на различные глобальные процессы на Земле: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_study_of_the_influence_of_the_space_environment_on_various_processes_on_Earth.htm

36. Работы по современным информационно-коммуникационным технологиям в научно-исследовательской деятельности и образовании: http://lc.kubagro.ru/aidos/Information_and_communication_technologies_in_research_activities_and_education.htm

37. Работы по виртуальной реальности: http://lc.kubagro.ru/aidos/Virtual_reality_publications.htm

38. Работы по когнитивной ветеринарии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Publications_on_cognitive_veterinary_medicine.htm

39. Работы по когнитивной агрономии и когнитивной ампеелографии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_cognitive_agronomy.htm

40. Работы по тематике, связанной с АПК: http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_with_agricultural.htm

41. Работы по наукометрии: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_scientometrics.htm

42. Работы о высших формах сознания, перспективах человека, технологии и общества: http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_higher_forms_of_consciousness.htm

43. Работы по разработке и применению профессиограмм и тестов (психологических, профориентационных, медицинских и ветеринарных): http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_the_development_and_application_tests.htm

44. Работы по сценарному автоматизированному системно-когнитивному анализу (сценарный АСК-анализ): http://lc.kubagro.ru/aidos/Works_on_Scenario_ASC-analysis.htm

45. MVP-проект «Внедрение технологий АСК-анализа и системы «Эйдос» для решения задач АПК»: <http://lc.kubagro.ru/aidos/MVP-projects.htm>

46. Кратко об АСК-анализе и системе «Эйдос»: http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf

47. Ссылки на видео-занятия и проф.Е.В.Луценко в Пермском национальном университете: <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/w3y-2ir-ukd-bqn> (2021), <https://bigbluebutton.pstu.ru/b/3kc-n8a-gon-tjz> (2022), в Кубанском государственном университете и Кубанском государственном аграрном университете: <https://disk.yandex.ru/d/knISAD5qzV83Ng?w=1>

48. Луценко, Е. В. Революция начала XXI века в искусственном интеллекте: глубинные механизмы и перспективы / Е. В. Луценко, Н. С. Головин. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2024. – 394 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.17056.56321. – EDN OMIPIL.

49. Луценко Е.В. Системы искусственного интеллекта как системы автоматизации процесса научного познания и удвоение номенклатуры научных специальностей путем применения этих систем для исследований в различных направлениях науки / Е.В. Луценко, Н.С. Головин // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2024. – №01(195). С. 74 – 111. – IDA [article ID]: 1952401009. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2024/01/pdf/09.pdf>, 2,375 у.п.л.