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 влияния факторов на цену поездки на такси»

Выполнил студент группы: ИТ2441 Набока Даниил Александрович

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 Набока Даниила Александровича
курса 2 очной формы обучения группы ИТ2441
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ влияния факторов на цену поездки на такси»
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: 90 страниц, 39 рисунков, 18 таблиц, 49 литературных источников.

Ключевые слова: СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, AIDOS, КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ, МОДЕЛИ, ШКАЛЫ, КЛАССЫ.

Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) влияния факторов на цену поездки на такси направлен на исследование факторов, влияющих на конечную цену поездки.

Целью работы является проведение автоматизированного системно-когнитивного анализа зависимости различных факторов на цену поездки.

Для достижения цели требуется проанализировать методы создания обобщенных представлений классов и решения задач идентификации объектов с применением методов принятия решений и изучения моделируемой области путем анализа модели.

АСК-АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ НА ЦЕНУ ПОЕЗДКИ НА ТАКСИ

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

Современный рынок таксомоторных услуг характеризуется высокой волатильностью и множеством факторов, влияющих на конечную цену поездки – от уровня спроса и погодных условий до расстояния маршрута и дня недели. Понимание того, как эти переменные взаимодействуют и формируют тарифы, имеет практическое значение для пассажиров, водителей и операторов платформ: оно помогает корректно прогнозировать стоимость, оптимизировать динамическое ценообразование и снижать непредвиденные затраты и риски. В рамках данного исследования ставится задача выявить статистически значимые зависимости между уровнем спроса, погодой, длиной поездки, календарными факторами (включая день недели) и ценой поездки, а также построить модели, способные адекватно предсказывать тариф с учётом указанных характеристик. Результаты работы направлены на повышение прозрачности формирования тарифов, улучшение качества маршрутных рекомендаций и поддержание баланса интересов между пассажирами и сервис-провайдерами, что в конечном итоге способствует более эффективному функционированию рынка такси.

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

ASK-ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FACTORS ON THE PRICE OF A TAXI RIDE

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

The modern taxi market is characterized by high volatility and a variety of factors that affect the final price of a trip, from the level of demand and weather conditions to the route distance and day of the week. Understanding how these variables interact and shape fares is of practical importance for passengers, drivers, and platform operators: it helps them correctly predict costs, optimize dynamic pricing, and reduce unforeseen costs and risks. The aim of this study is to identify statistically significant relationships between the level of demand, the weather, the length of the trip, calendar factors (including the day of the week) and the price of the trip, as well as to build models that can adequately predict the fare based on these characteristics. The results of the work are aimed at increasing the transparency of fare formation, improving the quality of route recommendations and maintaining a balance of interests between passengers and service providers, which ultimately contributes to a more efficient functioning of the taxi market.

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

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 работымаи 10

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 11

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 24

3.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 24

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 30

3.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 30

3.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе 38

3.4. *Задача-4.* Верификация моделей 42

3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 42

3.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе 42

3.5. *Задача-5.* Выбор наиболее достоверной модели 45

3.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 45

3.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе 45

3.6. *Задача-6.* Системная идентификация и прогнозирование 46

3.6.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 46

3.6.1.1. Интегральный критерий «Сумма знаний» 47

3.6.1.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний» 48

3.6.1.3. Важные математические свойства интегральных критериев 49

3.6.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос»..... 50

3.7. *Задача-7.* Поддержка принятия решений..... 53

3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ 53

3.7.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 53

3.7.1.2. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос» 54

3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос» 55

3.7.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 55

3.7.2.2. Конкретное решение задачи управления в данной работе в системе «Эйдос» 59

3.8. *Задача-8.* Исследование объекта моделирования путем исследования его модели..... 59

3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы) 59

3.8.1.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 59

3.8.1.2. Конкретное решение задачи в данной работе 59

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов..... 61

3.8.2.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 61

3.8.2.2. Конкретное решение задачи в данной работе 62

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал 65

3.8.3.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 65

3.8.3.2. Конкретное решение задачи в данной работе 65

3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны..... 68

3.8.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 68

3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе 69

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть..... 70

3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 70

3.8.5.2. Конкретное решение задачи в данной работе 71

3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения)..... 71

3.8.7.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 71

3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе 72

3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения) 74

3.8.8.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 74

3.8.8.2. Конкретное решение задачи в данной работе 74

3.8.9. Когнитивные функции 76

3.8.9.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области..... 76
3.8.9.2. Конкретное решение задачи в данной работе 76
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций 79
3.8.10.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 79
3.8.10.2. Конкретное решение задачи в данной работе 80
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал 83
3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области 83
3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе 83
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)..... 85
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)..... 86
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА) 87

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

Рынок таксомоторных услуг представляет собой динамичную и сложную предметную область, где конечная цена поездки формируется под воздействием множества взаимосвязанных количественных и качественных факторов. На тариф влияют такие характеристики, как уровень спроса и загрузки платформы, погодные условия (дождь, снег, температура), длина и продолжительность маршрута, а также календарные и временные факторы – день недели и время суток. Помимо этого, на цену воздействуют дорожная ситуация (пробки), доступность водителей, правила и ограничения тарифообразования со стороны платформ и регуляторов, а также особенности сервиса (тип автомобиля, наличие повышенных тарифов за премиум-услуги или багаж).

Процесс сбора и подготовки данных в данной области осложнён высокой степенью неравномерности и информационной асимметрии: данные о поездках часто содержат пропуски или противоречивые записи (ошибочные координаты, неверные метки времени), в них присутствуют выбросы (анормально высокие или низкие тарифы из-за ошибок или локальных акций), а поведение пользователей и водителей может кардинально меняться при экстремальных событиях (праздники, погодные аномалии, массовые мероприятия). Кроме того, динамическое ценообразование платформ создаёт дополнительные искажения, которые необходимо учитывать при анализе.

Ключевой задачей в предметной области является построение устойчивых и интерпретируемых моделей, способных корректно учитывать нелинейные взаимодействия между факторами (например, влияние погоды на цену может зависеть от уровня спроса и длины поездки), категориальные признаки (тип сервиса, район посадки/высадки) и редкие события (резкие пиковые нагрузки, экстремальные погодные условия). Модель должна быть робастной к шуму и пропускам в данных, выявлять и корректно трактовать выбросы, а также обеспечивать объяснимые выводы для оператора платформы и конечных пользователей.

Таким образом, исследуемая предметная область представляет собой совокупность процессов, данных и моделей, направленных на качественную и количественную оценку влияния характеристик. Повышение точности и прозрачности оценки способствует оптимизации ценообразования, снижению экономических потерь участников и повышению эффективности функционирования сферы такси.

1.2. Объект и предмет исследования

Объект исследования (моделирования) – услуги такси.

Предмет исследования – выявление взаимосвязи между различными факторами и ценой поездки на такси.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

Рынок таксомоторных услуг характеризуется высокой динамикой спроса и предложений, значительными колебаниями в пространстве и времени и наличием множества факторов, формирующих конечную цену поездки. Участники экосистемы – пассажиры, водители и агрегаторы – сталкиваются с необходимостью быстро и корректно определять адекватную стоимость поездки с учётом изменяющихся условий: уровня спроса, погодных условий, длины и продолжительности маршрута, календарных факторов (день недели, праздники), а также дорожной ситуации и ограничений со стороны регуляторов. Основная проблема заключается в недостаточной точности и прозрачности текущих методов ценообразования в условиях неполных, шумных и разрозненных данных, что приводит к неоптимальному распределению ресурсов, недовольству пользователей и экономическим потерям для водителей и платформ.

Актуальность исследования вызвана несколькими взаимосвязанными факторами. Во-первых, корректное прогнозирование цены напрямую влияет на удовлетворённость пассажиров и устойчивость доходов водителей: завышённые или непредсказуемые тарифы уменьшают лояльность клиентов, в то время как неадекватное вознаграждение снижает мотивацию водителей и ухудшает качество сервиса. Во-вторых, для агрегаторов и диспетчерских систем важна точность прогнозов для оптимального распределения автопарка, снижения времени ожидания и минимизации числа пустых пробегов; ошибки в оценке стоимости и спроса ведут к перерасходу ресурсов и росту операционных затрат. В-третьих, влияние внешних обстоятельств – резкие изменения погодных условий, массовые мероприятия, изменение трафика или сезонные колебания спроса – делает статические правила тарифообразования малоэффективными и подчёркивает необходимость адаптивных моделей.

Дополнительные сложности создаёт качество и структура доступных данных: в реальных логах поездок часто встречаются пропуски и ошибки (неверные метки времени, некорректные координаты), выбросы в тарифах, а также неоднородность данных по районам и временным интервалам. Это требует применения методов, устойчивых к шуму и пропускам, способных обнаруживать аномалии и корректно учитывать взаимодействия между факторами (например, зависимость влияния погоды от уровня спроса и длины поездки). Кроме того, важным требованием является интерпретируемость моделей: операторы платформ, регуляторы и

пользователи должны понимать, почему формируется та или иная цена, чтобы повышать доверие и соблюдать нормативные ограничения.

Решение указанной проблемы позволит повысить точность прогнозов цен и прозрачность тарифообразования, что принесёт практическую пользу всем участникам рынка: пассажиры получат более предсказуемые и справедливые тарифы, водители – стабильные и адекватные доходы, агрегаторы – инструменты для оптимизации распределения и планирования. Практическая значимость работы заключается в разработке методов и инструментов для автоматизированной оценки и прогнозирования стоимости поездки в реальном времени, поддержки принятия решений при управлении флотом и ценообразовании, а также в повышении качества рекомендаций и доверия пользователей. Поэтому исследование влияния уровня спроса, погодных условий, длины поездки и календарных факторов на цену такси является востребованным направлением прикладной аналитики и машинного обучения в транспортной сфере.

1.4. Цель работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

Достижение поставленной цели обеспечивается решением ряда ***задач*** и подзадач, которые являются ***этапами*** достижения цели. Конкретная формулировка этих задач зависит от метода решения проблемы, поэтому обоснованно мы сформулируем их в конце раздела, т.е. после обоснованного выбора метода решения проблемы и его краткого описания.

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 интернете 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 годов[1] 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 слов[2].

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

АСК-анализ включает:

– теоретические основы, в частности базовую формализуемую когнитивную концепцию;

– математическую модель, основанную на системном обобщении теории информации (СТИ);

– методику численных расчетов (структуры баз данных и алгоритмы их обработки);

– программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос» (интеллектуальная система «Эйдос»).

Более подробно математический метод АСК-анализа описан в работе [3] и ряде других [5]. Около половины из 706 опубликованных автором

---

[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

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 США[4].

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, психологическими и медицинским наукам, еще несколько докторских и кандидатских диссертаций по техническим, эконмическим, 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 РФ[6]). Основные научные специальности, которым соответствует научная школа:

– 5.12.4. Когнитивное моделирование;

– 1.2.1. Искусственный интеллект и машинное обучение;

– 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации.

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

– Автоматизированный системно-когнитивный анализ числовых и текстовых табличных данных [1-47];

– Автоматизированный системно-когнитивный анализ текстовых данных [32];

– Спектральный и контурный автоматизированный системно-когнитивный анализ изображений [31];

– Сценарный автоматизированный системно-когнитивный анализ временных и динамических рядов [44].

Приводить здесь ссылки на все эти работы здесь вряд ли целесообразно. Отметим лишь, что у автора есть личный сайт [5] и

---

[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/

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/ZCKZRKvrlEMBWOk8, 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, приятия 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);

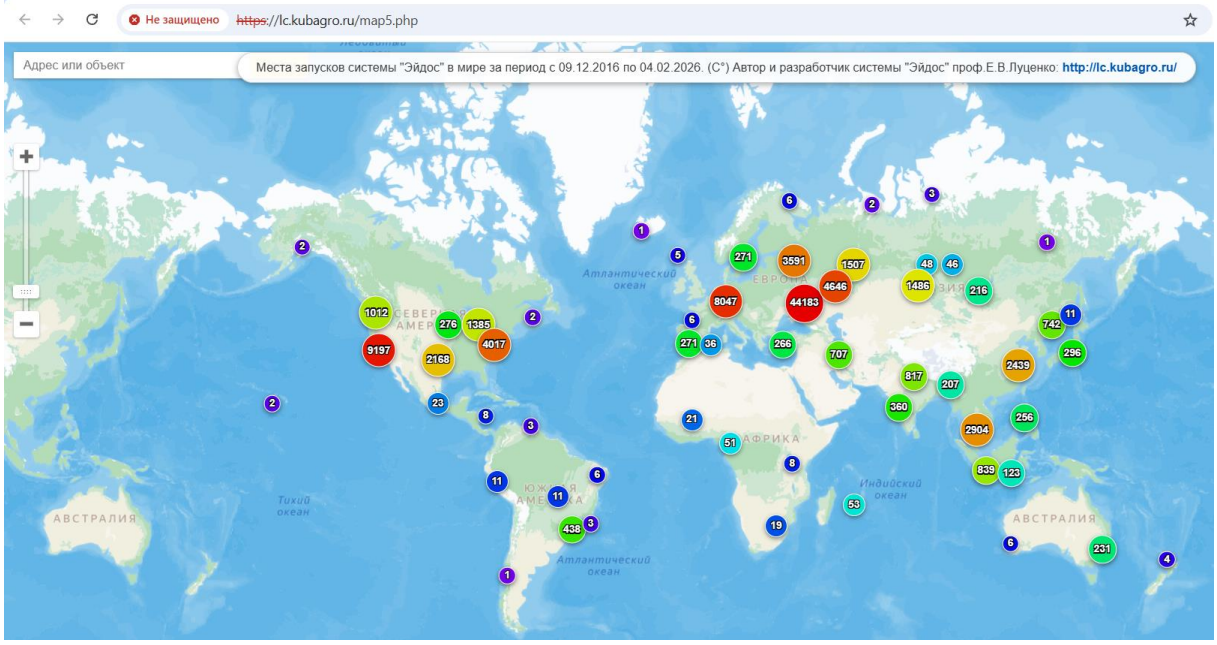
- находится в полном открытом бесплатном доступе (http://lc.kubagro.ru/aidos/_Aidos-X.htm), причем с актуальными исходными текстами (http://lc.kubagro.ru/__AidosALL.txt): открытая лицензия: CC BY-SA 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/), и это означает, что ей могут пользоваться все, 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 2023-2025 годы. С 2023 развитие системы «Эйдос» осуществляется на языках Питон (Python), C++, а также Аляска-2.0 + Экспресс++.

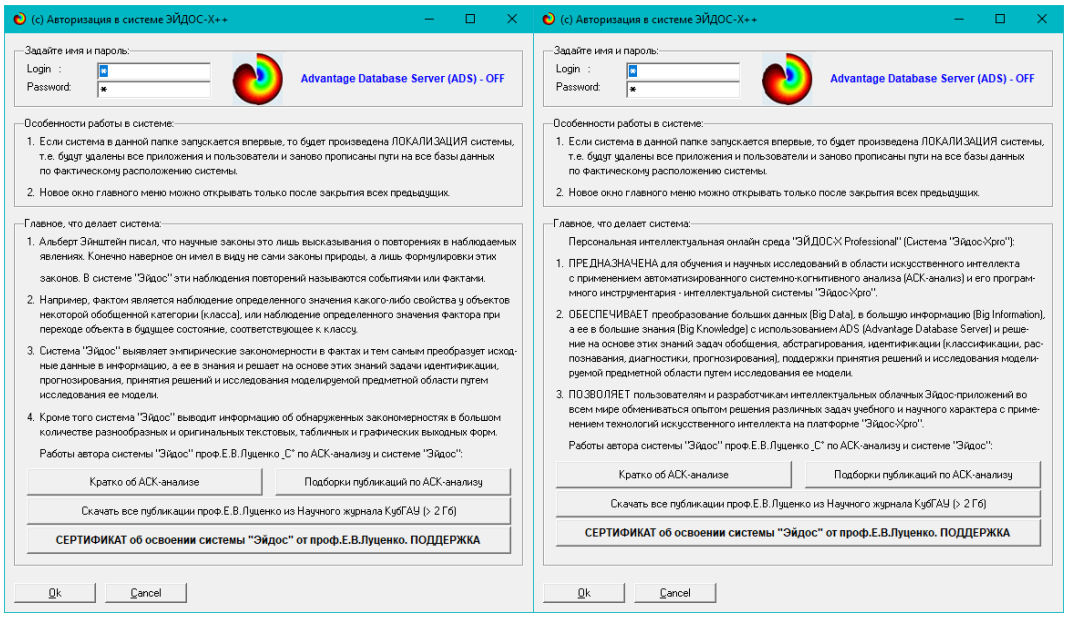
7-й этап, «эра Питона и DuckDB»: с 2025 по настоящее время. С 07.08.2025 развитие системы «Эйдос» осуществляется полностью на языке Питон (Python). При необходимости привлекаются и другие языки.

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

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

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

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



---

[7] http://lc.kubagro.ru/aidos/How_to_make_your_own_cloud_Eidos-application.pdf

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

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-Х++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password:

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

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

Объявление о получении магистерского образования по искусственному интеллекту в КубГУ:

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

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

2. 09.04.02 Информационные системы и технологии (Искусственный интеллект и машинное обучение);
   09.04.02 Информационные системы и технологии (Искусственный интеллект и машинное обучение);
   01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем.и инф.обеспечение эконом.деятельности);
   01.04.02 Прикладная математика и информатика (Матем.модел.в естествознании и технологиях);
   01.04.02 Прикладная математика и информатика (Технологии програм.и разр.инф.-коммун.систем);
   02.04.02 Фунд.информатика и информ.технологии (Интеллектуальные системы и технологии).

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

Кратко об АСК-анализе | Подборки публикаций по АСК-анализу

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

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

Ok | Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-Х++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password:

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

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

Announcement of own fonts of the Eidos system:

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

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

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

Кратко об АСК-анализе | Подборки публикаций по АСК-анализу

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

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

Ok | Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-Х++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password:

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

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

Приглашение к размещению интеллектуальных облачных Эйдос-приложений:

Уважаемые пользователи системы "Эйдос" во всем мире: http://lc.kubagro.ru/map5.php!

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

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

Кратко об АСК-анализе | Подборки публикаций по АСК-анализу

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

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

Ok | Cancel

(c) Авторизация в системе ЭЙДОС-Х++

Задайте имя и пароль:

Login :

Password:

Advantage Database Server (ADS) - OFF

Особенности работы в системе:

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

Пояснение о некорректном запуске системы "Эйдос":

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

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

Кратко об АСК-анализе | Подборки публикаций по АСК-анализу

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

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

Ok | Cancel

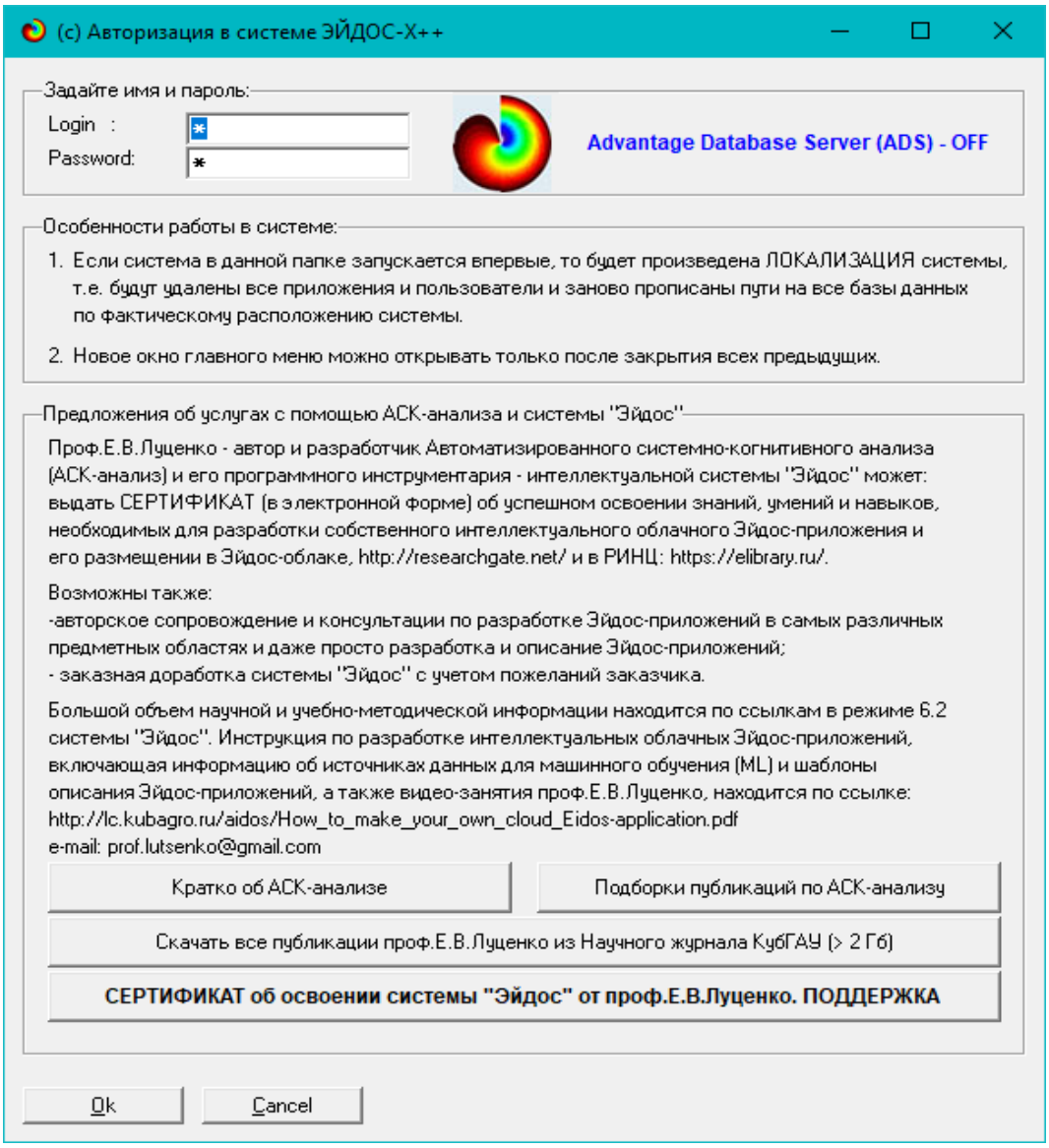


Рисунок 2. Титульные видеограммы версии системы «Эйдос» на xBase++

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;

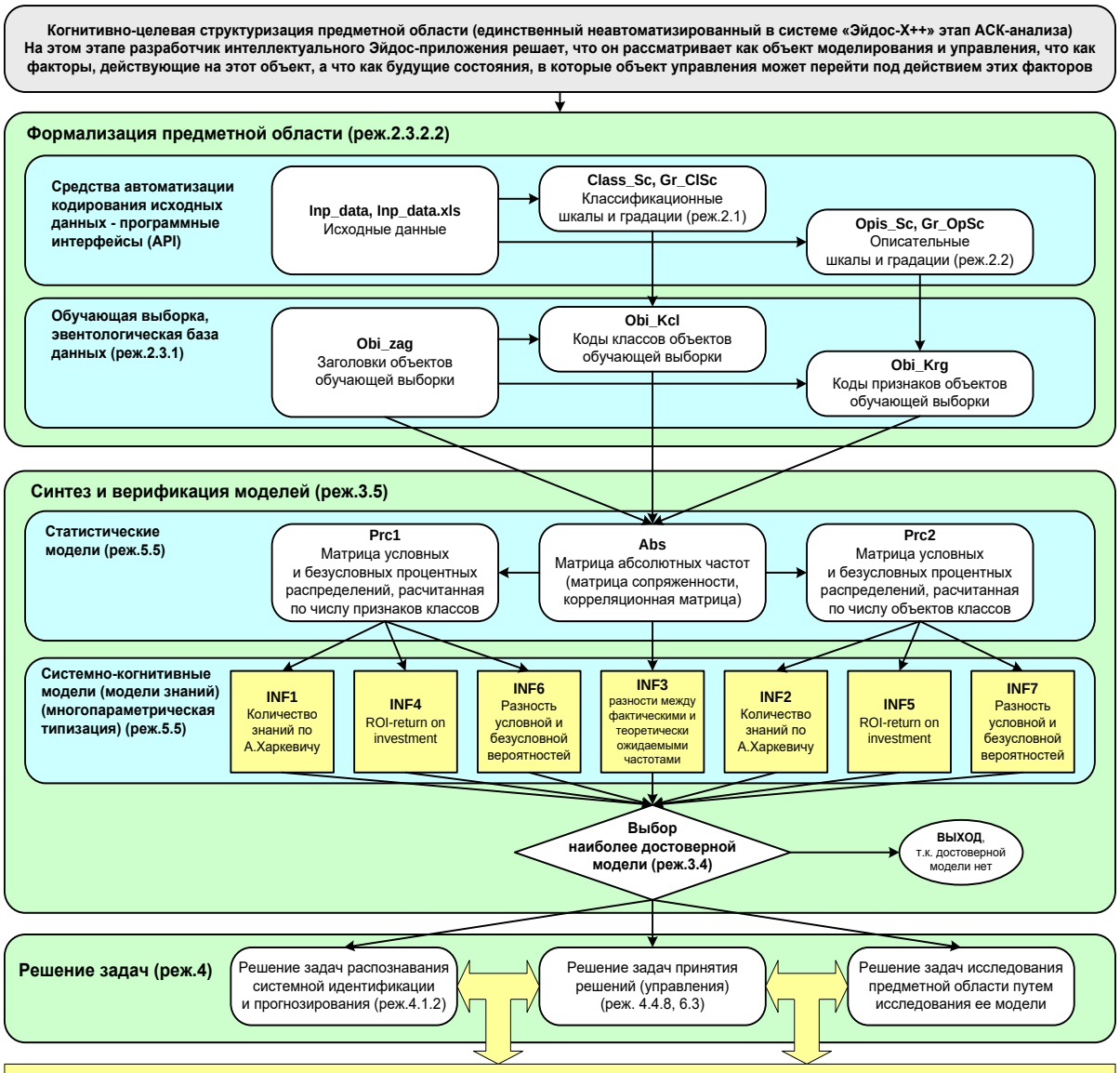
8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

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 фактора на конечную цену поездки.

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



Если модель адекватна, **достоверна**, т.е. соответствует действительности, то и результаты решения задач в этой модели также соответствуют действительности. Это значит, что если достоверность модели низка или неизвестна, то применять ее для решения реальных задач нельзя. Если же это делается, то является авантюризмом и профанацией науки.

О соотношении задач.

- распознавание, классификация, идентификация и диагностика (это одно и тоже, т.е. синонимы). При решении этих задач определяется степень сходства/различия образа конкретного объекта с обобщенными образами классов.
- идентификация и прогнозирование (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, по сути, **прогнозирование - это идентификация будущих состояний, т.е. это тоже идентификация, но не в пространстве (настоящем), а в пространстве-времени**;
- прогнозирование и принятие решений (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**);
- принятие решений путем многократного многовариантного прогнозирования при различных сочетаниях значений факторов невозможно из-за комбинаторного взрыва. Прогнозирование может быть **элементом** принятия решения, т.е. применено для оценки **адекватности** рассматриваемого уже ранее сформированного другим методом варианта решения, но оно в реальных случаях, т.е. когда много факторов, не может быть применено для выработки самого варианта решения;
- принятие решений и исследование моделируемой предметной области (задача принятия решений является обратной по отношению к задаче прогнозирования только в простейшем случае: в случае использования SWOT-анализа. Однако SWOT-анализ имеет свои ограничения: может быть задано только **одно** будущее целевое состояние, некоторые рекомендуемые факторы может **не быть** технологической и финансовой **возможности использовать**. Поэтому в АСК-анализе и системе «Эйдос» реализован развитый алгоритм принятия решений п.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.)

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 неавтоматизированном 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/mlfool/yandex-taxi-saint-petersburg

Данные содержат поездки на такси, совершенные через Яндекс Такси в Санкт-Петербурге.

В данной работе в качестве ***объекта моделирования*** выступают поездки на такси, в качестве ***факторов:*** продолжительность, погодные условия, время суток, день недели и уровень спроса (таблица 1), а в качестве ***результатов*** действия этих факторов – цена поездки (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	Length of the trip
2	Weather
3	Time in a day
4	Day of the week
5	Demand

Источник: C:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Opis_Sc.xlsx

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	Cost

Источник: C:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\Class_Sc.xlsx

Самыми интересными факторами являются: погодные условия, время суток и день недели.

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 цену поездки в такси


```
Date and time of start of the trip,Coordinate of start of the trip,Coordinate of end of the trip,Length of the trip,Weather,Time in a day,Day of the week,Demand,Cost,start_lat,start_lon,end_lat,end_lon
2024-11-11 23:55:20,"(59.937390, 30.360035)","(59.804680, 30.279073)",15.51680328281609,cloudy,evening,Saturday,-0.2103788374459287,896.2561607514962,59.9373897289235,30.36003478429467,59.80468001511926,30.279073318422785
2024-11-03 03:15:55,"(59.930425, 30.358578)","(59.924898, 30.353040)",0.8516902619384852,cloudy,night,Friday,-0.0835275972295702,339.1440595013805,59.93042508878067,30.358577690552536,59.92489830520938,30.353040346174 53
2024-11-15 10:32:41,"(59.942846, 30.299823)","(59.793490, 30.249374)",19.25830479016321,sunny,morning,Wednesday,-0.0725077504951662,1013.9557084388516,59.94284590432539,30.29982254608431 4,59.79349032829864,30.2493735312401
2024-11-26 10:16:48,"(59.935855, 30.304162)","(59.806697, 30.277012)",15.040192131762945,snow,morning,Sunday,-0.5909493568820988,960.6042266419 85,59.93585461880856,30.304162194706336,59.80669720828581,30.27701185147599
2024-11-30 05:40:54,"(59.971625, 30.307775)","(59.929293, 30.356130)",6.396712871999955,cloudy,night,Thursday,-0.0659945799929276,511.3587280967959,59.97162471015416,30.30777486539357,59.92929258721 3496,30.356130414915548
2024-11-09 03:49:08,"(59.941769, 30.307694)","(60.010576, 30.383489)",10.82364061371031,rain,night,Thursday,-0.0898617744369635,681.6780338411469,59.94176933951261,30.30769356904608,60.01057606108526,30.383489321550496
2024-11-02 11:25:04,"(60.006938, 30.372440)","(59.967832, 30.310193)",5.801854551591732,rain,morning,Thursday,-0.0866203153514433,491.1804468996589,60.00693766760656,30.37244025419844,59.96783171963685 5,30.3101929255343 5
2024-11-03 00:06:38,"(59.849922, 30.285733)","(59.966309, 30.328331)",14.737530251484142,sunny,night,Friday,-0.0605693632652734,816.139131483129,59.84992171399299,30.285732671802503,59.96630870628344,30.32833147264207
2024-11-18 01:17:41,"(59.974268, 30.310610)","(59.996327, 30.379304)",4.892034186775303,cloudy,night,Saturday,-0.1387177192699247,472.8616136397477,59.97426801023264,30.310609549486635,59.99632708338868,30.379303623110307
2024-11-06 06:38:28,"(59.808626, 30.256772)","(59.926694, 30.348328)",15.508341797590168,cloudy,morning,Monday,-0.0657499481972013,814.8069932040007,59.80862622152903,30.256771979555207,59.92669350758948,30.348328456867417
2024-11-20 00:21:15,"(59.938056, 30.358042)","(59.792441, 30.260451)",19.707245269656784,cloudy,night,Monday,-0.0827438098454 53,997.3223258414936,59.93805645307442,30.35804209531205,59.7924407228679 3,30.260451419852814
2024-11-25 22:06:13,"(59.935792, 30.373776)","(59.784677, 30.260901)",20.940798596894844,cloudy,evening,Saturday,-0.1828823480088087,1063.7349136475214,59.93579239576454 4,30.37377633410794,59.78467660285942,30.26090060721576
2024-11-06 11:33:01,"(59.843328, 30.262173)","(59.860049, 30.287593)",2.3535687359573965,cloudy,morning,Monday,-0.0827130790960379,397.9334622719814,59.84332783995748,30.262173277487 75,59.86004869089948,30.287592890393203
2024-11-16 18:19:57,"(60.008224, 30.392894)","(59.842492, 30.277501)",23.34120495574766,rain,evening,Thursday,-0.4069604308961606,1177.242256450395,60.00822425936017,30.392894390480 84,59.84249195316202 5,30.27750106981019
2024-11-22 21:39:09,"(59.946505, 30.300191)","(59.938806, 30.322453)",1.5701954957431452,sunny,evening,Wednesday,-0.1499473786312684,341.7135147422257,59.94650476701984,30.300191472725373,59.938805953239765,30.322453088020 05
2024-11-01 22:30:26,"(60.009661, 30.388646)","(60.013109, 30.385765)",0.5071634186796082,cloudy,evening,Wednesday,-0.1445223930827743,375.6718933469665 6,60.00966116721051,30.38864649033676,60.01310939255959,30.38576532403772
2024-11-25 11:54:05,"(59.806372, 30.247663)","(60.012143, 30.389503)",25.44683456614669,rain,morning,Saturday,-0.2043306420700711,1250.9258458581724,59.80637194360173,30.24766326898559,60.012142706210 64,30.389502685725 28
2024-11-01 06:22:18,"(59.943696, 30.304748)","(60.005854, 30.387551)",9.125099713819129,cloudy,morning,Wednesday,-0.0784886617572288,646.9629435655538,59.94369614513308,30.30474821350756,60.00585377610116,30.38755143712007
2024-11-31 15:17:06,"(59.796638, 30.255461)","(59.809536, 30.270079)",1.8596930628103097,cloudy,afternoon,Friday,-0.1181308595066431,361.5083819070081,59.79663787257539,30.255461291263 41,59.80953601617406,30.270079422820853
2024-11-25 04:02:13,"(59.919922, 30.340172)","(59.936066, 30.308746)",2.5130584070529296,cloudy,night,Saturday,-0.1472601581349516,380.1978931926325,59.91992175294331,30.340171652984253,59.93606631295877,30.308745692161068
2024-11-21 05:15:09,"(59.922325, 30.367536)","(60.011097, 30.405593)",10.73025370626664,sunny,night,Tuesday,-0.0623599553727843,677.5656199346924,59.92232455119447,30.367536356372 69,60.01109718796816,30.40559328433953
2024-11-13 07:22:23,"(59.799187, 30.275111)","(59.969624, 30.319934)",21.81474459093914,sunny,morning,Monday,-0.0783654086033888,1067.859356112293,59.79918743587105,30.275110733728 51,59.96962381988213,30.319933653165474
2024-11-24 22:39:55,"(59.790475, 30.266933)","(59.970205, 30.329289)",24.84423852692146 5,rain,evening,Friday,-0.7935543899663354,1378.2424210304328,59.79047451599068,30.2669325788108,59.970205425722 2,30.32928893184409
2024-11-20 19:59:43,"(59.963773, 30.324997)","(59.967916, 30.329206)",0.5615648980760254,cloudy,evening,Monday,-0.1481963791190071,375.7851471931939,59.96377262623311,30.324997441313386,59.96791648096749 6,30.329205658665263
2024-11-02 06:27:29,"(59.979085, 30.308095)","(59.794766, 30.276542)",21.04095427795334 3,cloudy,morning,Thursday,-0.0735236051863642,1037.8532250689918,59.97908539743 91,30.308094650451803,59.79476557091986,30.2765417217722
2024-11-04 17:24:41,"(59.843681, 30.266999)","(59.965021, 30.316132)",14.537315647346958,cloudy,afternoon,Saturday,-0.1021635432982203,819.4301017279886,59.84368144592583,30.266999138453805,59.96502073396223,30.316131788404 44
2024-11-03 00:51:29,"(59.941833, 30.317422)","(59.806864, 30.273955)",18.87972233538273,sunny,night,Friday,-0.0777774806466 15,983.2475136920132,59.94183277946931,30.31742204101872,59.80686351208049,30.273955344349627
2024-11-10 11:01:05,"(59.948198, 30.302762)","(59.926383, 30.355319)",4.382317688424477,rain,morning,Friday,-0.0857885209462413,457.4763383565242,59.94819793482503,30.302761981540502,59.926382710477 15,30.355319017948347
2024-11-12 12:28:36,"(59.957118, 30.295796)","(59.964539, 30.296599)",0.8721883479797833,cloudy,afternoon,Sunday,-0.1248197668491017,344.9000105526870 4,59.95711755451511,30.295796294936075,59.96453866775086,30.296598752917408
```


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»

Date and time of start of the trip	Cost	Length of the trip	Weather	Time in a day	Day of the week	Demand
11.11.2024 23:55	896,2561608	15,51680328	cloudy	evening	Saturday	-0,210378387
03.11.2024 3:15	339,1440595	0,851690262	cloudy	night	Friday	-0,083527597
15.11.2024 10:32	1013,955708	19,25830479	sunny	morning	Wednesday	-0,07250775
26.11.2024 10:16	960,6042266	15,04019213	snow	morning	Sunday	-0,590949357
30.11.2024 5:40	511,3587281	6,396712872	cloudy	night	Thursday	-0,06599458
09.11.2024 3:49	681,6780338	10,82364061	rain	night	Thursday	-0,089861774
02.11.2024 11:25	491,1804469	5,801854552	rain	morning	Thursday	-0,086620315
03.11.2024 0:06	816,1391315	14,73753025	sunny	night	Friday	-0,060569363
18.11.2024 1:17	472,8616136	4,892034187	cloudy	night	Saturday	-0,138717719
06.11.2024 6:38	814,8069932	15,5083418	cloudy	morning	Monday	-0,065749948
20.11.2024 0:21	997,3223258	19,70724527	cloudy	night	Monday	-0,08274381
25.11.2024 22:06	1063,734914	20,9407986	cloudy	evening	Saturday	-0,182882348
06.11.2024 11:33	397,9334623	2,353568736	cloudy	morning	Monday	-0,082713079
16.11.2024 18:19	1177,242256	23,34120496	rain	evening	Thursday	-0,406960431
22.11.2024 21:39	341,7135147	1,570195496	sunny	evening	Wednesday	-0,149947379
01.11.2024 22:30	375,6718933	0,507163419	cloudy	evening	Wednesday	-0,144522393
25.11.2024 11:54	1250,925846	25,44683457	rain	morning	Saturday	-0,204330642
01.11.2024 6:22	646,9629436	9,125099714	cloudy	morning	Wednesday	-0,078488662
2024-11-31 15:17	361,5083819	1,859693063	cloudy	afternoon	Friday	-0,11813086
25.11.2024 4:02	380,1978932	2,513058407	cloudy	night	Saturday	-0,147260158
21.11.2024 5:15	677,5656199	10,73025371	sunny	night	Tuesday	-0,062359955
13.11.2024 7:22	1067,859356	21,81474459	sunny	morning	Monday	-0,078365409
24.11.2024 22:39	1378,242421	24,84423853	rain	evening	Friday	-0,79355439
20.11.2024 19:59	375,7851472	0,561564898	cloudy	evening	Monday	-0,148196379
02.11.2024 6:27	1037,853225	21,04095428	cloudy	morning	Thursday	-0,073523605
04.11.2024 17:24	819,4301017	14,53731565	cloudy	afternoon	Saturday	-0,102163543

Таблица 4 имеет следующую структуру:

– каждая строка описывает одну поездку в такси, всего их 8000;

– 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 дату и время поездки, в данной работе не участвует.

– 2-я колонка – это классификационная шкала – это шкала ***числового*** типа описывающие ***результаты*** действия факторов в различных единицах измерения (таблица 4). 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***.

– колонки с 3-й по 7-ю – это описательные шкалы, формализующие факторы, действующие на объект моделирования (таблица 4). Эти шкалы имеют числовой и текстовый тип и их градациями являются лингвистические и числовые переменные;

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

Математическая модель системы «Эйдос» обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных (фрагментированных) зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения.

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

В системе «Эйдос» есть 6 основных автоматизированных программных интерфейсов (API), обеспечивающих ввод в систему и интеллектуальную обработку числовых, текстовых и графических данных, представленных в виде таблиц и файлов. Возможна обработка и других

видов данных (например, данных землетрясений, ЭЭГ, ЭКГ, аудио и видео), которые возможно представить в этих форматах (рисунок 4).

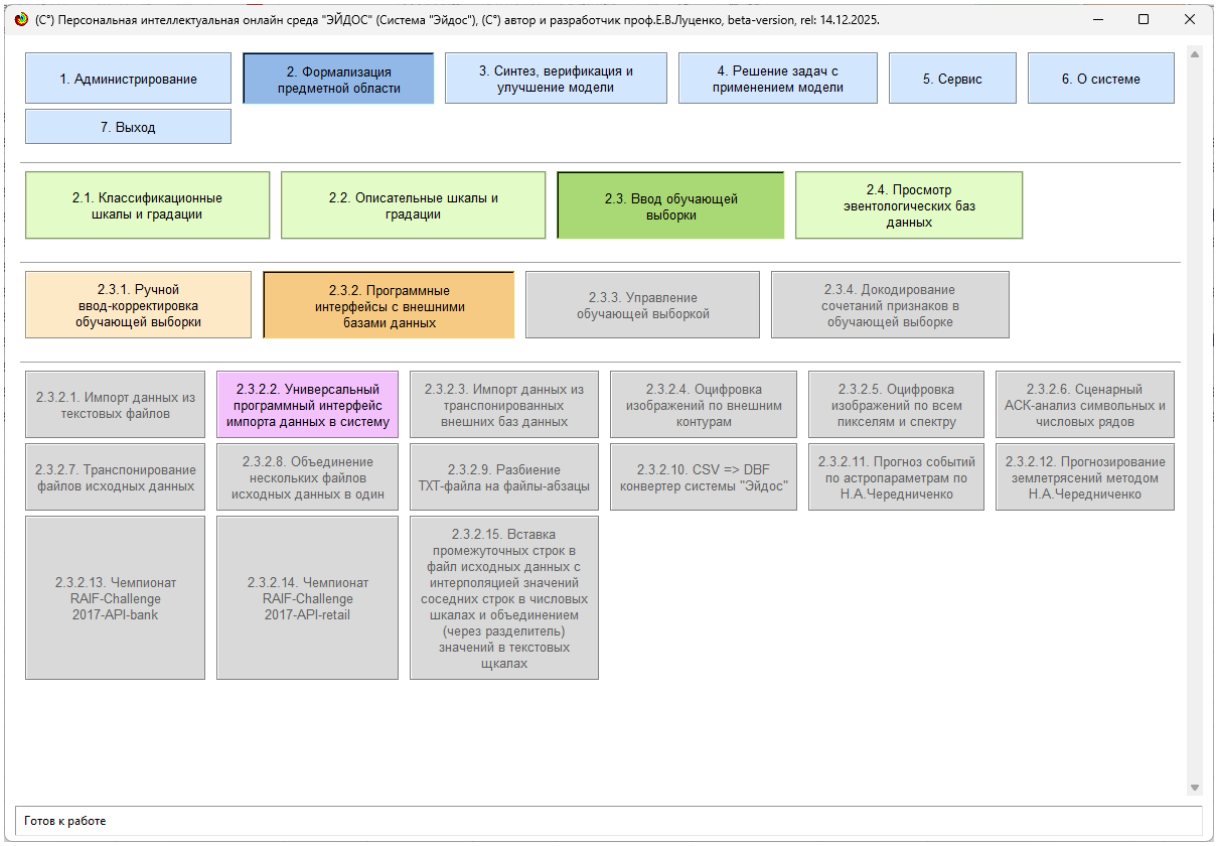


Рисунок 4. Автоматизированные программные интерфейсы (API) новой версии системы «Эйдос», написанной на Python

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):

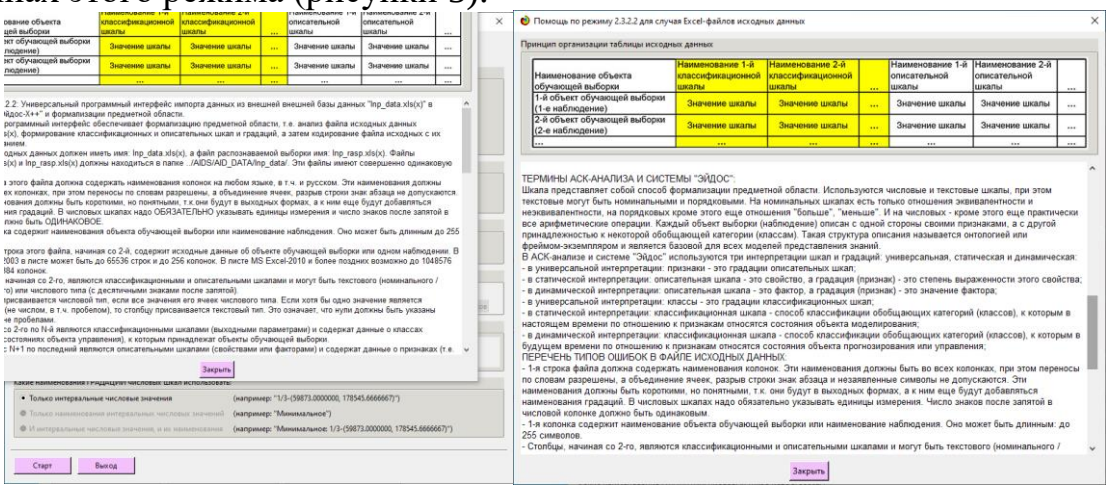
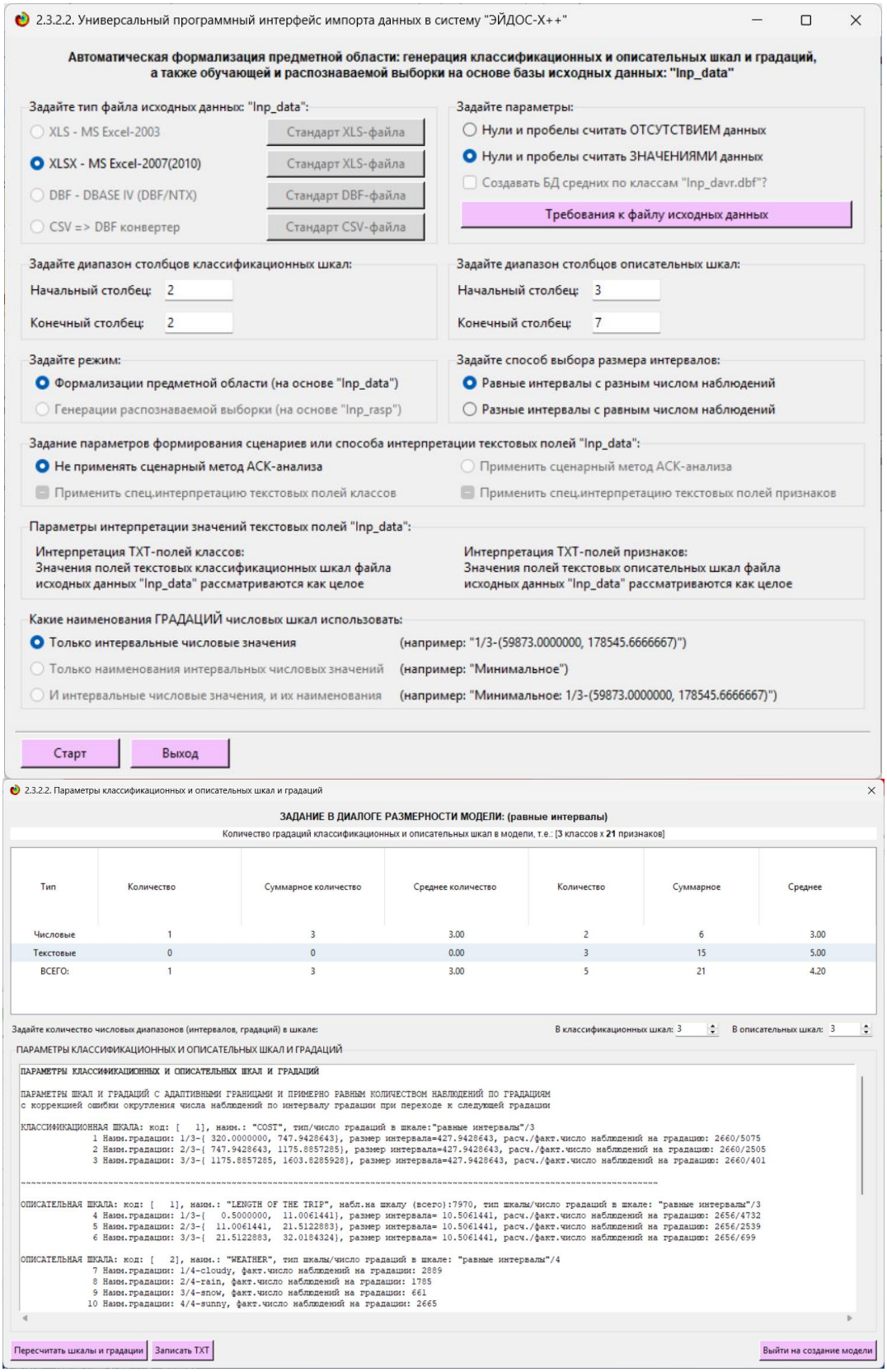


Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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



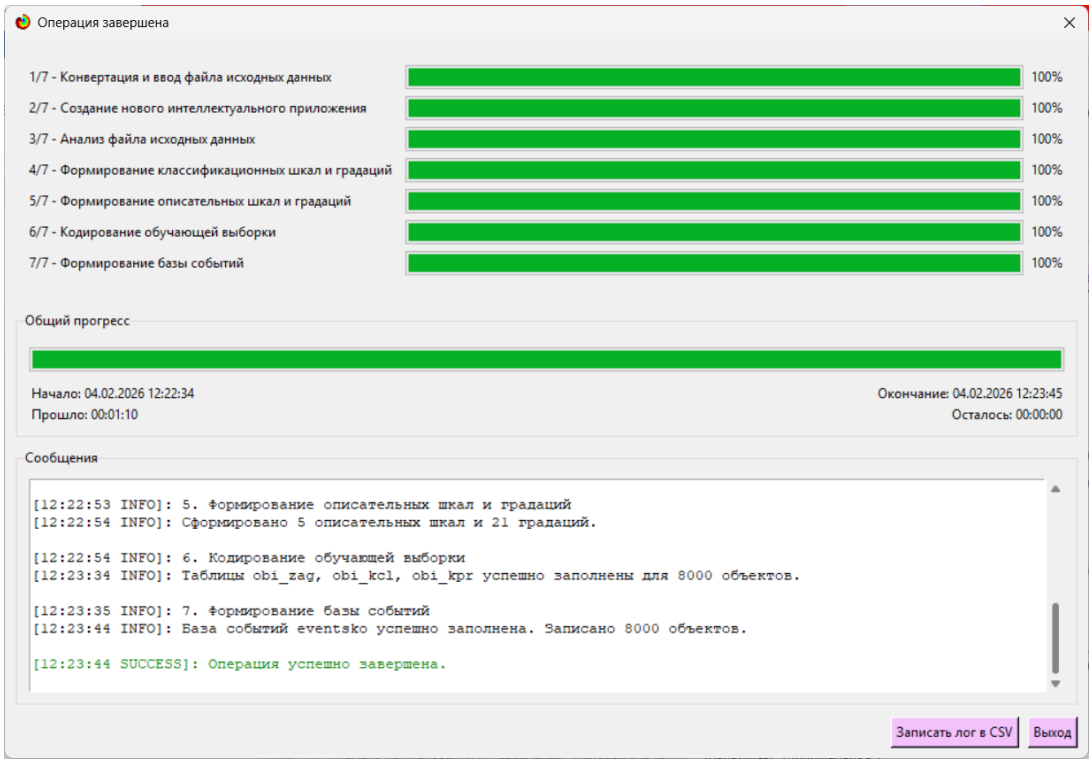


Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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.

Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (полностью)

kod_grcs	kod_clsc	name_grcs
1	1	1/3-{320.0000000, 747.9428643}
2	1	2/3-{747.9428643, 1175.8857285}
3	1	3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\ Rospatent_Site xlsx_files*gr_clsc.xlsx*

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (полностью)

kod_gros	kod_opsc	name_gros
1	1	1/3-{0.5000000, 11.0061441}
2	1	2/3-{11.0061441, 21.5122883}
3	1	3/3-{21.5122883, 32.0184324}
4	2	cloudy
5	2	rain
6	2	snow
7	2	sunny
8	3	afternoon
9	3	evening
10	3	morning
11	3	night

12	4	Friday
13	4	Monday
14	4	Saturday
15	4	Sunday
16	4	Thursday
17	4	Tuesday
18	4	Wednesday
19	5	1/3-{-0.9785017, -0.6684005}
20	5	2/3-{-0.6684005, -0.3582993}
21	5	3/3-{-0.3582993, -0.0481981}

Источник: c:\Aidos-X\ *AID_DATA\A0000001\ Rospatent_Site* xlsx_files*gr_opsc.xlsx*

Таблица 7 – Обучающая выборка (фрагмент)

kod_obj	name_obj	n2	n3	n4	n5	n6	n7
1	2024-11-11 23:55:20	2	2	4	9	14	21
2	2024-11-03 03:15:55	1	1	4	11	12	21
3	2024-11-15 10:32:41	2	2	7	10	18	21
4	2024-11-26 10:16:48	2	2	6	10	15	20
5	2024-11-30 05:40:54	1	1	4	11	16	21
6	2024-11-09 03:49:08	1	1	5	11	16	21
7	2024-11-02 11:25:04	1	1	5	10	16	21
8	2024-11-03 00:06:38	2	2	7	11	12	21
9	2024-11-18 01:17:41	1	1	4	11	14	21
10	2024-11-06 06:38:28	2	2	4	10	13	21
11	2024-11-20 00:21:15	2	2	4	11	13	21
12	2024-11-25 22:06:13	2	2	4	9	14	21
13	2024-11-06 11:33:01	1	1	4	10	13	21
14	2024-11-16 18:19:57	3	3	5	9	16	20

Источник: c:\Aidos-X\ *AID_DATA\A0000001\ Rospatent_Site* xlsx_files*eventsko.xlsx*

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}	$N_{i\Sigma} = \sum_{j=1}^{W} N_{ij}$
	...						
	M	N_{M1}		N_{Mj}		N_{MW}	
Суммарное количество признаков по классу				$N_{\Sigma j} = \sum_{i=1}^{M} N_{ij}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^{W}\sum_{j=1}^{M} N_{ij}$
Суммарное количество объектов обучающей выборки по классу				$N_{\Sigma j}$			$N_{\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^{W} N_{\Sigma j}$

На 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}		$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_{\Sigma j}}$		P_{iW}	$P_{i\Sigma} = \frac{N_{i\Sigma}}{N_{\Sigma\Sigma}}$
	...						
	M	P_{M1}		P_{Mj}		P_{MW}	
Безусловная вероятность класса				$P_{\Sigma j}$			

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

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

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

На практике часто встречается существенная ***несбалансированность*** данных, под которой понимается сильно отличающееся количество наблюдений объектов обучающейся выборки, относящихся к различным градациям одной классификационной или описательной шкалы. Поэтому решать задачу на основе непосредственно матрицы абсолютных частот (таблица 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, *Nij* - фактическое число встреч *i-го* признака у объектов *j-го* класса; $\overline{N}_{ij}$ - теоретическое число встреч *i-го* признака у объектов *j-го* класса; *Ni* – суммарное количество признаков в *i-й* строке; *Nj* – суммарное количество признаков или объектов обучающей выборки в *j-м* классе; *N* – суммарное количество признаков по всей выборке (таблица 7)	N_{ij} – *фактическая частота*; $N_i = \sum_{j=1}^{W} N_{ij}$; $N_j = \sum_{i=1}^{M} N_{ij}$; $N = \sum_{i=1}^{W}\sum_{j=1}^{M} N_{ij}$; $\overline{N}_{ij} = \frac{N_i N_j}{N}$ – *теоретическая частота*.	
PRC1, матрица условных *Pij* и безусловных *Pi* процентных распределений, в качестве *Nj* используется суммарное количество признаков по классу	---	$P_{ij} = \frac{N_{ij}}{N_j}$; $P_i = \frac{N_i}{N}$
PRC2, матрица условных *Pij* и безусловных *Pi* процентных распределений, в качестве *Nj* используется суммарное количество объектов обучающей выборки по классу		
INF1, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество признаков по j-му классу. Вероятность того, что если у объекта j-го класса обнаружен признак, то это i-й признак	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{P_{ij}}{P_i}$	$I_{ij} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij}}{\overline{N}_{ij}} = \Psi \times Log_2 \frac{N_{ij} N}{N_i N_j}$
INF2, частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу, 2-й вариант расчета вероятностей: Nj – 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	---	$I_{ij} = N_{ij} - \overline{N}_{ij} = N_{ij} - \frac{N_i N_j}{N}$
INF4, частный критерий: ROI - Return On Investment, 1-й вариант расчета вероятностей: Nj – суммарное количество признаков по j-му классу	$I_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_i} - 1 = \frac{P_{ij} - P_i}{P_i}$	$I_{ij} = \frac{N_{ij}}{\overline{N}_{ij}} - 1 = \frac{N_{ij} N}{N_i N_j} - 1$
INF5, частный критерий: ROI - Return On Investment, 2-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – суммарное количество объектов по j-му классу		
INF6, частный критерий: разность условной и безусловной вероятностей, 1-й вариант расчета вероятностей: *Nj* – 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: *Nj* – суммарное количество объектов по *j-му* классу		

Обозначения к таблице:

i – значение прошлого параметра;
j - значение будущего параметра;
Nij – 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.
Ni – количество встреч i-м значения прошлого параметра по всей выборке;
Nj – 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.
Iij – 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;
Pi – безусловная относительная частота встречи i-го значения прошлого параметра в обучающей выборке;

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

Количество частных критериев знаний и основанных на них системно-когнитивных моделей (таблица 10), применяемых в настоящее время в системе «Эйдос» равное 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 Nj 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-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.

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.

---

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

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 частой 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	$\sigma_{i\Sigma} = \sqrt[2]{\frac{1}{W-1}\sum_{j=1}^{W}\left(I_{ij} - \bar{I}_i\right)^2}$
2	1. Степень детерминированности класса. 2. Степень обусловленности класса.	Корень из информационной мощности класса	$\sigma_{\Sigma j} = \sqrt[2]{\frac{1}{M-1}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij} - \bar{I}_j\right)^2}$
3	1. Качество модели. 2. Ценность модели. 3. Степень сформированности модели. 4. Количественная мера степени выраженности закономерностей в моделируемой предметной области	Корень из информационной мощности модели	$H = \sqrt[2]{\frac{1}{(W \cdot M - 1)}\sum_{j=1}^{W}\sum_{i=1}^{M}\left(I_{ij} - \bar{I}\right)^2}$

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):

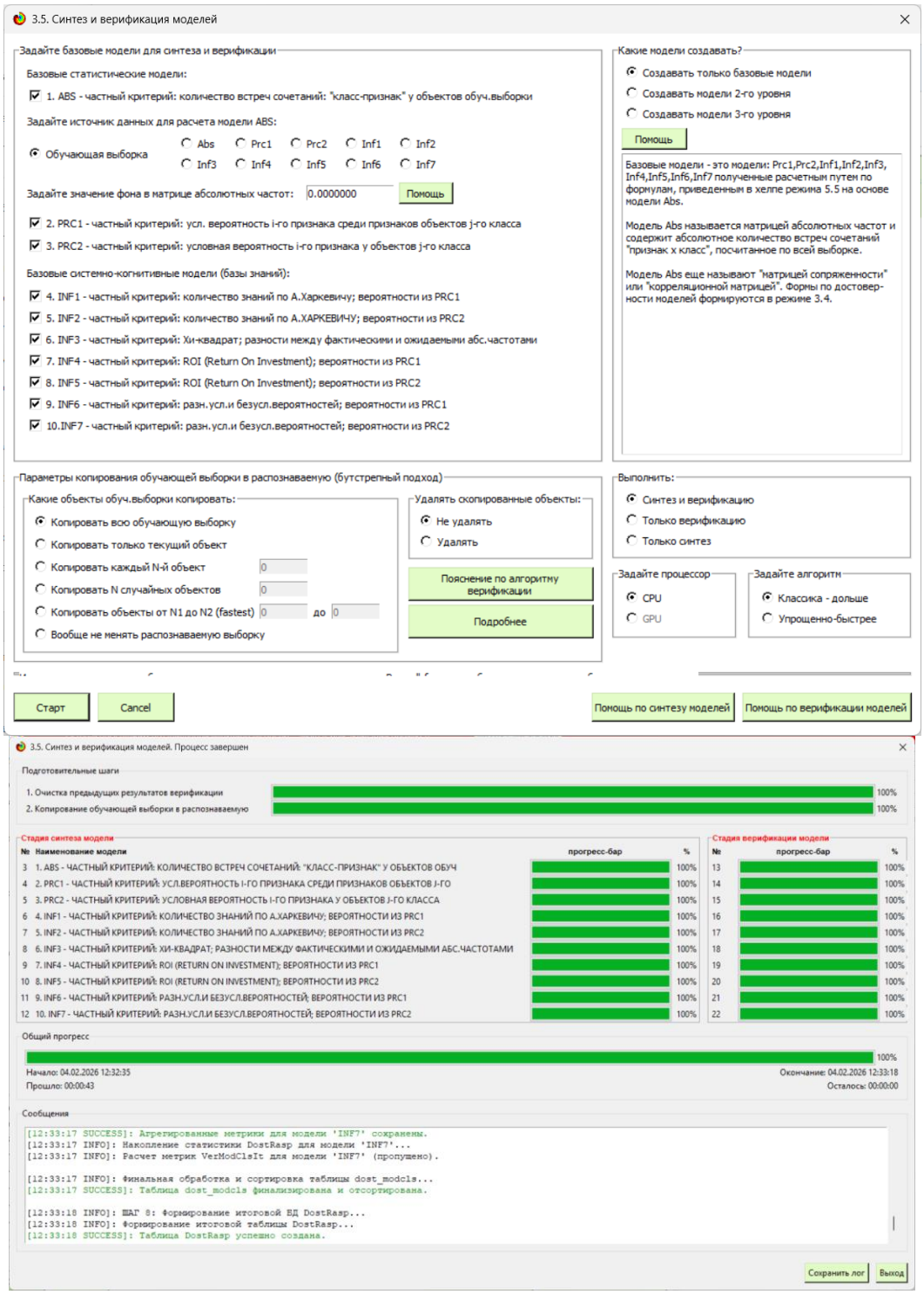


Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

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) Помощь

Модель: "Abs"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Cost - 1/3-{320.0000000, 747.9428643}	2 - Cost - 2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	3 - Cost - 3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Length of the trip - 1/3-{0.5000000, 11.0061441}	4635.000	83.000		4718.000	1572.667	2652.383	2041.556
2	Length of the trip - 2/3-{11.0061441, 21.5122883}	418.000	2092.000	25.000	2535.000	845.000	1097.665	831.333
3	Length of the trip - 3/3-{21.5122883, 32.0184324}		322.000	376.000	698.000	232.667	203.296	155.111
4	Weather - cloudy	1890.000	875.000	117.000	2882.000	960.667	889.599	619.556
5	Weather - rain	1083.000	584.000	117.000	1784.000	594.667	483.088	325.556
6	Weather - snow	406.000	203.000	50.000	659.000	219.667	178.584	124.222
7	Weather - sunny	1696.000	843.000	117.000	2656.000	885.333	790.351	540.444
8	Time in a day - afternoon	1319.000	570.000	90.000	1979.000	659.667	619.387	439.556
9	Time in a day - evening	1271.000	685.000	122.000	2078.000	692.667	574.538	385.556
10	Time in a day - morning	1206.000	641.000	90.000	1937.000	645.667	558.015	373.556
11	Time in a day - night	1279.000	609.000	99.000	1987.000	662.333	591.805	411.111
12	Day of the week - Friday	801.000	408.000	60.000	1269.000	423.000	370.728	252.000
13	Day of the week - Monday	653.000	327.000	53.000	1033.000	344.333	300.375	205.778
14	Day of the week - Saturday	622.000	348.000	68.000	1038.000	346.000	277.005	185.333

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) Помощь

Модель: "Prc2"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Cost - 1/3-{320.0000000, 747.9428643}	2 - Cost - 2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	3 - Cost - 3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	Безусловная вероятность	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Length of the trip - 1/3-{0.5000000, 11.0061441}	91.330	3.313		59.115	31.548	51.799	39.855
2	Length of the trip - 2/3-{11.0061441, 21.5122883}	8.236	83.513	6.234	31.763	32.661	44.050	33.901
3	Length of the trip - 3/3-{21.5122883, 32.0184324}		12.854	93.766	8.746	35.540	50.833	38.817
4	Weather - cloudy	37.241	34.930	29.177	36.111	33.783	4.153	3.071
5	Weather - rain	21.340	23.313	29.177	22.353	24.610	4.076	3.045
6	Weather - snow	8.000	8.104	12.469	8.257	9.524	2.551	1.963
7	Weather - sunny	33.419	33.653	29.177	33.279	32.083	2.519	1.937
8	Time in a day - afternoon	25.990	22.754	22.444	24.796	23.730	1.964	1.507
9	Time in a day - evening	25.044	27.345	30.424	26.037	27.605	2.699	1.880
10	Time in a day - morning	23.764	25.589	22.444	24.270	23.932	1.579	1.104
11	Time in a day - night	25.202	24.311	24.688	24.897	24.734	0.447	0.312
12	Day of the week - Friday	15.783	16.287	14.963	15.900	15.678	0.669	0.477
13	Day of the week - Monday	12.867	13.054	13.217	12.943	13.046	0.175	0.119
14	Day of the week - Saturday	12.256	13.892	16.958	13.006	14.369	2.387	1.726

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) Помощь

Модель: "Inf1"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Cost - 1/3-{320.0000000, 747.9428643}	2 - Cost - 2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	3 - Cost - 3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Length of the trip - 1/3-{0.5000000, 11.0061441}	0.065	-0.431		-0.366	-0.122	0.270	0.206
2	Length of the trip - 2/3-{11.0061441, 21.5122883}	-0.202	0.145	-0.244	-0.301	-0.100	0.213	0.163
3	Length of the trip - 3/3-{21.5122883, 32.0184324}		0.058	0.355	0.412	0.137	0.190	0.145
4	Weather - cloudy	0.005	-0.005	-0.032	-0.032	-0.011	0.019	0.014
5	Weather - rain	-0.007	0.006	0.040	0.039	0.013	0.024	0.018
6	Weather - snow	-0.005	-0.003	0.062	0.054	0.018	0.038	0.029
7	Weather - sunny	0.001	0.002	-0.020	-0.017	-0.006	0.012	0.009
8	Time in a day - afternoon	0.007	-0.013	-0.015	-0.021	-0.007	0.012	0.009
9	Time in a day - evening	-0.006	0.007	0.023	0.025	0.008	0.015	0.010
10	Time in a day - morning	-0.003	0.008	-0.012	-0.007	-0.002	0.010	0.007
11	Time in a day - night	0.002	-0.004	-0.001	-0.003	-0.001	0.003	0.002
12	Day of the week - Friday	-0.001	0.004	-0.009	-0.007	-0.002	0.006	0.005
13	Day of the week - Monday	-0.001	0.001	0.003	0.003	0.001	0.002	0.001
14	Day of the week - Saturday	-0.009	0.010	0.040	0.041	0.014	0.024	0.017

Экспорт в CSV Экспорт всех моделей в MS Excel Выход

Рисунок 10. Системно-когнитивная модель «INF1», матрица информавностей (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) Помощь

Модель: "Inf3"

Код признака	Описательные шкалы и градации (признаки)	1 - Cost - 1/3-{320.0000000, 747.9428643}	2 - Cost - 2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	3 - Cost - 3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	Сумма	Среднее	Средн. квадр. отклонение	Средний модуль отклонения от среднего
1	Length of the trip - 1/3-{0.5000000, 11.0061441}	1635.239	-1398.008	-237.231	-0.000	-0.000	1530.476	1090.160
2	Length of the trip - 2/3-{11.0061441, 21.5122883}	-1193.783	1296.248	-102.465	-0.000	-0.000	1248.174	864.166
3	Length of the trip - 3/3-{21.5122883, 32.0184324}	-443.797	102.894	340.903			402.342	295.864
4	Weather - cloudy	57.590	-29.677	-27.913	0.000	0.000	49.882	38.393
5	Weather - rain	-51.288	23.992	27.297	-0.000	-0.000	44.448	34.192
6	Weather - snow	-13.000	-3.864	16.864	0.000	0.000	15.302	11.243
7	Weather - sunny	7.284	9.266	-16.549	-0.000	-0.000	14.366	11.033
8	Time in a day - afternoon	60.728	-51.220	-9.508	0.000	0.000	56.577	40.485
9	Time in a day - evening	-50.217	32.703	17.514	-0.000	-0.000	44.148	33.478
10	Time in a day - morning	-25.568	32.964	-7.396	-0.000	-0.000	29.959	21.976
11	Time in a day - night	15.642	-14.731	-0.911	-0.000	-0.000	15.207	10.428
12	Day of the week - Friday	-5.845	9.653	-3.808	-0.000	-0.000	8.422	6.436
13	Day of the week - Monday	-3.794	2.735	1.059	0.000	0.000	3.391	2.529
14	Day of the week - Saturday	-37.973	22.166	15.807	-0.000	-0.000	33.039	25.315

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

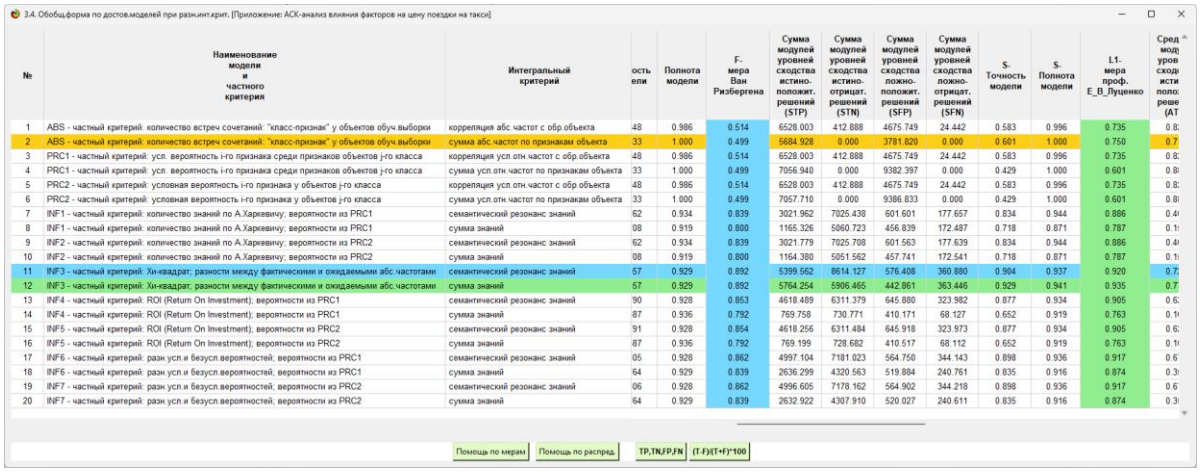
Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется путем решения задачи классификации объектов обучающей выборки по обобщенным образам классов и подсчета количества истинных и ложных положительных и отрицательных решений по F-мере Ван Ризбергена, а также по критериям L1- L2-мерам проф. Е.В.Луценко, 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 INF3 с интегральным критерием: «Сумма знаний»: **L1=0.935** при максимуме 1 (рисунок 12). ***INF3 будем использовать для решения поставленных в работе задач***.



3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. [Приложение: АСК-анализ влияния факторов на цену поездки на такси]

№	Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	ость ели	Полнота модели	F-мера Ван Ризбергена	Сумма модулей уровней сходства истинно-положит. решений (STP)	Сумма модулей уровней сходства истинно-отрицат. решений (STN)	Сумма модулей уровней сходства ложно-положит. решений (SFP)	Сумма модулей уровней сходства ложно-отрицат. решений (SFN)	S- Точность модели	S- Полнота модели	L1-мера проф. Е_В_Луценко	Сред мод уров сход исти попо реше (AT
1	ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки	корреляция абс.частот с обр.объекта	48	0.986	0.514	6528.003	412.888	4675.749	24.442	0.583	0.996	0.735	0.8
2	ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч.выборки	сумма абс.частот по признакам объекта	33	1.000	0.499	5684.928	0.000	3781.820	0.000	0.601	1.000	0.750	0.7
3	PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса	корреляция усл.отн.частот с обр.объекта	48	0.986	0.514	6528.003	412.888	4675.749	24.442	0.583	0.996	0.735	0.8
4	PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса	сумма усл.отн.частот по признакам объекта	33	1.000	0.499	7056.940	0.000	9382.397	0.000	0.429	1.000	0.601	0.8
5	PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса	корреляция усл.отн.частот с обр.объекта	48	0.986	0.514	6528.003	412.888	4675.749	24.442	0.583	0.996	0.735	0.8
6	PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов j-го класса	сумма усл.отн.частот по признакам объекта	33	1.000	0.499	7057.710	0.000	9386.833	0.000	0.429	1.000	0.601	0.8
7	INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	62	0.934	0.839	3021.962	7025.438	601.601	177.657	0.834	0.944	0.886	0.4
8	INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC1	сумма знаний	08	0.919	0.800	1165.326	5060.723	456.839	172.487	0.718	0.871	0.787	0.1
9	INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	62	0.934	0.839	3021.779	7025.708	601.563	177.639	0.834	0.944	0.886	0.4
10	INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC2	сумма знаний	08	0.919	0.800	1164.380	5051.562	457.741	172.541	0.718	0.871	0.787	0.1
11	INF3 - частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами	семантический резонанс знаний	57	0.929	0.892	5399.562	8614.127	576.408	360.880	0.904	0.937	0.920	0.7
12	INF3 - частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами	сумма знаний	57	0.929	0.892	5764.254	5906.465	442.861	363.446	0.929	0.941	0.935	0.7
13	INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	90	0.928	0.853	4618.489	6311.379	645.880	323.982	0.877	0.934	0.905	0.6
14	INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC1	сумма знаний	87	0.936	0.792	769.758	730.771	410.171	68.127	0.652	0.919	0.763	0.1
15	INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	91	0.928	0.854	4618.256	6311.484	645.918	323.973	0.877	0.934	0.905	0.6
16	INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC2	сумма знаний	87	0.936	0.792	769.199	728.682	410.517	68.112	0.652	0.919	0.763	0.1
17	INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вероятности из PRC1	семантический резонанс знаний	05	0.928	0.862	4997.104	7181.023	564.750	344.143	0.898	0.936	0.917	0.6
18	INF6 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вероятности из PRC1	сумма знаний	64	0.929	0.839	2636.299	4320.563	519.884	240.761	0.835	0.916	0.874	0.3
19	INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вероятности из PRC2	семантический резонанс знаний	06	0.928	0.862	4996.605	7178.162	564.902	344.218	0.898	0.936	0.917	0.6
20	INF7 - частный критерий: разн.усл.и безусл.вероятностей; вероятности из PRC2	сумма знаний	64	0.929	0.839	2632.922	4307.910	520.027	240.611	0.835	0.916	0.874	0.3

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

Рисунок 12. Экранная форма 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 INF3.

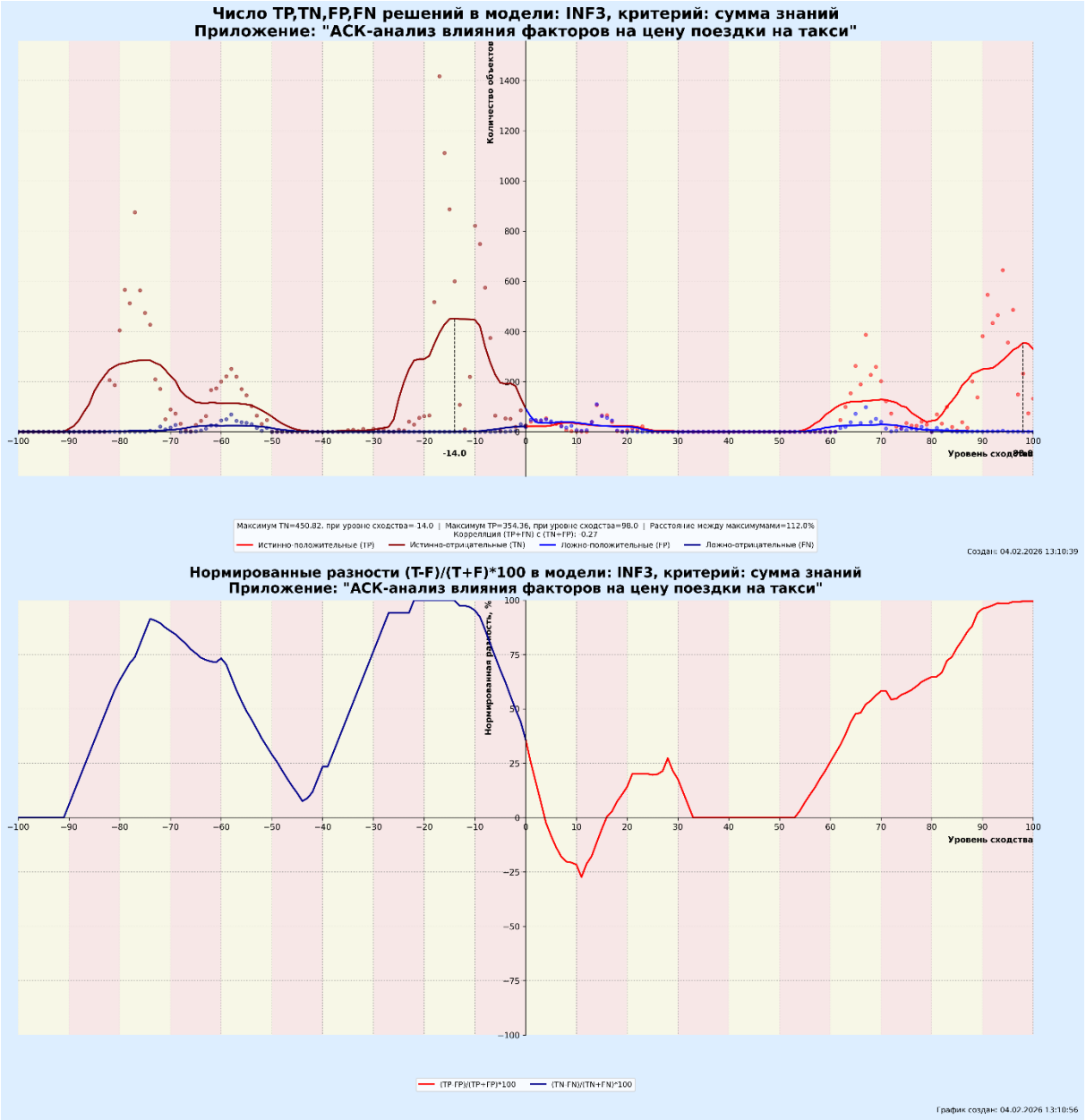


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф. Е.В.Луценко СК-модели INF3 [9]

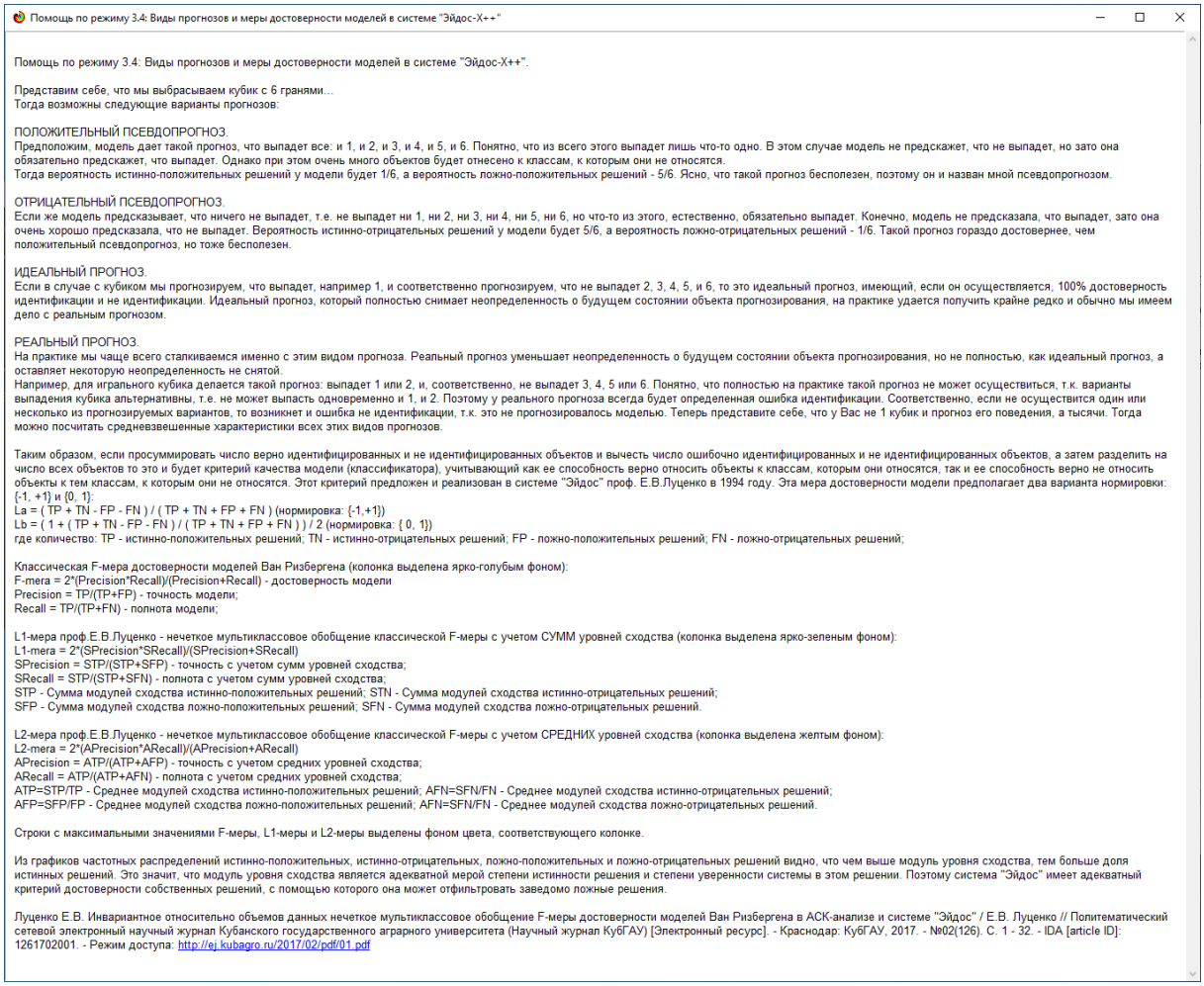
Из этих частотных распределений видно, что в наиболее достоверной по критериям достоверности L1-мерой проф. Е.В.Луценко СК-модели INF3:

– при уровнях сходства меньше 25% в данной задаче количество ложно-положительных и истинно-положительных решений примерно

одинаково, при уровнях сходства больше 55% преобладают истинно-положительные решения.

– ***чем выше уровень сходства, тем больше доля истинных решений. Поэтому уровень сходства является адекватной <u>внутренней</u> мерой системы «Эйдос», так сказать адекватной мерой <u>самооценки</u> или <u>аудита</u> 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.



Помощь по режиму 3.4: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++"

Помощь по режиму 3.4: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-Х++".

Представим себе, что мы выбрасываем кубик с 6 гранями…
Тогда возможны следующие варианты прогнозов:

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

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

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

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

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

Классическая F-мера достоверности моделей Ван Ризбергена (колонка выделена ярко-голубым фоном):
F-mera = 2*(Precision*Recall)/(Precision+Recall) - достоверность модели
Precision = TP/(TP+FP) - точность модели;
Recall = TP/(TP+FN) - полнота модели;

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

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

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

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

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

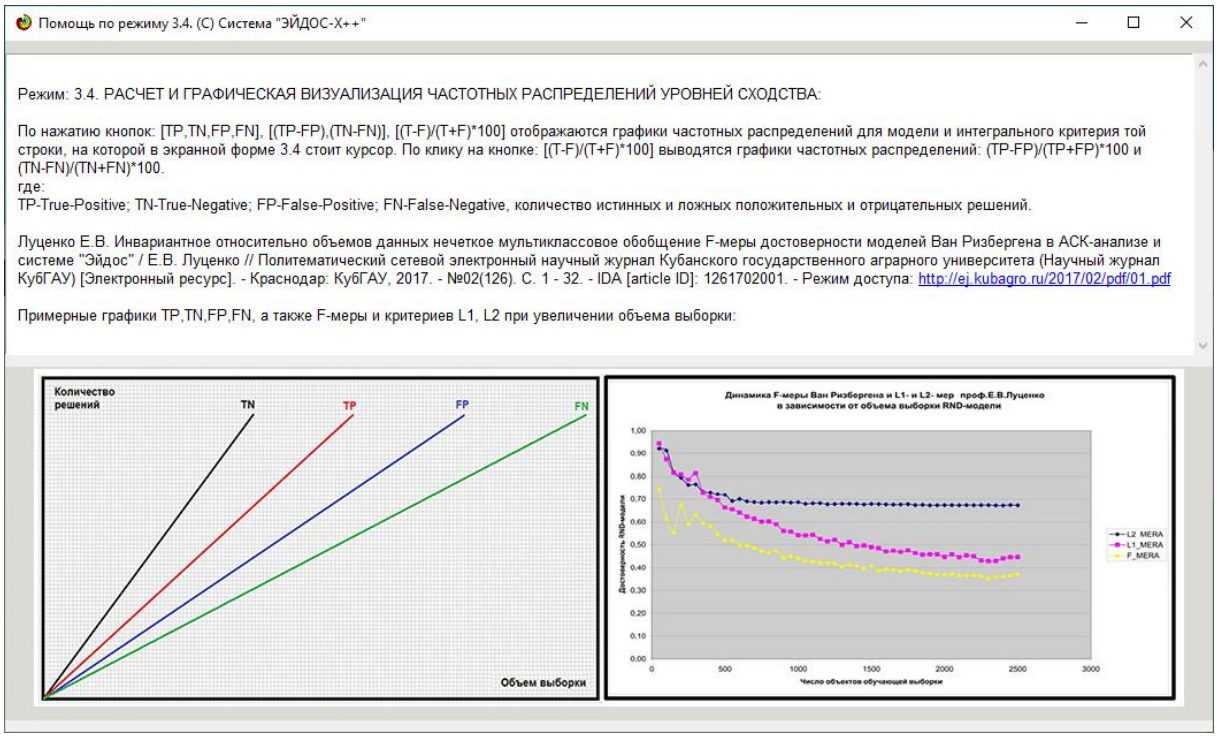


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

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.

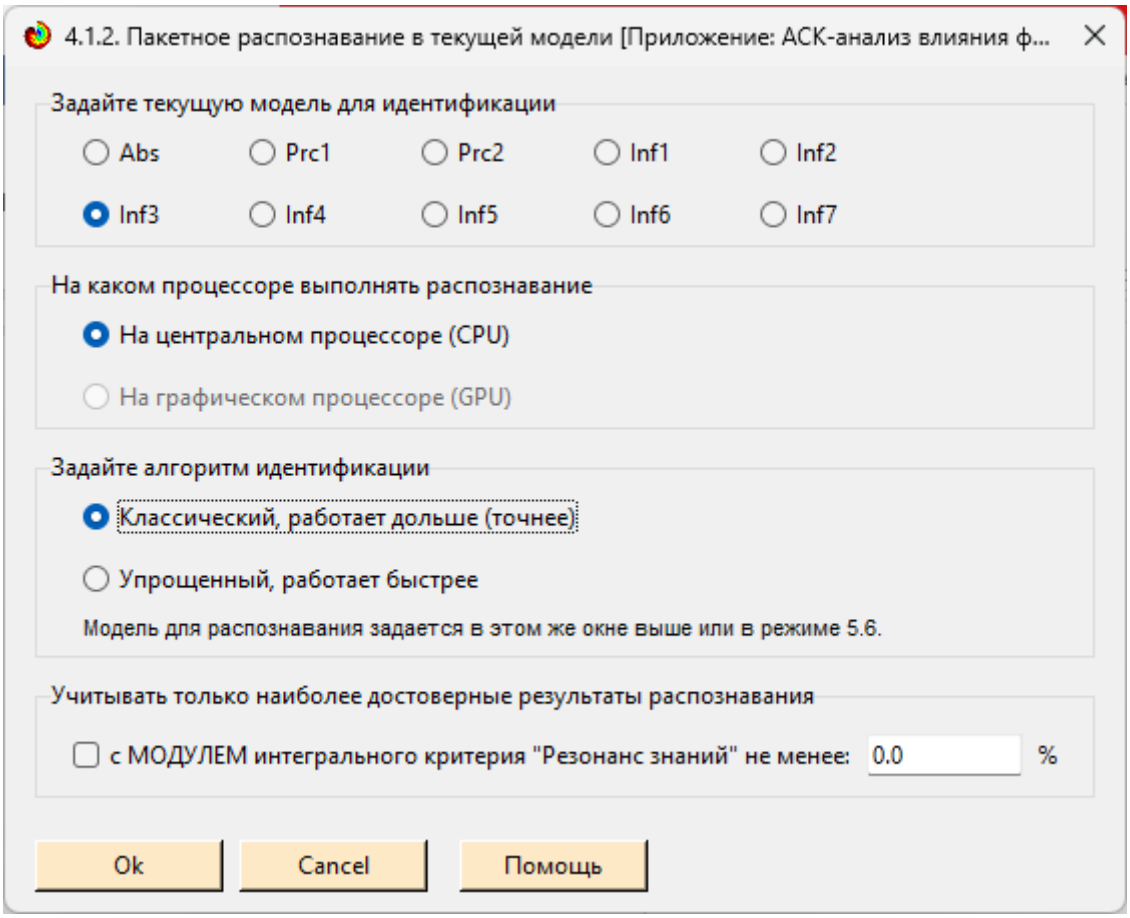


Рисунок 15. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

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 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 корректны[10] 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:

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

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

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

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

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

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

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

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,

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

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:

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

где:

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

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

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

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

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: $I_{ij} \to \frac{I_{ij} - \bar{I}_j}{\sigma_j}$, $L_i \to \frac{L_i - \bar{L}}{\sigma_l}$.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: $I_{ij} \to \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}$, $L_i \to \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}}$, 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 являются 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 являются **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].

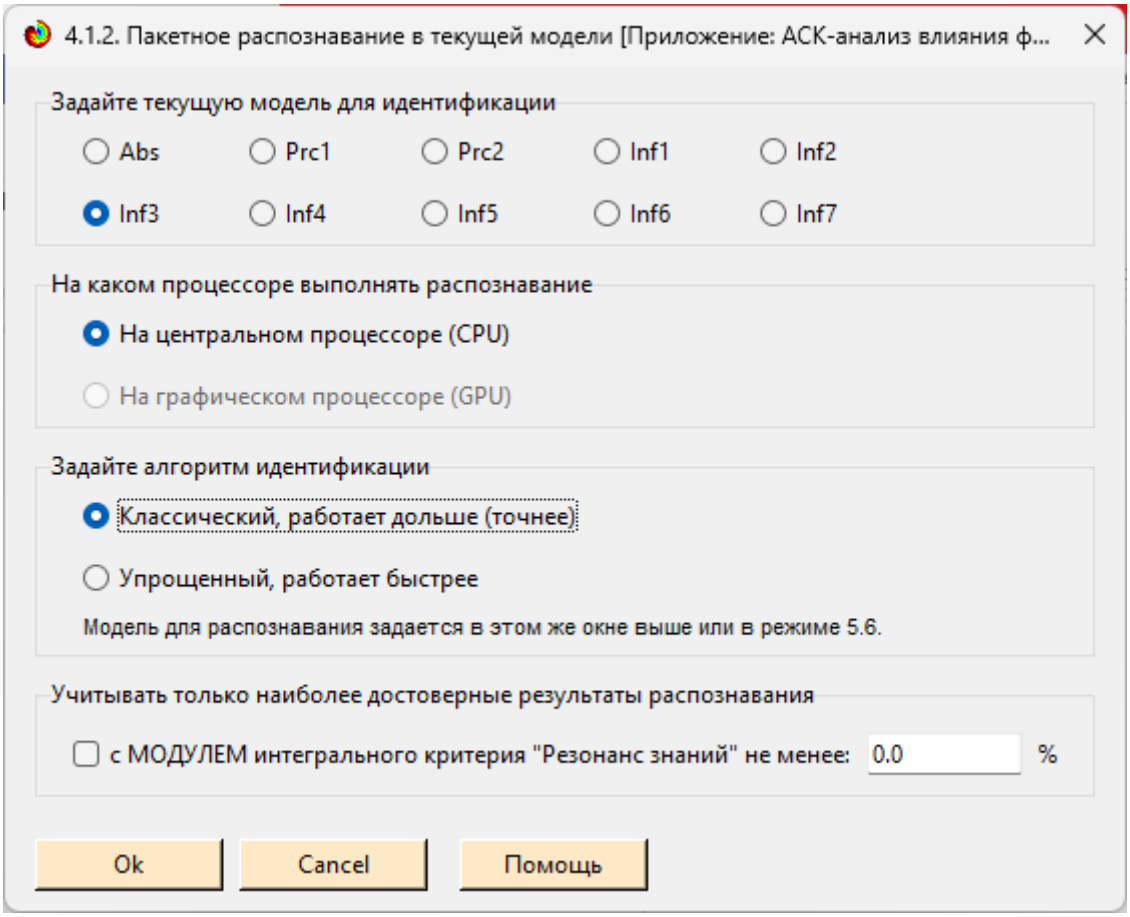
На рисунках 17 приведены экранные формы режима идентификации и прогнозирования 4.1.2 системы «Эйдос».

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 освящены 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).



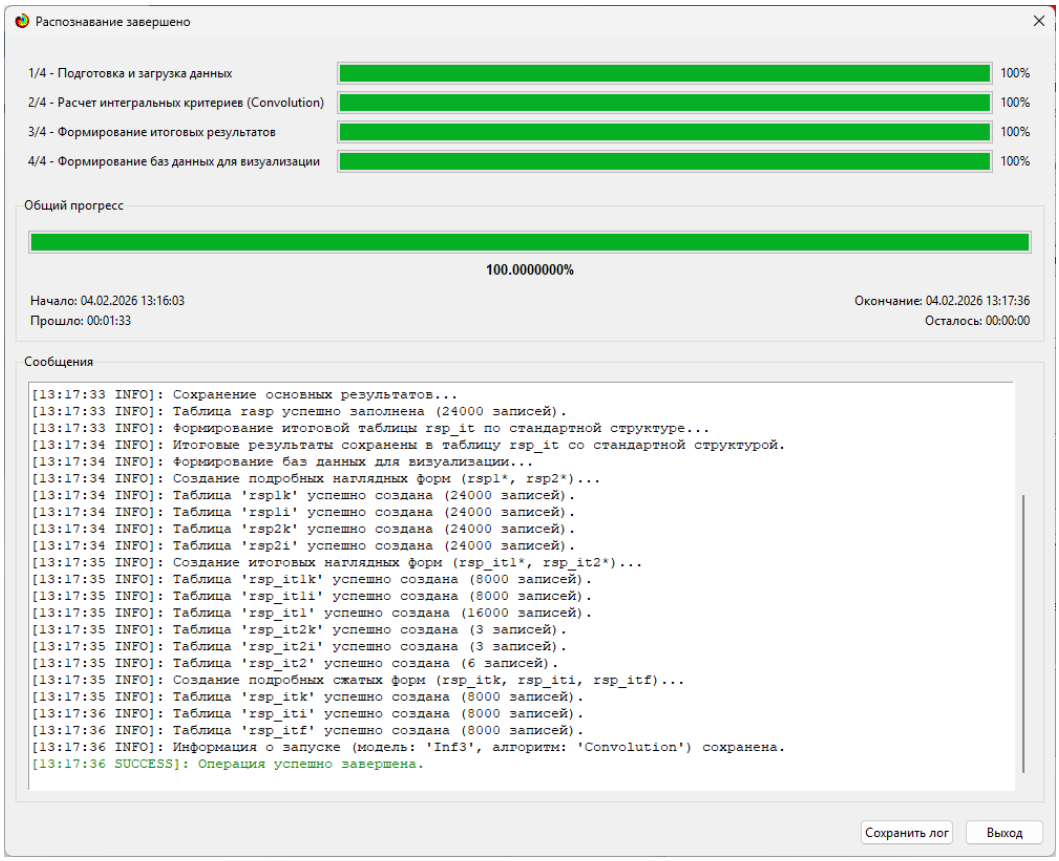


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

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

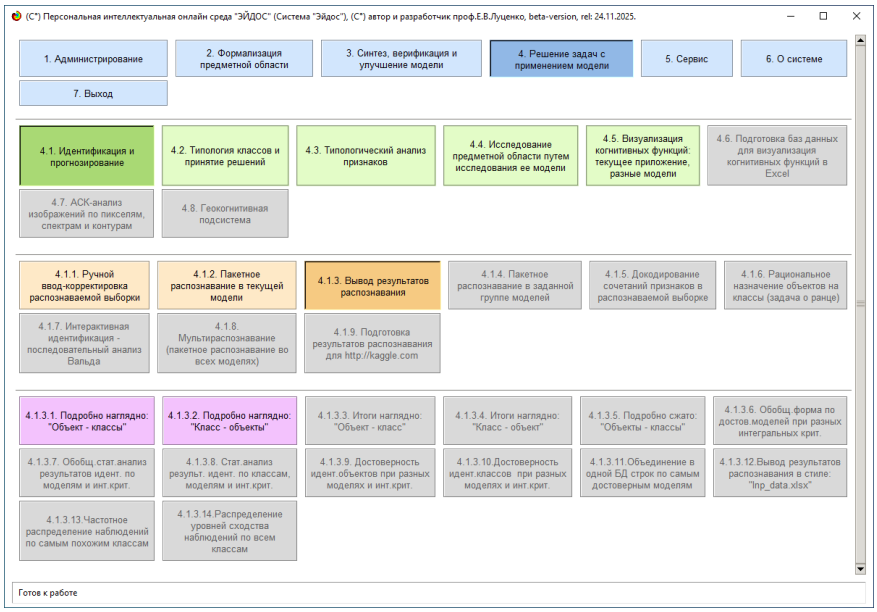


Рисунок 17. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

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

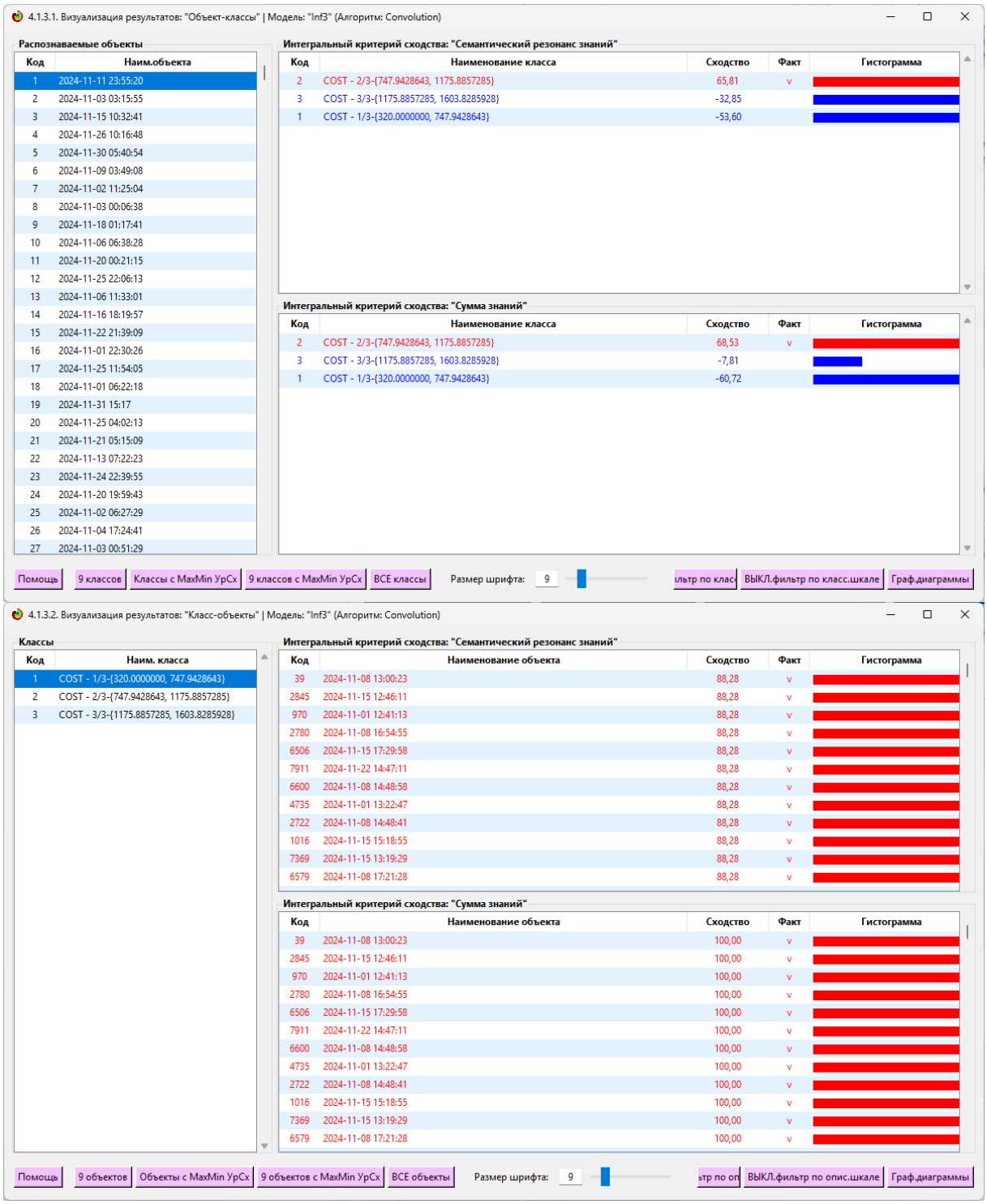


Рисунок 18. Некоторые экранные формы результатов идентификации и прогнозирования 4.1.3 системы «Эйдос»

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.

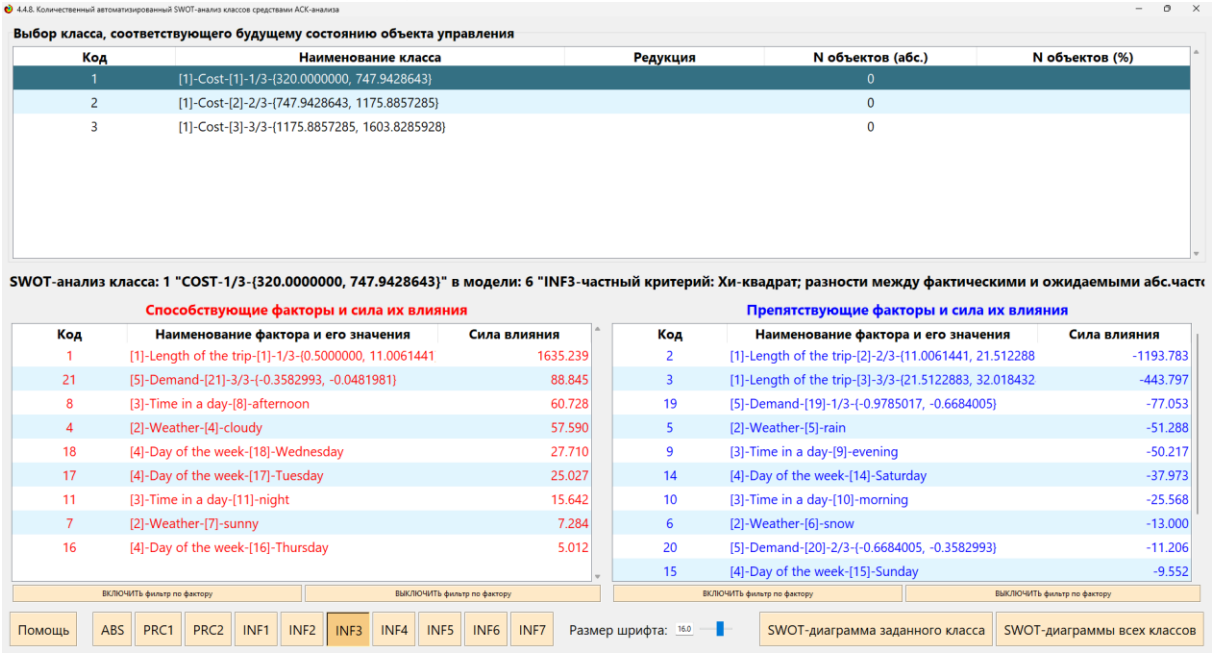
Графические выходные формы, приведенные на рисунках 19, интуитивно понятны и не требуют особых комментариев. Отметим лишь, что на SWOT-диаграммах наглядно показаны знак и сила влияния каждого значения фактора на переход объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне.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

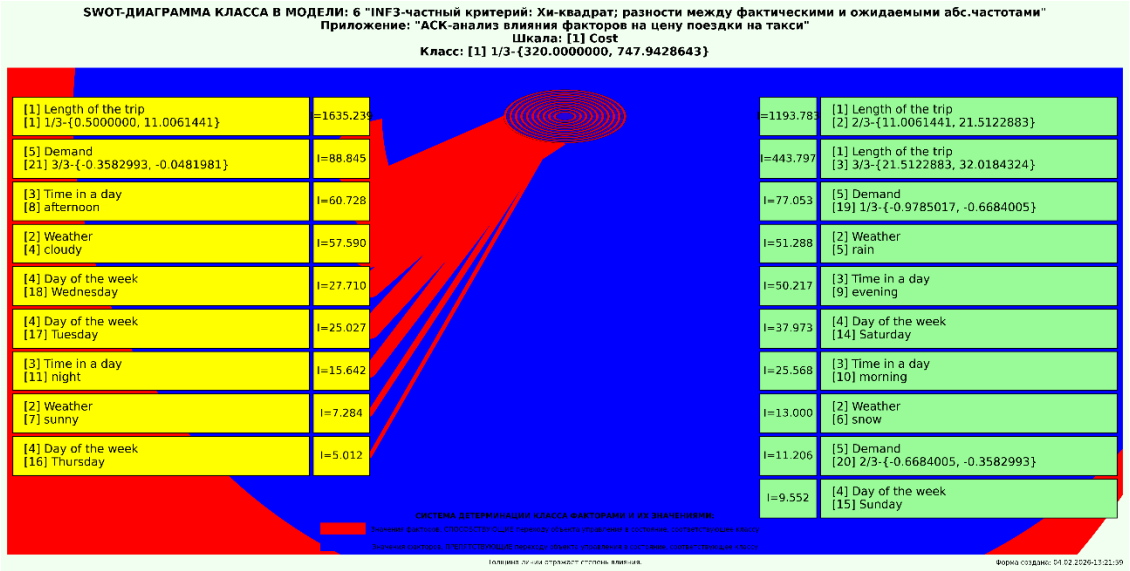
Слева на SWOT-диаграмме приведены значения факторов, способствующих переходу объекта моделирования в состояние, соответствующее классу, выбранному в верхнем окне (показаны красным цветом), а справа – препятствующих этому переходу (показаны синим цветом). Сила влияния каждого значения фактора на поведение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





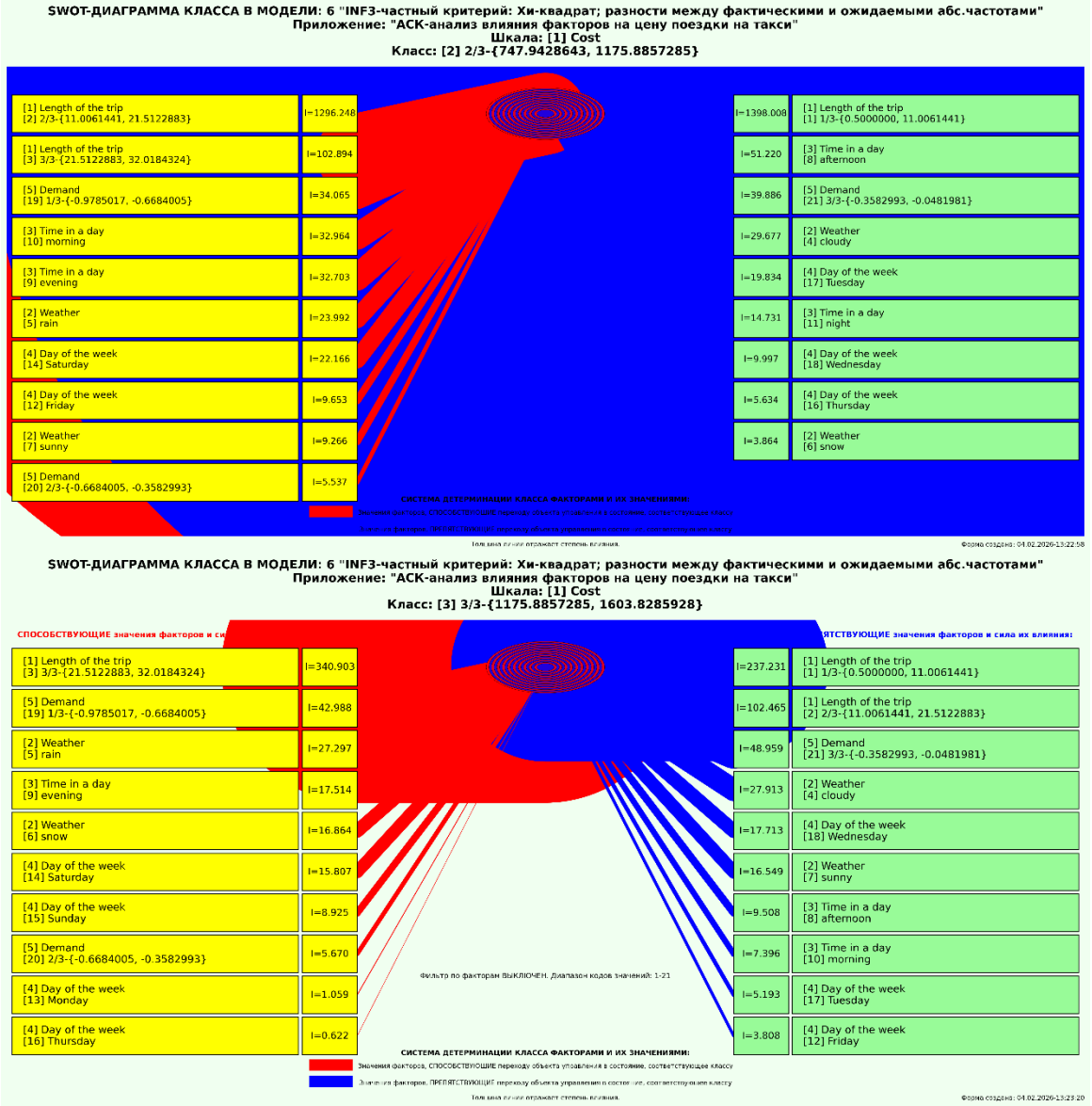


Рисунок 19. Примеры экранных формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

Из приведенных выходных форм SWOT-анализа четко видно, какие факторы влияют на цену поездки. Самыми сильными факторами являются продолжительность поездки и уровень спроса.

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.

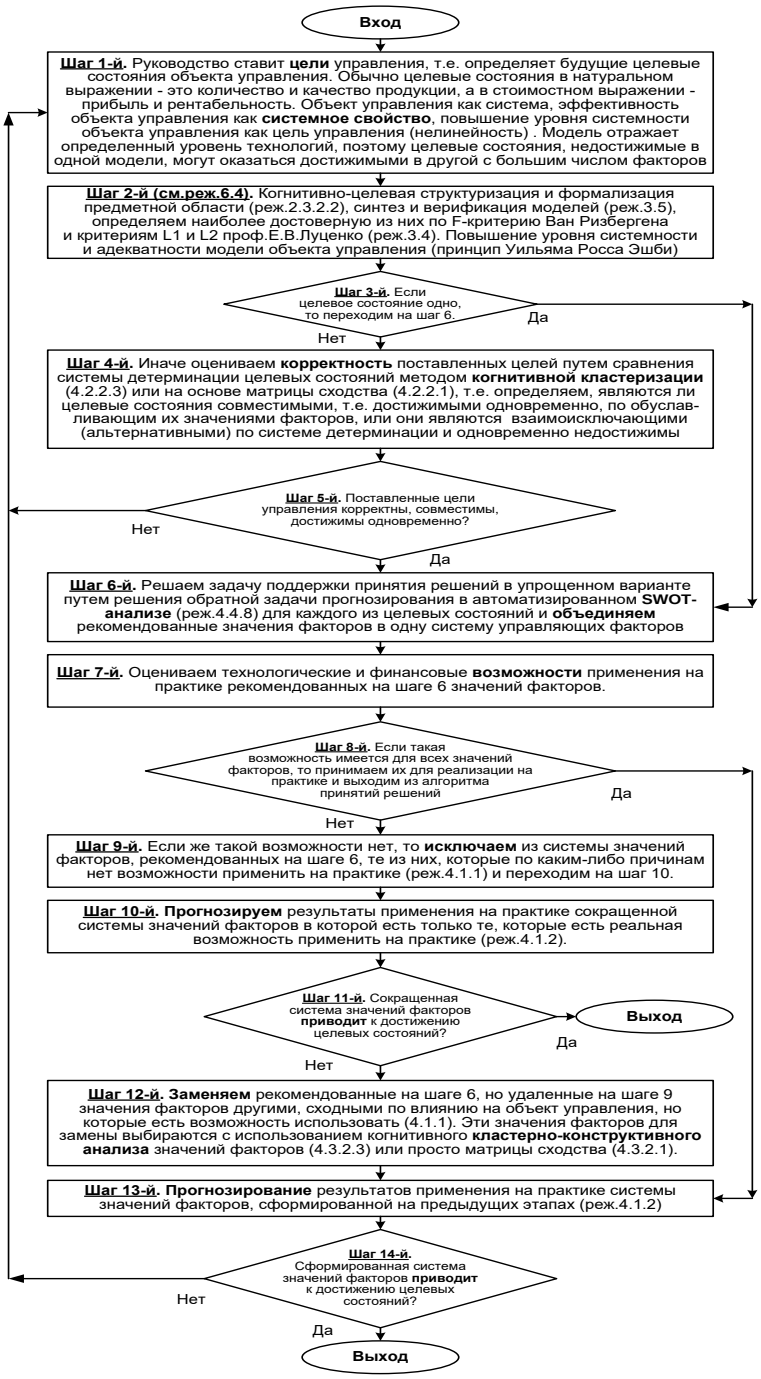


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

<u>Шаг 9-й</u>. 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.

<u>Шаг 10-й</u>. 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).

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

<u>Шаг 12-й</u>. 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].

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

<u>Шаг 14-й</u>. 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:

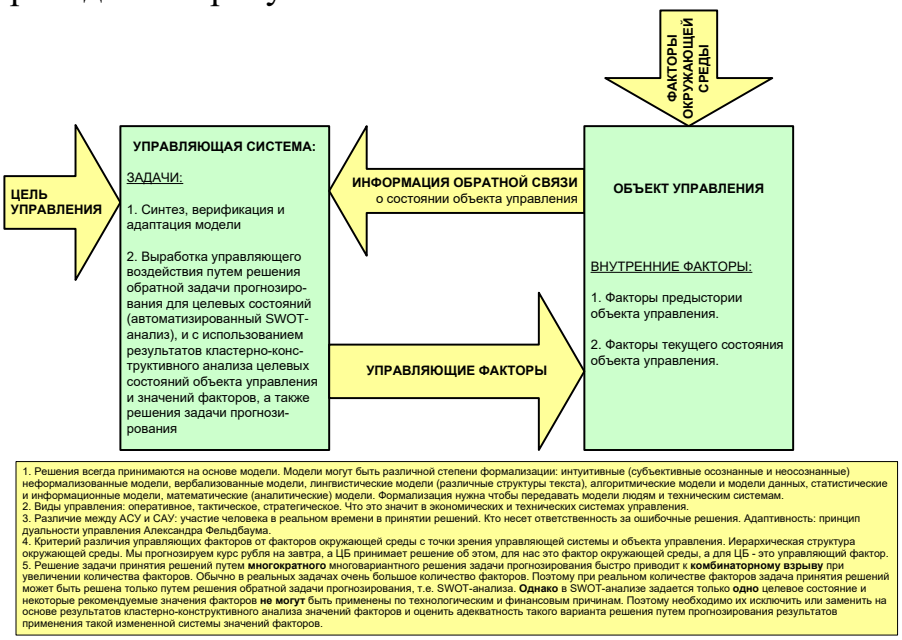


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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 будущие состояния

Код	Наименование значения фактора	Редукция	N объектов (абс.)	N объектов (%)
1	[1] Length of the trip -> [1] 1/3-{0.5000000, 11.0061441}			
2	[1] Length of the trip -> [2] 2/3-{11.0061441, 21.5122883}			
3	[1] Length of the trip -> [3] 3/3-{21.5122883, 32.0184324}			
4	[2] Weather -> [4] cloudy			
5	[2] Weather -> [5] rain			
6	[2] Weather -> [6] snow			
7	[2] Weather -> [7] sunny			
8	[3] Time in a day -> [8] afternoon			

SWOT-анализ значения фактора: 1 "LENGTH OF THE TRIP-1/3-{0.5000000, 11.0061441}" в модели: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и

Способствует переходу в состояния (классы):

Код	Наименование класса	Сила влияния
1	[1]-Cost-[1]-1/3-{320.0000000, 747.9428643}	1635.239

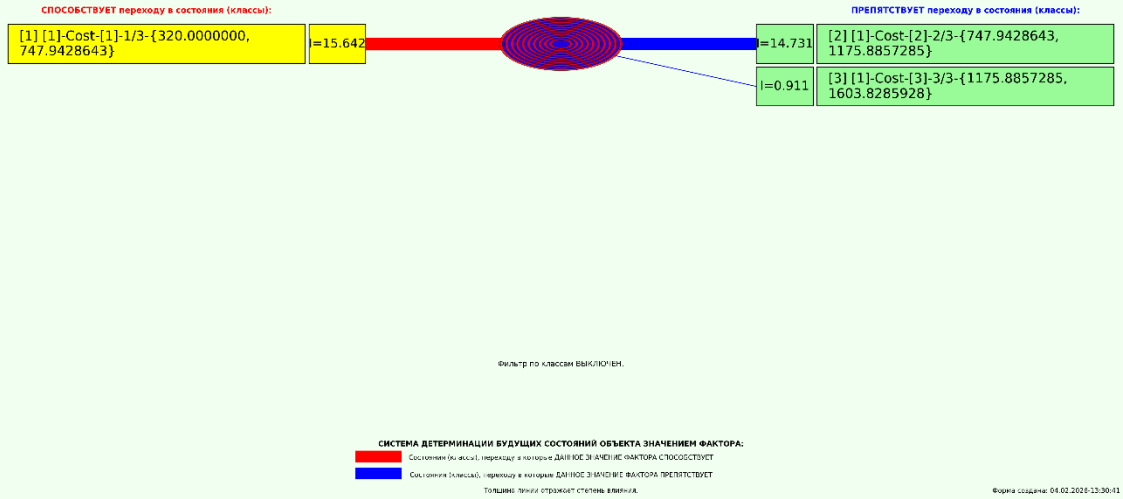
Препятствует переходу в состояния (классы):

Код	Наименование класса	Сила влияния
2	[1]-Cost-[2]-2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	-1398.008
3	[1]-Cost-[3]-3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	-237.231

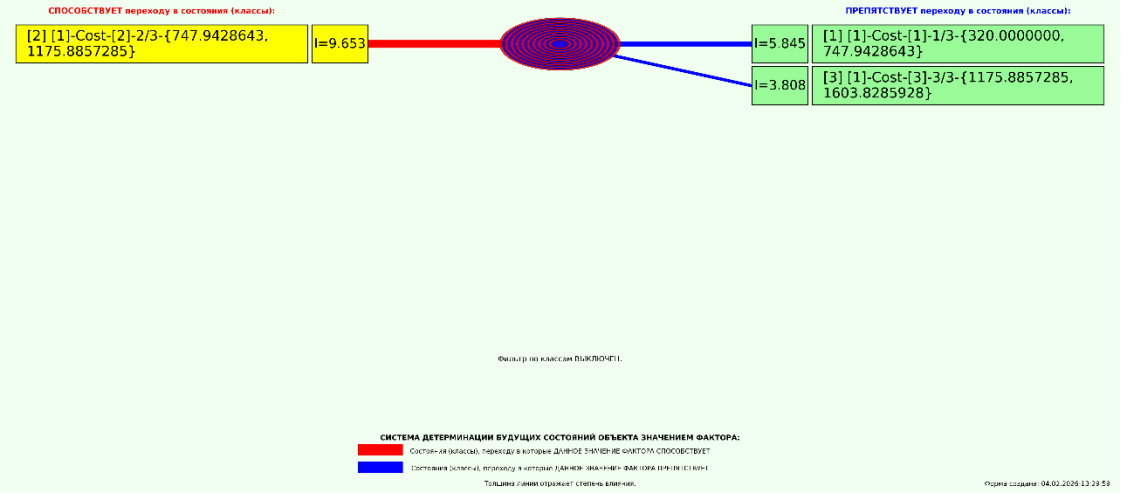
ВКЛЮЧИТЬ фильтр по кл. шкале | ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по кл. шкале | ВКЛЮЧИТЬ фильтр по кл. шкале | ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по кл. шкале

Помощь | ABS | PRC1 | PRC2 | INF1 | INF2 | INF3 | INF4 | INF5 | INF6 | INF7 | Размер шрифта: 16.0 | SWOT-диаграмма значения фактора | SWOT-диаграммы всех факторов

SWOT-ДИАГРАММА ЗНАЧЕНИЯ ФАКТОРА В МОДЕЛИ: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"
Приложение: "АСК-анализ влияния факторов на цену поездки на такси"
Шкала: [3] Time in a day
Значение фактора: [11] night



SWOT-ДИАГРАММА ЗНАЧЕНИЯ ФАКТОРА В МОДЕЛИ: 6 "INF3-частный критерий: Хи-квадрат; разности между фактическими и ожидаемыми абс.частотами"
Приложение: "АСК-анализ влияния факторов на цену поездки на такси"
Шкала: [4] Day of the week
Значение фактора: [12] Friday



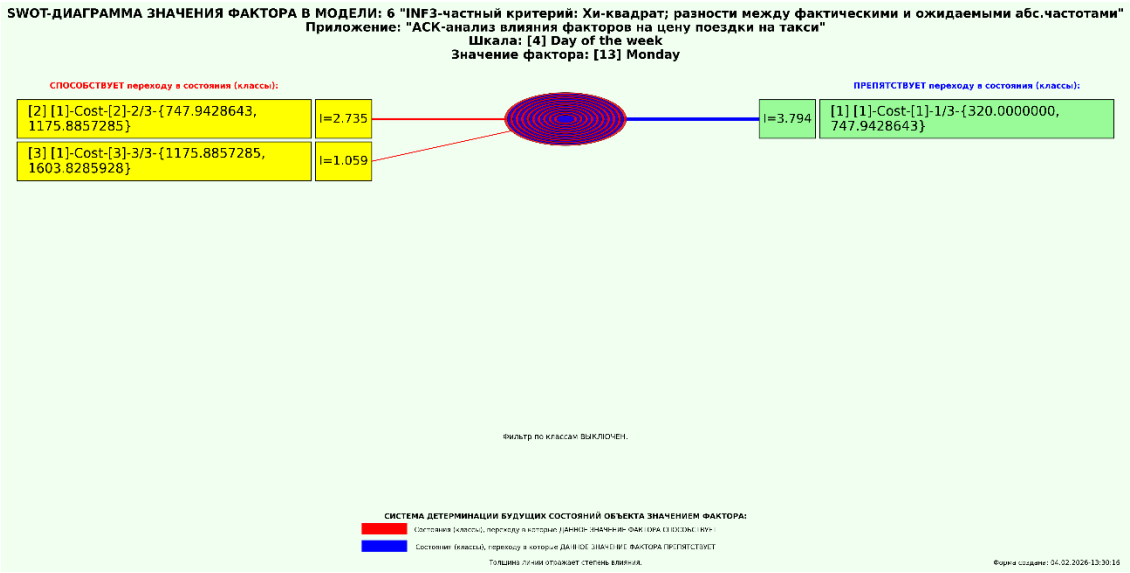


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

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 ночное время суток характерно для низкой стоимости поездки, день недели «Пятница» – для средней цены, а «Понедельник» – для средней и высокой.

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:

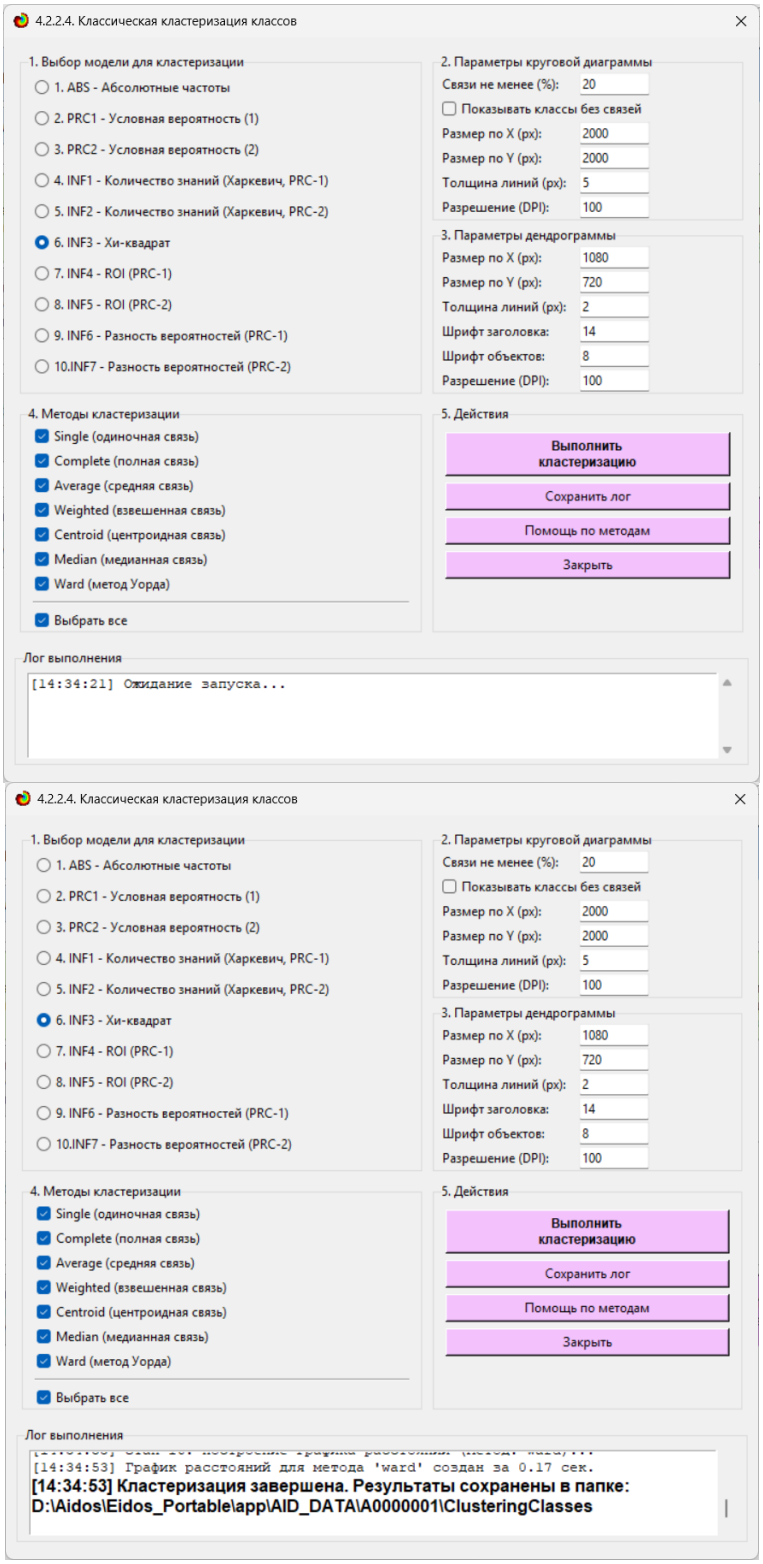


Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.4, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

Таблица 14 – Матрица сходства классов в СК-модели INF3 (полностью)

	[1]-Cost-[1]-1/3-{320.0000000, 747.9428643}	[1]-Cost-[2]-2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	[1]-Cost-[3]-3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}
[1]-Cost-[1]-1/3-{320.0000000, 747.9428643}	1	-0,9796	-0,47426
[1]-Cost-[2]-2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	-0,9796	1	0,287657
[1]-Cost-[3]-3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	-0,47426	0,287657	1

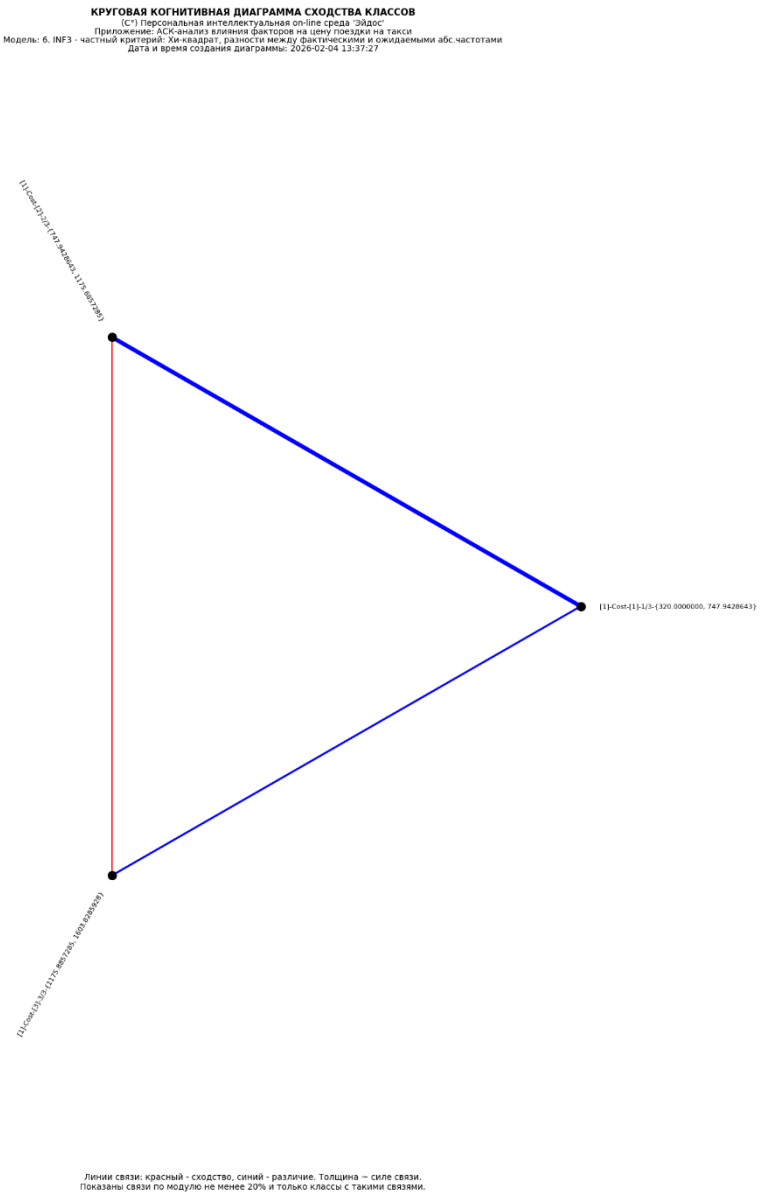


Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.4)

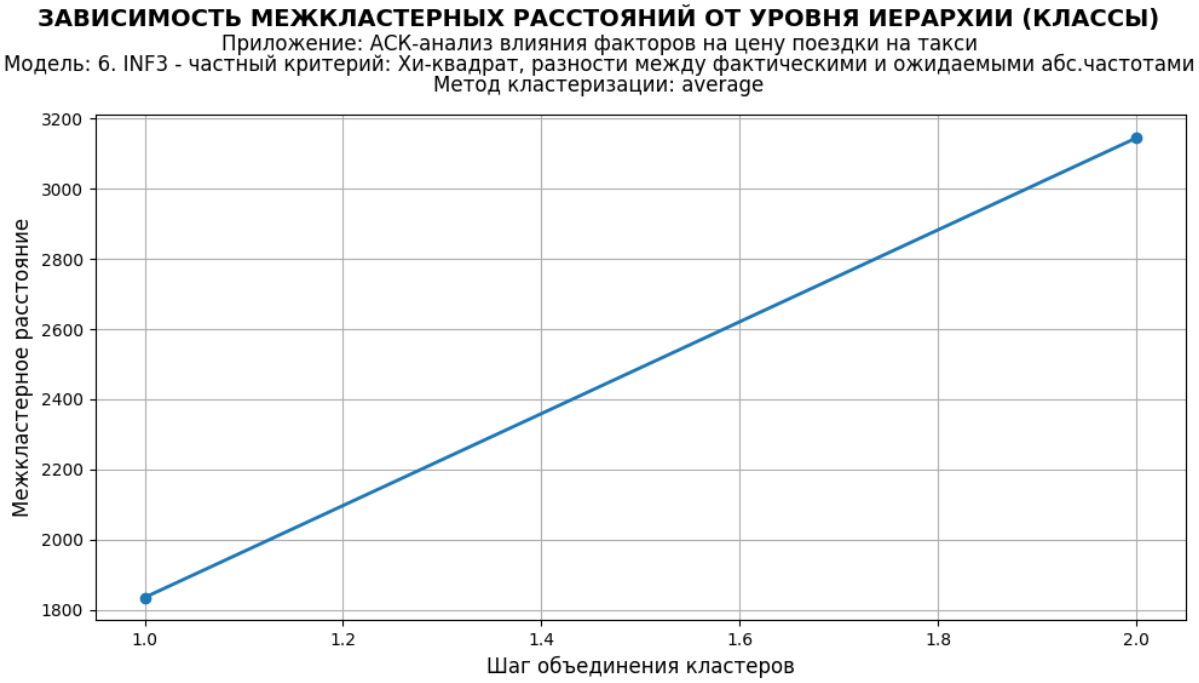


Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.2.2.4)

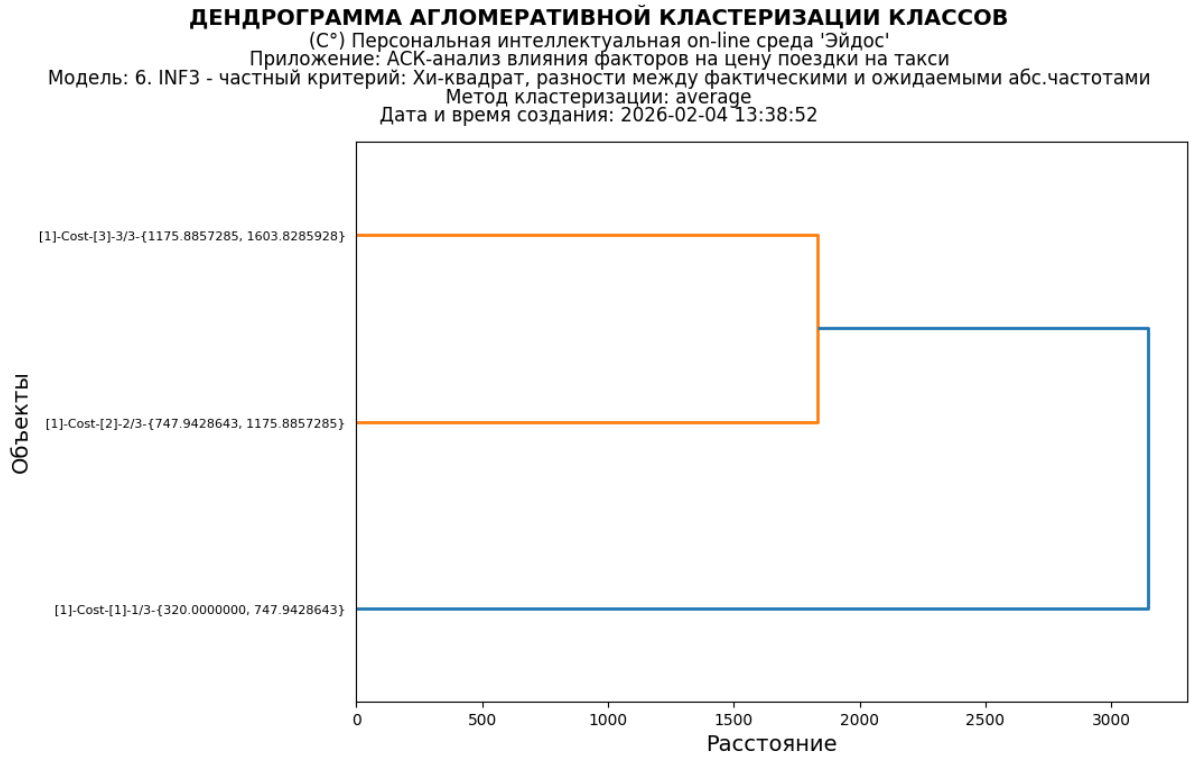


Рисунок 26. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

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:

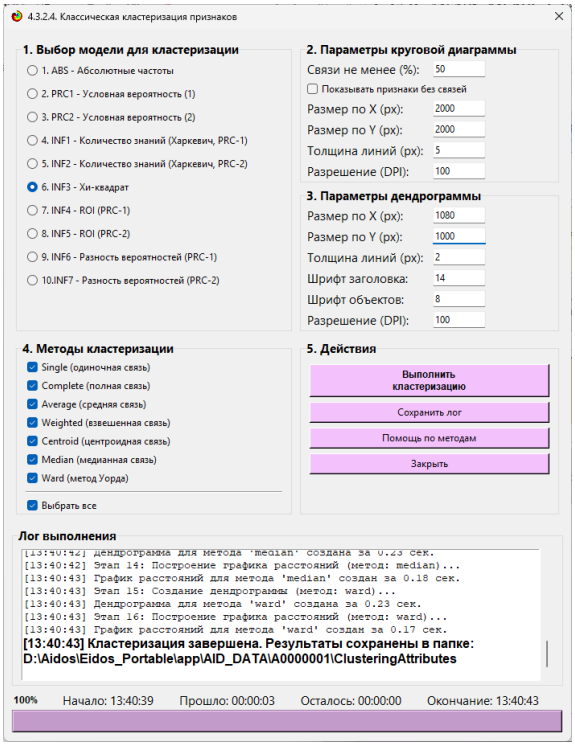


Рисунок 27. Экранные формы режима 4.3.2.4, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

Таблица 15 – Матрица сходства значений факторов в СК-модели INF3 (фрагмент)

kod_pr	[1]-Length of the trip-[1]-1/3-{0.5000000, 11.0061441}	[1]-Length of the trip-[2]-2/3-{11.0061441, 21.5122883}	[1]-Length of the trip-[3]-3/3-{21.5122883, 32.0184324}
[1]-Length of the trip-[1]-1/3-{0.5000000, 11.0061441}	1	-0,9789	-0,77174
[1]-Length of the trip-[2]-2/3-{11.0061441, 21.5122883}	-0,9789	1	0,625499
[1]-Length of the trip-[3]-3/3-{21.5122883, 32.0184324}	-0,77174	0,625499	1
[2]-Weather-[4]-cloudy	0,931866	-0,83806	-0,94988
[2]-Weather-[5]-rain	-0,91057	0,806884	0,965592
[2]-Weather-[6]-snow	-0,42393	0,229908	0,903131
[2]-Weather-[7]-sunny	0,065555	0,139738	-0,68516
[3]-Time in a day-[8]-afternoon	0,999935	-0,9765	-0,77895
[3]-Time in a day-[9]-evening	-0,97675	0,912329	0,89013

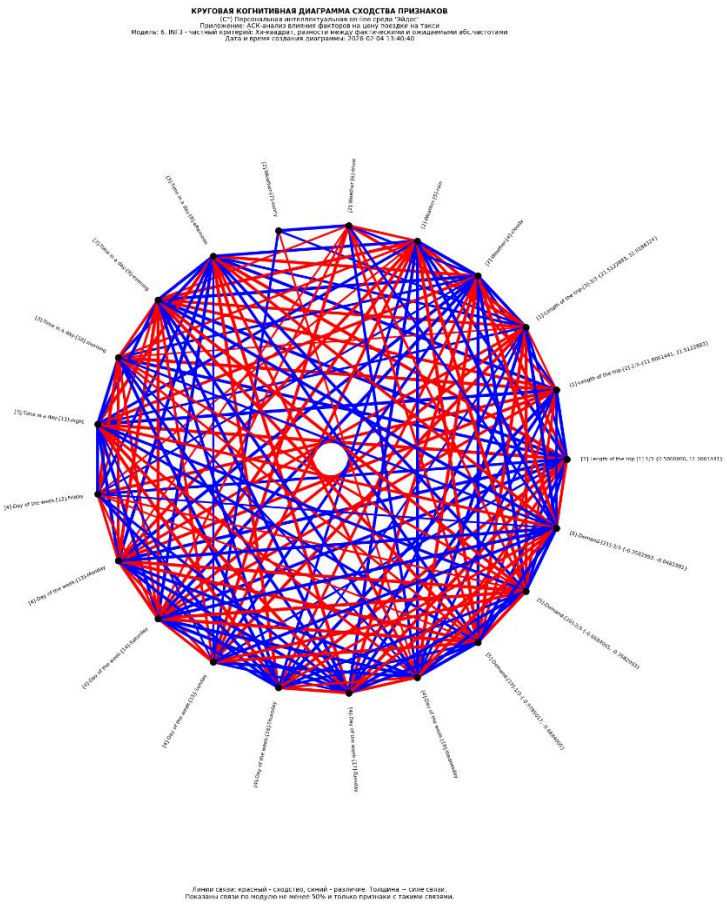


Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF3 (режим 4.3.2.2)

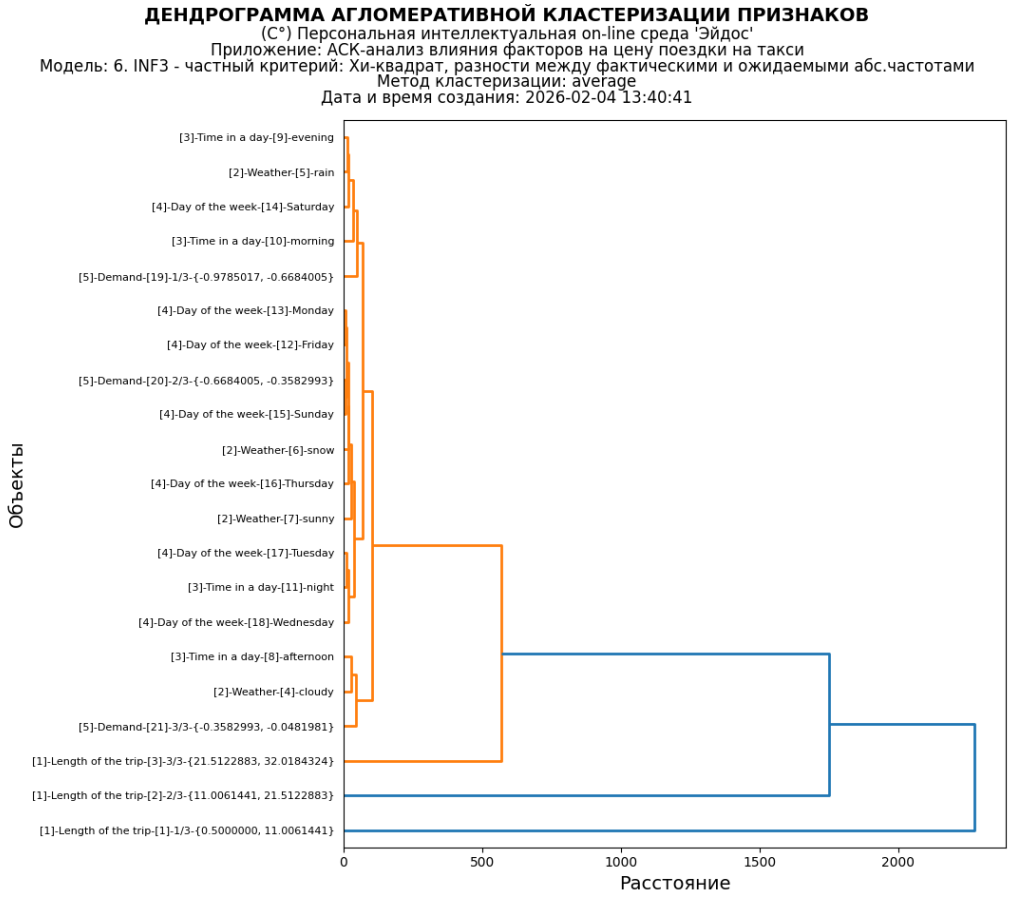


Рисунок 29. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)

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 быстродействие системы.

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

1) весовые коэффициенты на рецепторах не подбираются итерационным методом обратного распространения ошибки, а рассчитываются методом прямого счета на основе хорошо теоретически обоснованной модели, основанной на ***теории информации*** (это напоминает байесовские сети);

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

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

В системе «Эйдос» нелокальные нейроны визуализируются (режим 4.4.10 системы «Эйдос») в виде специальных графических форм, на которых сила и направление влияния рецепторов нейрона на степень его активации/торможения, которые отображаются соответственно в форме цвета и толщины дендрита (рисунок 31). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

3.8.4.2. Конкретное решение задачи в данной работе

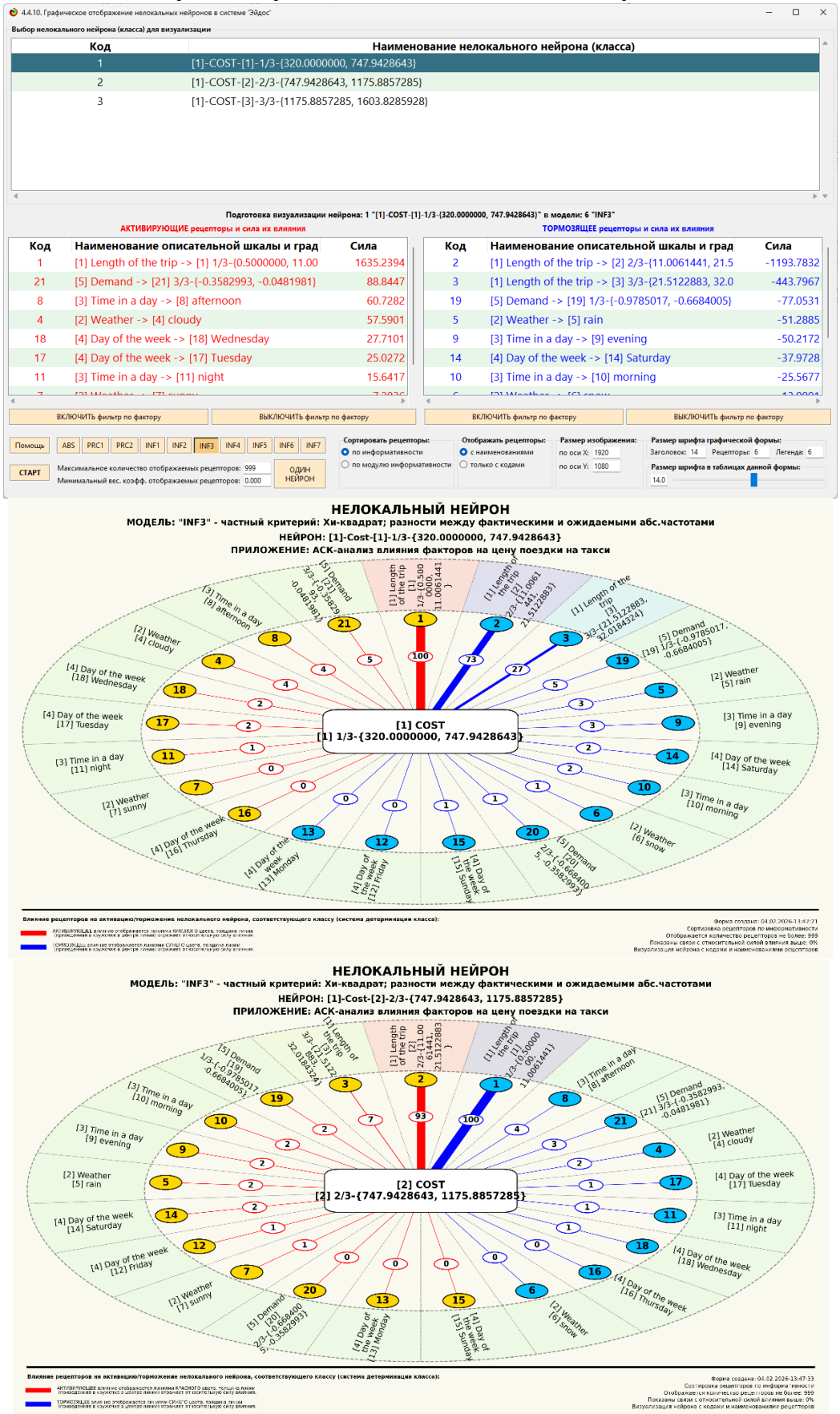


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

3.8.5.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

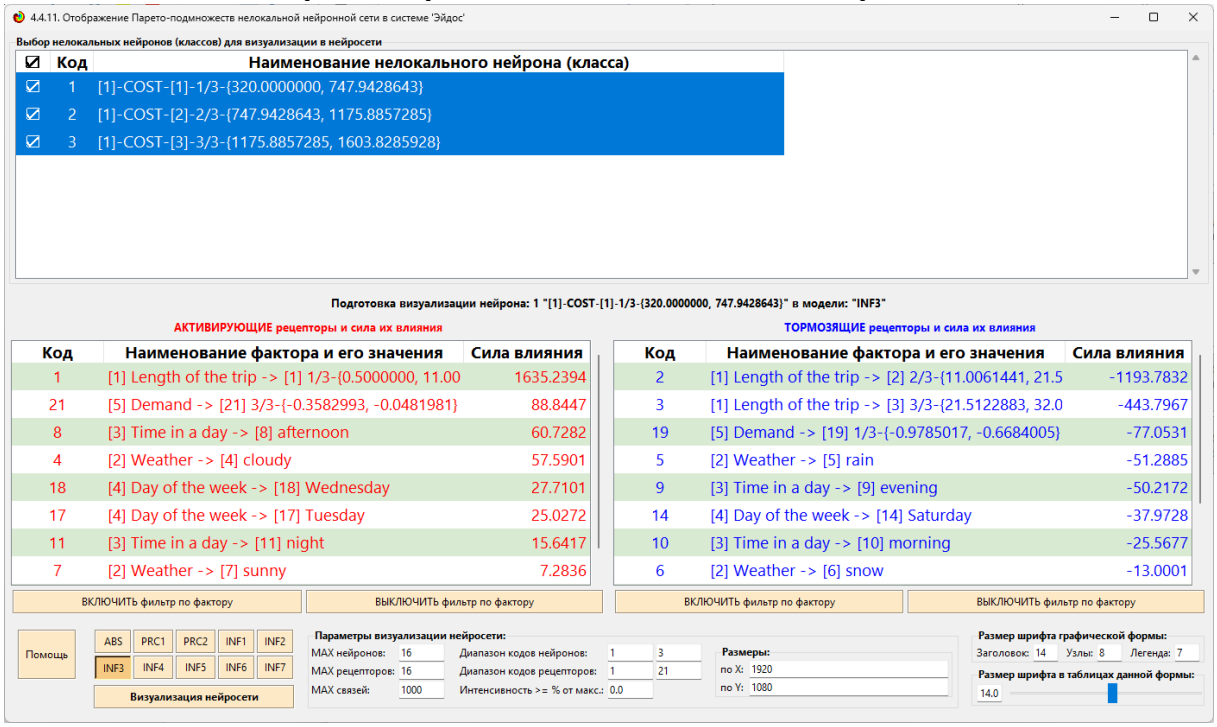
В системе «Эйдос» есть возможность построения моделей, соответствующих многослойным нейронным сетям [18].

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



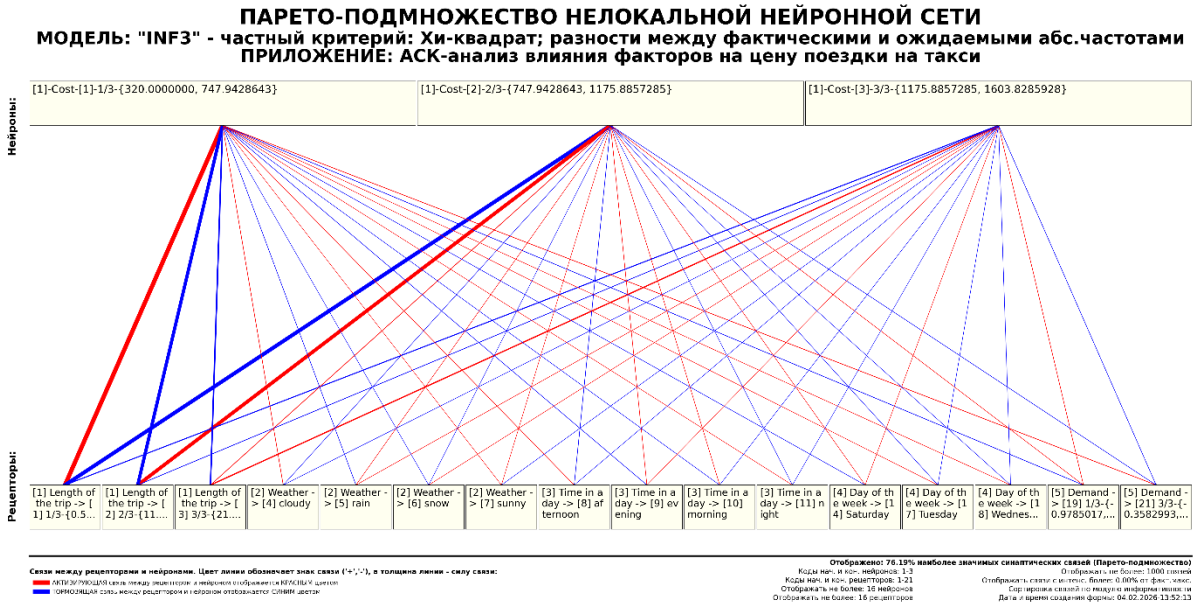


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF3

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 521[11]. 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.

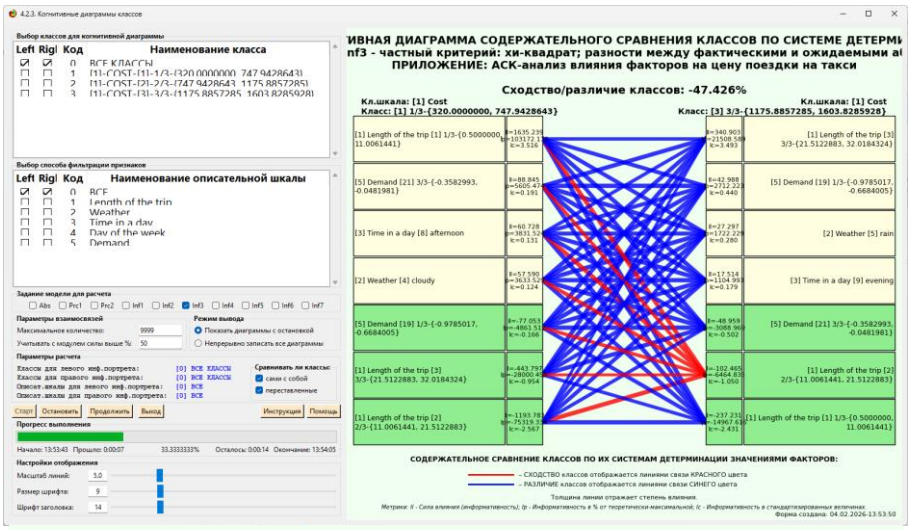
3.8.7.2. Конкретное решение задачи в данной работе

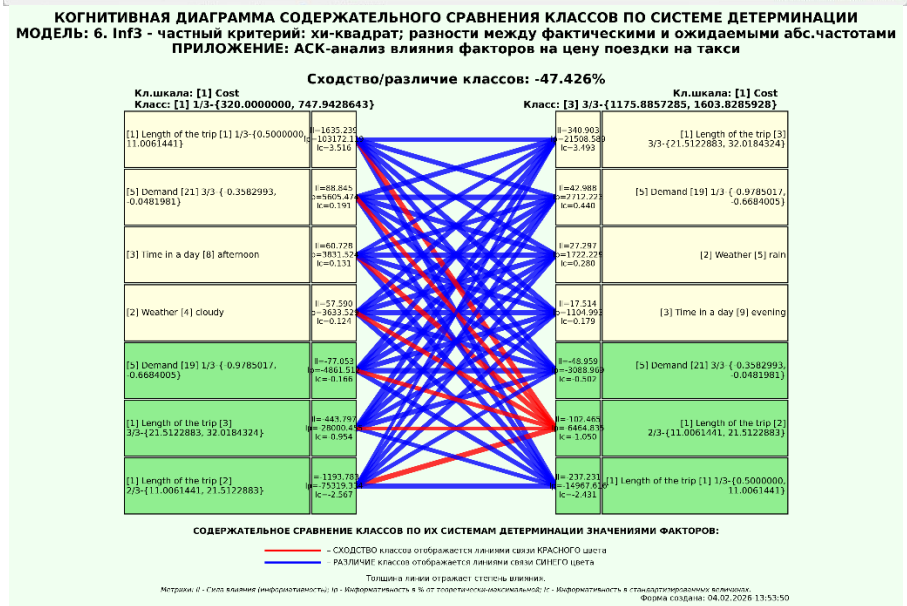
Примеры экранной формы управления и нескольких 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации приведены ниже на рисунках 33. Всего системой в данной модели генерируется 25 форм содержательного сравнения классов. Так как каждый из 3 классов сравнивается со всеми остальными, в т. ч. с собой, то всего получается 3^2=9 подобных диаграмм. На рисунках 34 приводятся некоторые из этих диаграмм. Пользователь при 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 №**451** и получить в нем все выходные формы, как это описано в данной статье.

---

[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.





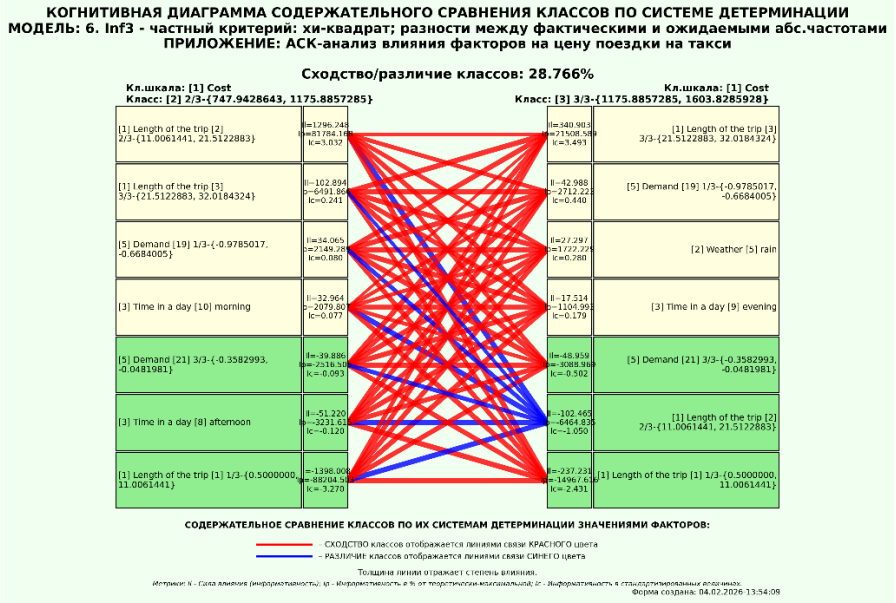


Рисунок 33. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3

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.

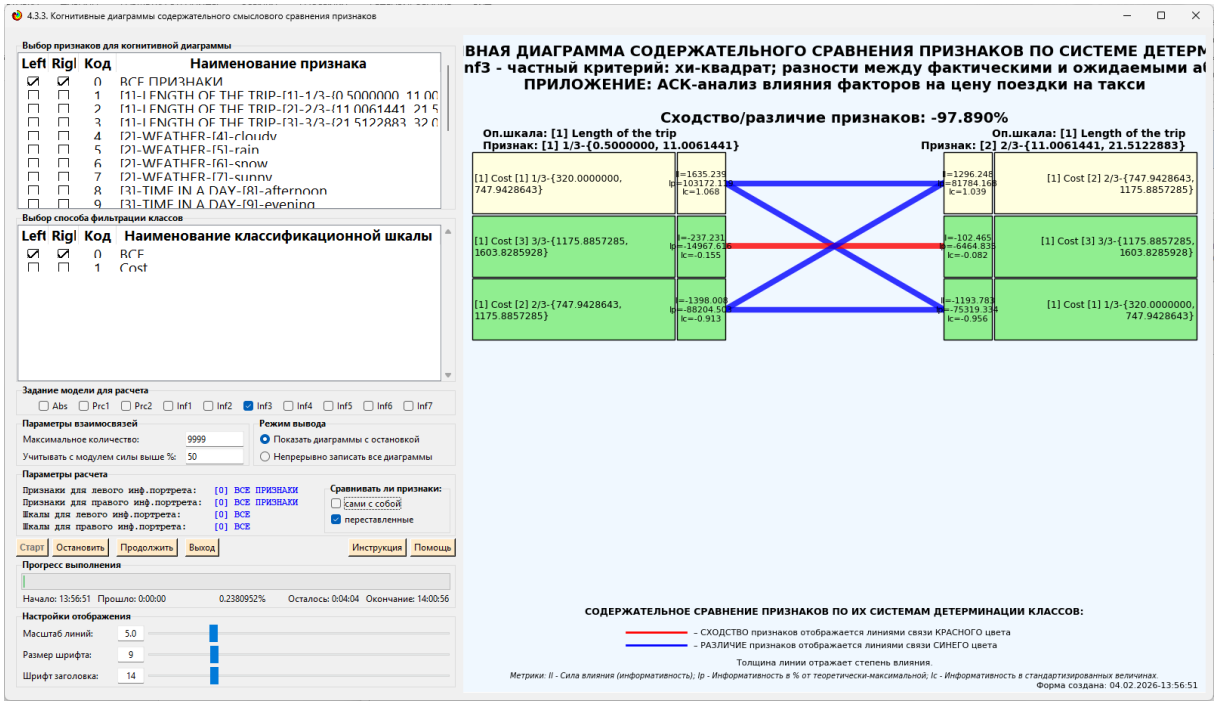
Напомним, что смысл событий, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий этих событий [21].

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 34:



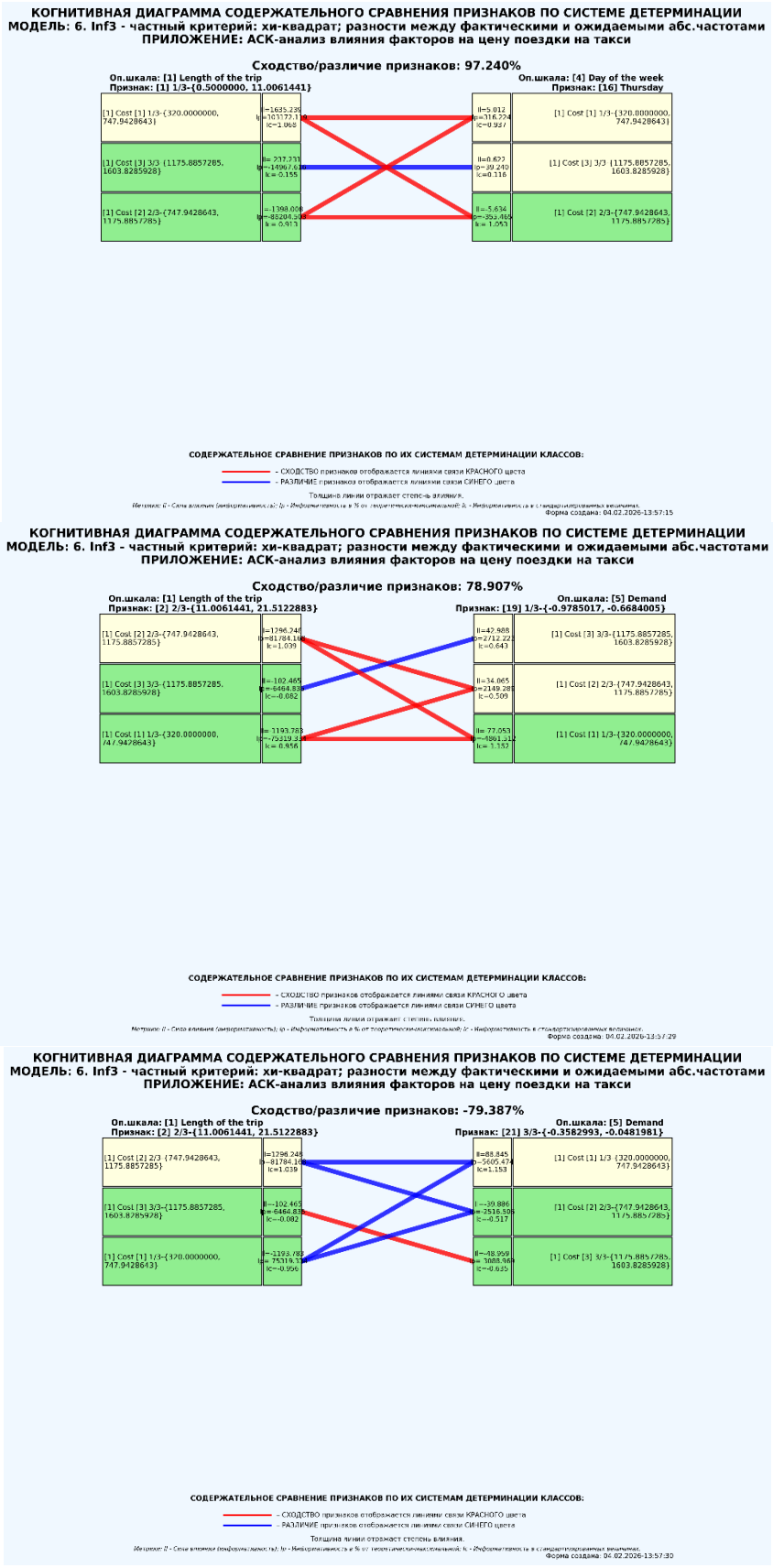


Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения значений факторов по их влиянию на переход объекта моделирования в состояния, соответствующие классам в СК-модели INF3

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 <u>все</u> значения функции, но соответствуют <u>в разной степени</u>, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается <u>цветом</u>***.

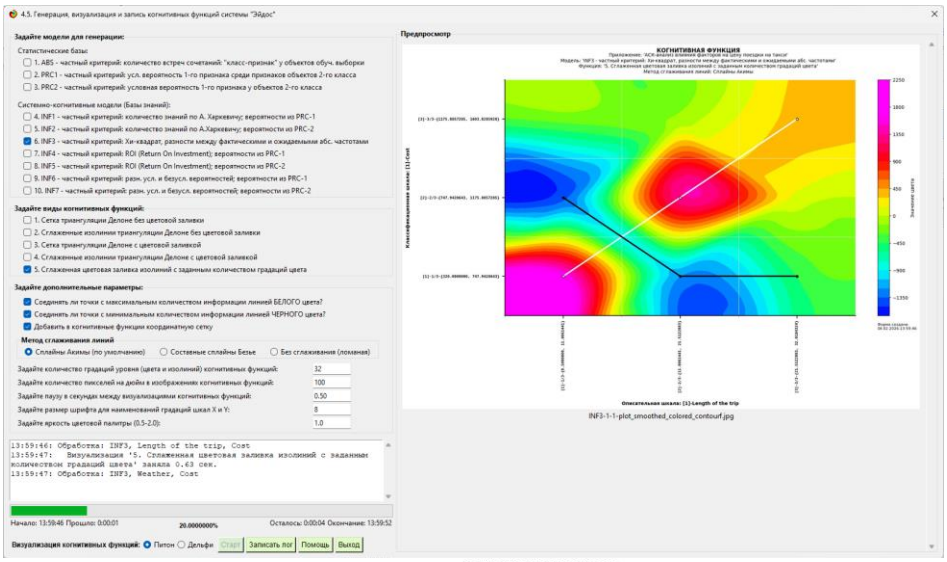
Когнитивные функции являются одним из наиболее мощных и наглядных средств когнитивной графики, имеющихся в системе «Эйдос», позволяющих отобразить силу и направление влияния каждого значения каждого фактора на переход объекта моделирования в каждое из будущих состояний, соответствующих классам.

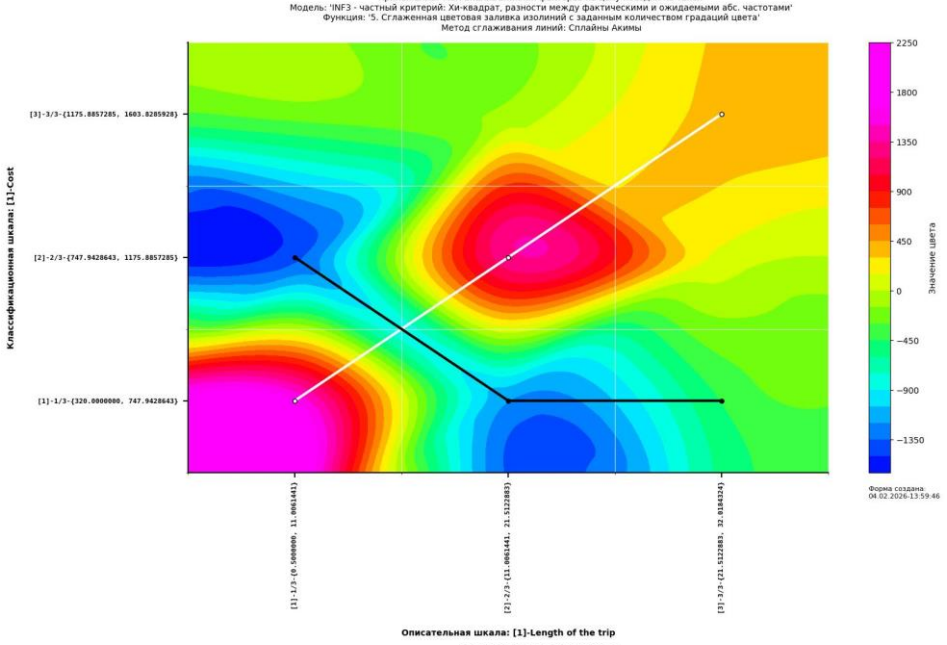
В системе «Эйдос» когнитивные функции отображаются в режиме 4.5 (рисунки 36). Первая экранная форма данного режима представляет собой краткий хелп, поясняющий смысл понятия «Когнитивная функция», а также позволяющий выйти на экранную форму системы «Эйдос» с действующими гиперссылками на работы по когнитивным функциям, а также страницы сайта автора со списком этих работ и работ автора по выявлению, представлению и использованию знаний, логике и методологии научного познания.

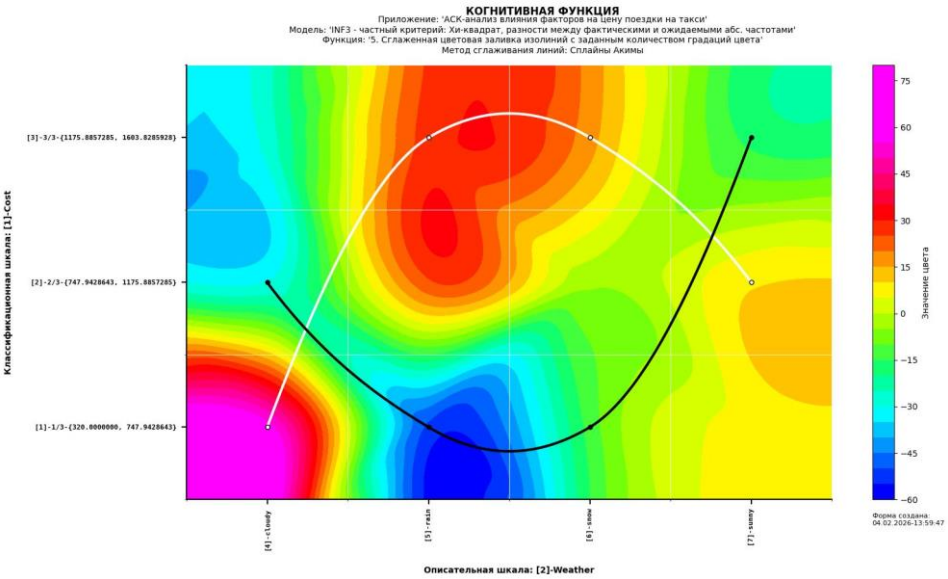
Необходимо отметить, что модели системы «Эйдос» – это ***феноменологические*** модели, отражающие ***эмпирические*** закономерности в фактах обучающей выборки, т.е. они отражают причинно-следственные связи, но не отражают ***механизма детерминации***, а только сам факт и характер детерминации [17, 23, 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 35). Количество когнитивных функций равно количеству сочетаний описательных и классификационных шкал. В модели, рассматриваемой в данной работе, есть 5 описательных шкалы и 1 классификационная, поэтому получается 5 когнитивных функции:


4.5. Генерация, визуализация и запись когнитивных функций системы "Эйдос"
Задайте модели для генерации:
Статистические базы:
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч. выборки
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность 1-го признака среди признаков объектов 2-го класса
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность 1-го признака у объектов 2-го класса
Системно-когнитивные модели (Базы знаний):
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А. Харкевичу; вероятности из PRC-1
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу; вероятности из PRC-2
6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC-1
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятности из PRC-2
9. INF6 - частный критерий: разн. усл. и безусл. вероятностей; вероятности из PRC-1
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безусл. вероятностей; вероятности из PRC-2
Задайте виды когнитивных функций:
1. Сетка триангуляции Делоне без цветовой заливки
2. Сглаженные изолинии триангуляции Делоне без цветовой заливки
3. Сетка триангуляции Делоне с цветовой заливкой
4. Сглаженные изолинии триангуляции Делоне с цветовой заливкой
5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета
Задайте дополнительные параметры:
Соединять ли точки с максимальным количеством информации линией БЕЛОГО цвета?
Соединять ли точки с минимальным количеством информации линией ЧЕРНОГО цвета?
Добавить в когнитивные функции координатную сетку
Метод сглаживания линий
Сплайны Акимы (по умолчанию)
Составные сплайны Безье
Без сглаживания (ломаная)
Задайте количество градаций уровня (цвета и изолиний) когнитивных функций: 32
Задайте количество пикселей на дюйм в изображениях когнитивных функций: 100
Задайте паузу в секундах между визуализациями когнитивных функций: 0.50
Задайте размер шрифта для наименований градаций шкал X и Y: 8
Задайте яркость цветовой палитры (0.5-2.0): 1.0
13:59:46: Обработка: INF3, Length of the trip, Cost
13:59:47: Визуализация '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета' заняла 0.63 сек.
13:59:47: Обработка: INF3, Weather, Cost
Начало: 13:59:46 Прошло: 0:00:01
20.0000000%
Осталось: 0:00:04 Окончание: 13:59:52
Визуализация когнитивных функций: Питон Дельфи
Старт
Записать лог
Помощь
Выход
Предпросмотр
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ
INF3-1-1-plot_smoothed_colored_contourf.jpg


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ
Приложение: 'АСК-анализ влияния факторов на цену поездки на такси'
Модель: 'INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'
Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'
Метод сглаживания линий: Сплайны Акимы
Классификационная шкала: [1]-Cost
[3]-3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}
[2]-2/3-{747.9428643, 1175.8857285}
[1]-1/3-{320.0000000, 747.9428643}
[1]-1/3-{0.5000000, 11.0961441}
[2]-2/3-{11.0961441, 21.5122893}
[3]-3/3-{21.5122893, 32.0284334}
Описательная шкала: [1]-Length of the trip
2250
1800
1350
900
450
0
−450
−900
−1350
Значение цвета
Форма создана
04.02.2026-13:59:46


КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ
Приложение: 'АСК-анализ влияния факторов на цену поездки на такси'
Модель: 'INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'
Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'
Метод сглаживания линий: Сплайны Акимы
Классификационная шкала: [1]-Cost
[3]-3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}
[2]-2/3-{747.9428643, 1175.8857285}
[1]-1/3-{320.0000000, 747.9428643}
[4]-cloudy
[5]-rain
[6]-snow
[7]-sunny
Описательная шкала: [2]-Weather
75
60
45
30
15
0
−15
−30
−45
−60
Значение цвета
Форма создана
04.02.2026-13:59:47

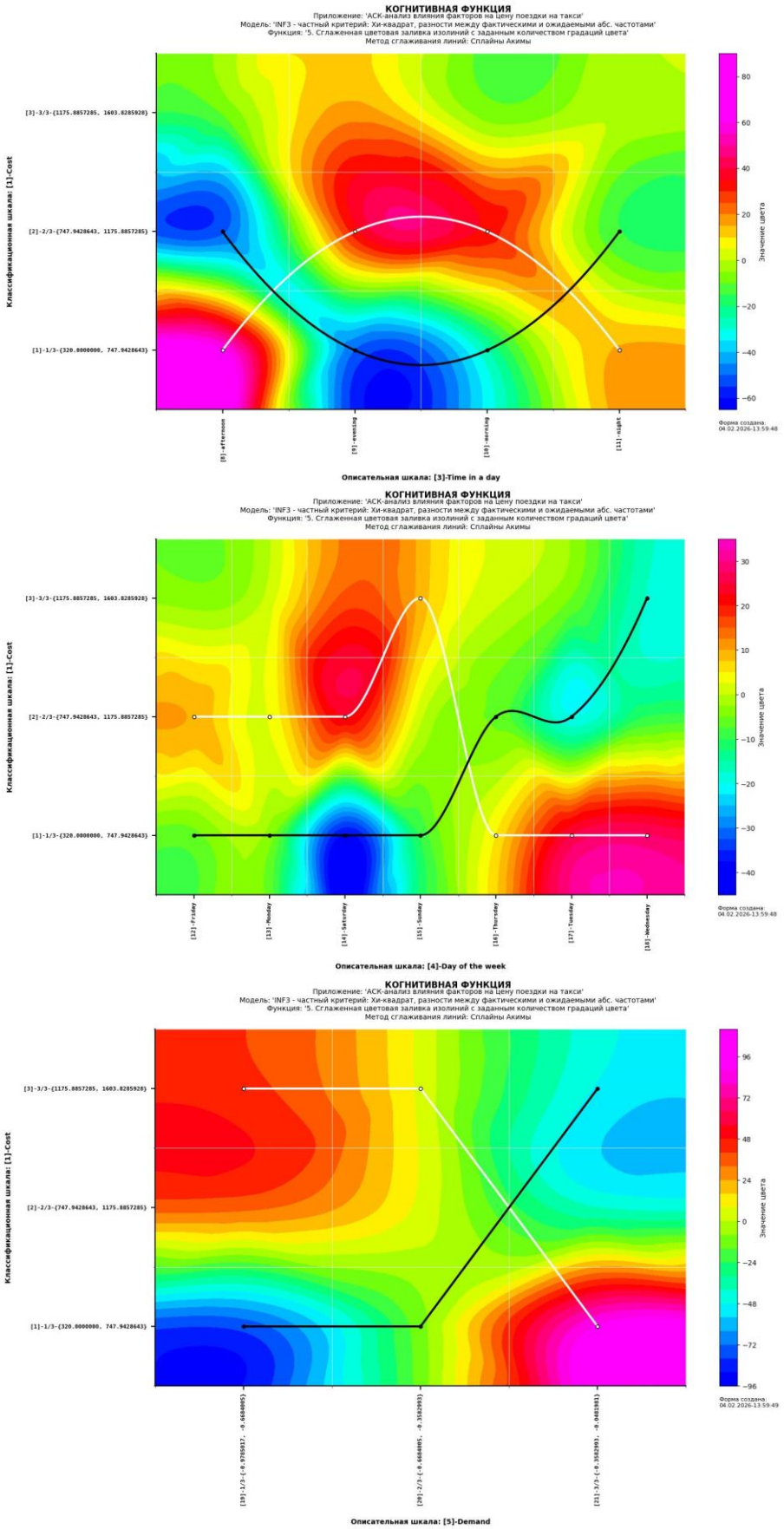


Рисунок 35. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3

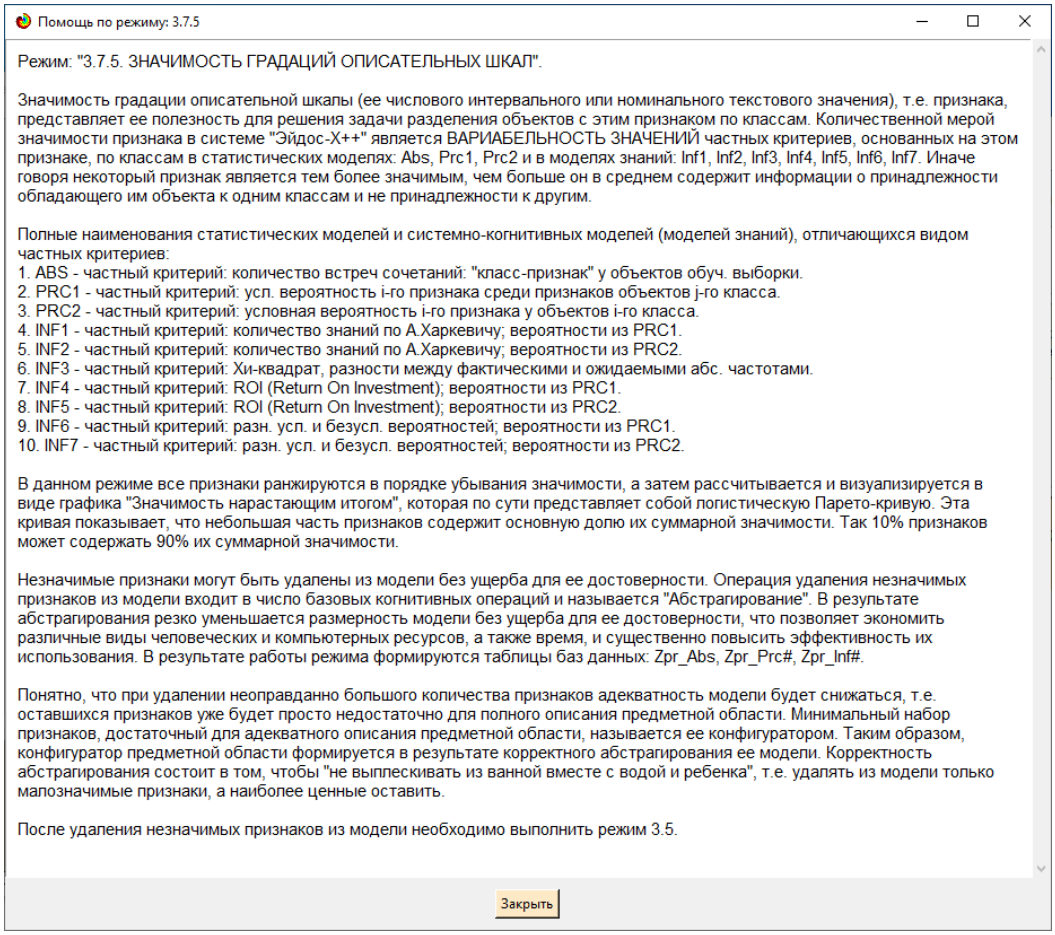
Как уже отмечалось содержательное объяснение когнитивных функций на теоретическом уровне познания – это дело специалистов в той предметной области, к которой относится предмет моделирования [24].

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 Inf1, это вариабельность информативностей (режим 3.7.5 системы «Эйдос») (рисунок 36):



Помощь по режиму: 3.7.5

Режим: "3.7.5. ЗНАЧИМОСТЬ ГРАДАЦИЙ ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ".

Значимость градации описательной шкалы (ее числового интервального или номинального текстового значения), т.е. признака, представляет ее полезность для решения задачи разделения объектов с этим признаком по классам. Количественной мерой значимости признака в системе "Эйдос-Х++" является ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ЗНАЧЕНИЙ частных критериев, основанных на этом признаке, по классам в статистических моделях: Abs, Prc1, Prc2 и в моделях знаний: Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7. Иначе говоря некоторый признак является тем более значимым, чем больше он в среднем содержит информации о принадлежности обладающего им объекта к одним классам и не принадлежности к другим.

Полные наименования статистических моделей и системно-когнитивных моделей (моделей знаний), отличающихся видом частных критериев:
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "класс-признак" у объектов обуч. выборки.
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака среди признаков объектов j-го класса.
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака у объектов i-го класса.
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 безусл. вероятностей; вероятности из PRC1.
10. INF7 - частный критерий: разн. усл. и безусл. вероятностей; вероятности из PRC2.

В данном режиме все признаки ранжируются в порядке убывания значимости, а затем рассчитывается и визуализируется в виде графика "Значимость нарастающим итогом", которая по сути представляет собой логистическую Парето-кривую. Эта кривая показывает, что небольшая часть признаков содержит основную долю их суммарной значимости. Так 10% признаков может содержать 90% их суммарной значимости.

Незначимые признаки могут быть удалены из модели без ущерба для ее достоверности. Операция удаления незначимых признаков из модели входит в число базовых когнитивных операций и называется "Абстрагирование". В результате абстрагирования резко уменьшается размерность модели без ущерба для ее достоверности, что позволяет экономить различные виды человеческих и компьютерных ресурсов, а также время, и существенно повысить эффективность их использования. В результате работы режима формируются таблицы баз данных: Zpr_Abs, Zpr_Prc#, Zpr_Inf#.

Понятно, что при удалении неоправданно большого количества признаков адекватность модели будет снижаться, т.е. оставшихся признаков уже будет просто недостаточно для полного описания предметной области. Минимальный набор признаков, достаточный для адекватного описания предметной области, называется ее конфигуратором. Таким образом, конфигуратор предметной области формируется в результате корректного абстрагирования ее модели. Корректность абстрагирования состоит в том, чтобы "не выплескивать из ванной вместе с водой и ребенка", т.е. удалять из модели только малозначимые признаки, а наиболее ценные оставить.

После удаления незначимых признаков из модели необходимо выполнить режим 3.5.

Закрыть

Рисунок 36. 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 37 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3:

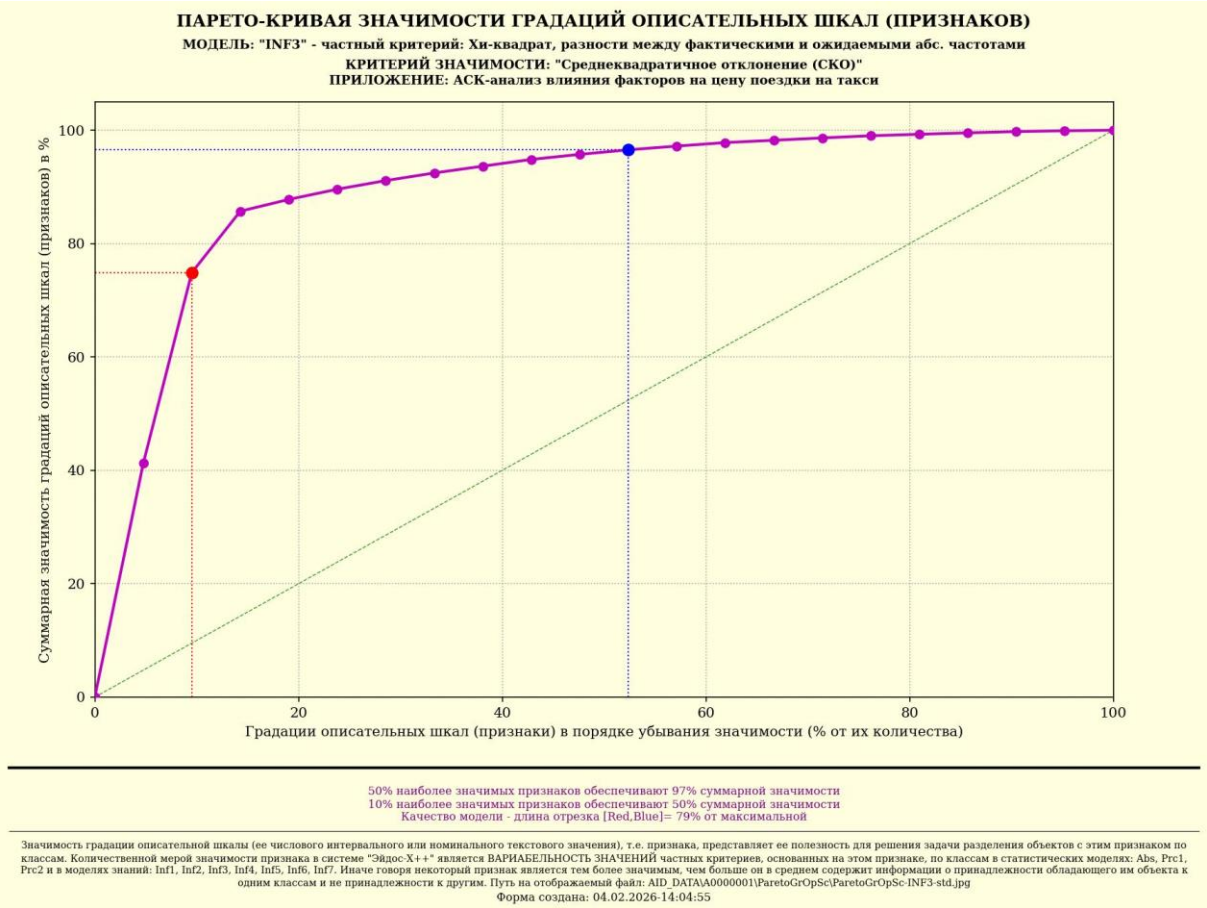


Рисунок 37. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3

Из рисунка 37 видно, что 10% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 97% суммарного влияния. На рисунке 38 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 37. Из таблицы 16 видно, какую долю от

суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

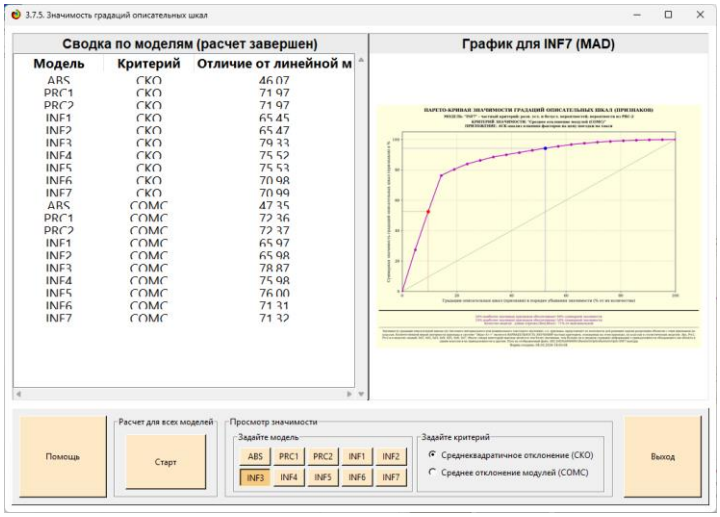


Рисунок 38. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей

Таблица 16 – Сила влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3 (фрагмент)

num	num_prc	kod_atr	name_atr	kod_opsc	znach_atr	zn_atrnit	znach_prc	zn_prcnit
1	4,761905	1	Length of the trip - 1/3-{0.5000000, 11.0061441}	1	1090,16	1090,16	41,15285	41,15285
2	9,52381	2	Length of the trip - 2/3-{11.0061441, 21.5122883}	1	864,1656	1954,325	32,62171	73,77456
3	14,28571	3	Length of the trip - 3/3-{21.5122883, 32.0184324}	1	295,8645	2250,19	11,1687	84,94326
4	19,04762	21	Demand - 3/3-{-0.3582993, -0.0481981}	5	59,22978	2309,419	2,235887	87,17915

Источник: c:\Aidos-X\ AID_DATA\A0000002\ParetoGrOpSc\ zpr_inf3_mad.xlsx

В таблице 17 приведена информация о силе влияния факторов на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам, в системно-когнитивной модели INF3.

Таблица 17 – Сила влияния факторов на поведение объекта моделирования в системно-когнитивной модели INF3

num	num_prc	kod_atr	name_atr	kod_opsc	znach_atr	zn_atrnit	znach_prc	zn_prcnit
1	4,761905	1	Length of the trip - 1/3-{0.5000000, 11.0061441}	1	1530,476	1530,476	41,23962	41,23962
2	9,52381	2	Length of the trip - 2/3-{11.0061441, 21.5122883}	1	1248,174	2778,65	33,63282	74,87244
3	14,28571	3	Length of the trip - 3/3-{21.5122883, 32.0184324}	1	402,3416	3180,992	10,84134	85,71378
4	19,04762	21	Demand - 3/3-{-0.3582993, -0.0481981}	5	77,07537	3258,067	2,076843	87,79063
5	23,80952	19	Demand - 1/3-{-0.9785017, -0.6684005}	5	66,87893	3324,946	1,802094	89,59272
6	28,57143	8	Time in a day - afternoon	3	56,57651	3381,523	1,524489	91,11721
7	33,33333	4	Weather - cloudy	2	49,88226	3431,405	1,344108	92,46132
8	38,09524	5	Weather - rain	2	44,44783	3475,853	1,197674	93,65899
9	42,85714	9	Time in a day - evening	3	44,14752	3520	1,189582	94,84857
10	47,61905	14	Day of the week - Saturday	4	33,0387	3553,039	0,890248	95,73882
11	52,38095	10	Time in a day - morning	3	29,95872	3582,998	0,807256	96,54608
12	57,14286	18	Day of the week - Wednesday	4	24,30577	3607,303	0,654934	97,20101
13	61,90476	17	Day of the week - Tuesday	4	22,87718	3630,181	0,61644	97,81745
14	66,66667	6	Weather - snow	2	15,30243	3645,483	0,412334	98,22979
15	71,42857	11	Time in a day - night	3	15,20689	3660,69	0,409759	98,63955
16	76,19048	7	Weather - sunny	2	14,36638	3675,056	0,387111	99,02666
17	80,95238	20	Demand - 2/3-{-0.6684005, -0.3582993}	5	9,70525	3684,762	0,261514	99,28817
18	85,71429	15	Day of the week - Sunday	4	9,254517	3694,016	0,249369	99,53754
19	90,47619	12	Day of the week - Friday	4	8,42187	3702,438	0,226932	99,76447
20	95,2381	16	Day of the week - Thursday	4	5,350191	3707,788	0,144164	99,90864
21	100	13	Day of the week - Monday	4	3,390706	3711,179	0,091365	100

Источник: c:\Aidos-X\ AID_DATA\A0000002\ParetoGrOpSc\ zpr_inf3_std.xlsx

Из таблицы 17 видно, что примерно 86% суммарного влияния на цену поездки обусловлено продолжительностью поездки, а день недели «Понедельник» оказывает самое меньшее влияние: около 0,09%.

3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

3.8.11.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

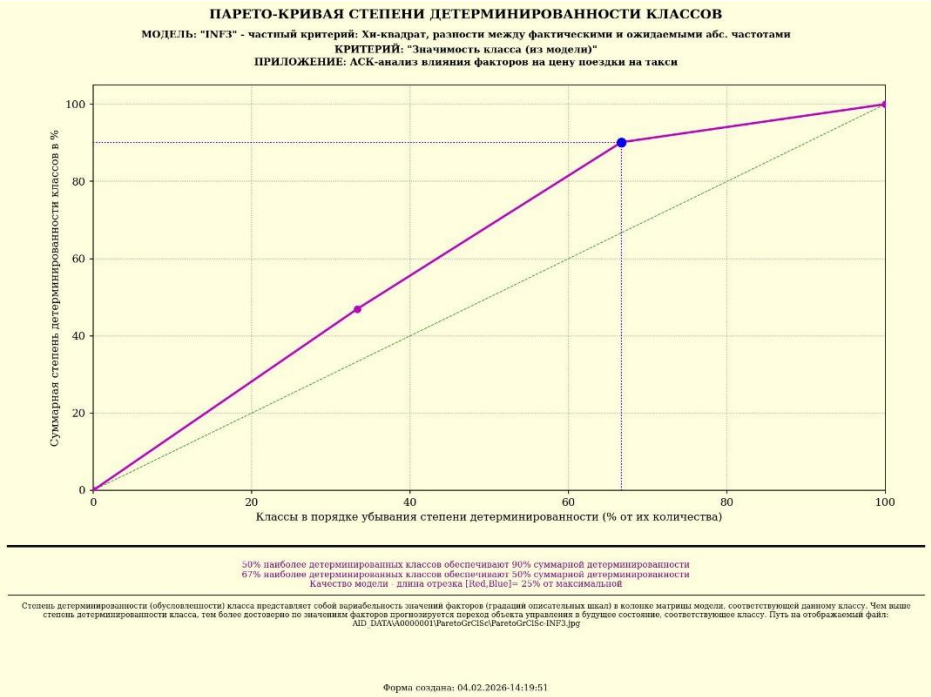
Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается ***степенью вариабельности значений факторов*** (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу (режим 3.7.3 системы «Эйдос»).

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

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

3.8.11.2. Конкретное решение задачи в данной работе

На рисунках 39 приведены парето-кривая степени детерминированности классов, а также 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:



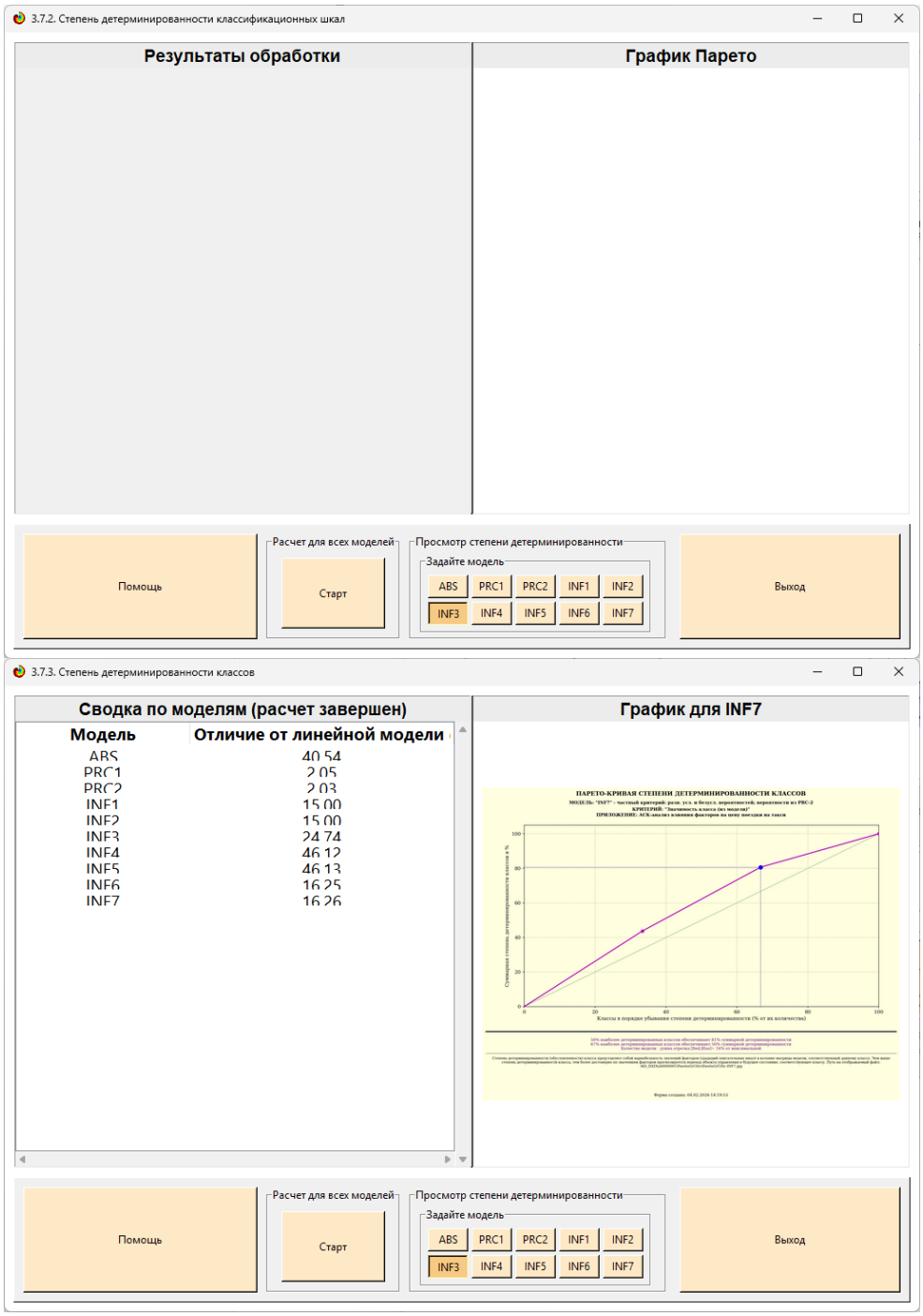


Рисунок 39. Парето-кривая степени детерминированности классов, экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 18 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 39.

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 90% степени детерминированности, а 50% суммарной детерминированности обеспечивают 67% наиболее жестко детерминированных классов.

Таблица 18 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF3

num	num_prc	kod_cls	name_cls	kod_clsc	znach_cls	zn_clsnit	znach_prc	zn_prcnit
1	33,33333	1	[1]-COST-[1]-1/3-{320.0000000, 747.9428643}	1	465,0976	465,0976	46,9688	46,9688
2	66,66667	2	[1]-COST-[2]-2/3-{747.9428643, 1175.8857285}	1	427,5352	892,6329	43,17549	90,14429
3	100	3	[1]-COST-[3]-3/3-{1175.8857285, 1603.8285928}	1	97,59384	990,2267	9,855706	100

Источник: c:\Aidos-X\ AID_DATA\A0000002\ParetoGrOpSc\ ZKL_INF3.xlsx

В таблице 18 приведена информация о степени детерминированности классов значениями факторов в системно-когнитивной модели INF3. Степень детерминированности классификационных шкал является средним от степени детерминированности их градаций.

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

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

Полученные результаты можно оценить, как успешно решающие сформулированную в работе проблему и обеспечивающие достижение поставленной в работе цели. 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, полностью согласуется с результатами работы [25], на исходных данных которой они основаны. С другой стороны, применение АСК-анализа и системы «Эйдос» весьма существенно расширяет возможности решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области, по сравнению с методами, применяемыми в работе [25]. Поэтому есть все основания рекомендовать применение АСК-анализа и системы «Эйдос» для проведения дальнейших углубленных исследований.

Достижением данной работы является:

1. Возможность корректного построения сопоставимых системно-когнитивных моделей предметной области на основе исходных данных, содержащих как лингвистические переменные, так и числовые переменные в различных единицах измерения.

2. Возможность применения системно-когнитивных моделей для решения задач прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области.

В качестве перспективы продолжения исследований можно было бы рекомендовать существенно увеличить объем исходных данных, количество исследуемых факторов, а также количество классификационных шкал и их градаций (классов) для описания будущих состояний объекта моделирования.

Например, можно было бы исследовать в создаваемых системно-когнитивных моделях, и технологические, и природно-климатические факторы.

Рекомендуется ввести классификационные шкалы, отражающие влияние исследуемых факторов на объект моделирования не только в натуральном выражении (количество и качество различных видов продукции), но и в стоимостном выражении (прибыль и рентабельность, как общая по предприятию, так и в разрезе по видам продукции).

Перспективность и ценность результатов подобных исследований и разработок для теории и практики не вызывает особых сомнений, что подтверждается работами в этой области [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 надо скачать систему с сайта разработчика по ссылке на странице: http://lc.kubagro.ru/Installation_Eidos.php, а затем в диспетчере приложений (режим 1.3) установить интеллектуальное облачное Эйдос-приложение №**451**. По различным аспектам применения данной технологии есть 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. 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.

Также было изучено влияние различных факторов на цену поездки в такси. На этой основе были успешно решены задачи идентификации,

классификации и анализа моделируемой предметной области через исследование ее модели. В работе приводится краткое описание АСК-анализа и его программного инструментария – интеллектуальной системы «Эйдос».

Работа может быть основой для лабораторных работ и научных исследований по применению систем искусственного интеллекта, в частности лингвистического 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 OOSCAB.

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-Х++" / 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° 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° 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 ампелографии: 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.