

**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 динамики физической активности пользователей по
различным группам»

Выполнил студент группы: ИТ2341 Аксенов Антон Андреевич

Допущен к защите _____

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

(подпись, расшифровка подписи)



Защищен _____

(дата)

Оценка отлично

Краснодар
2025

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

Факультет прикладной информатики

РЕЦЕНЗИЯ
на курсовую работу

Студента Аксенова Антона Андреевича курса
2 очной формы обучения группы ИТ2341
Направление подготовки 09.04.02 «Информационные системы и технологии»
Наименование темы «АСК-анализ динамики физической активности
пользователей по различным группам»
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)

«28» февраля 2025 г.

РЕФЕРАТ

Курсовая работа содержит: 99 страниц, 41 рисунок, 18 таблиц, 35 литературных источников.

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

Целью работы является проведение автоматизированного системно-когнитивного анализа факторов, влияющих на динамику физической активности пользователей из различных демографических и социальных групп. Для достижения поставленной цели необходимо выполнить комплексный анализ методов формирования классов пользователей, учитывая их индивидуальные характеристики (возраст, пол, начальная физическая форма, предпочтительные виды активности) и внешние условия (сезонные изменения, доступность спортивной инфраструктуры, социальные факторы).

Кроме того, важным этапом исследования станет решение задач идентификации конкретных объектов с классами принятия решений, что позволит определить, как различные комбинации факторов влияют на уровень вовлеченности пользователей в физическую активность. Исследование также включает детальное моделирование взаимосвязей между факторами, чтобы выявить ключевые закономерности и зависимости.

Результаты такого анализа станут основой для разработки эффективных программ стимулирования физической активности, учитывающих особенности каждой группы пользователей. Это позволит не только повысить мотивацию к регулярным занятиям спортом, но и создать персонализированные подходы, адаптированные под конкретные потребности и условия разных категорий населения.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ФИЗИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ГРУППАМ

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

В современных условиях, когда вопросы повышения качества жизни и профилактики хронических заболеваний становятся все более актуальными, особое внимание уделяется изучению динамики физической активности различных групп населения. Однако эффективность программ стимулирования физической активности может быть ограничена множеством факторов, таких как возрастные особенности, социальные условия, сезонные изменения или индивидуальные предпочтения участников. Традиционные методы анализа данных уже показали свою эффективность в оценке изменений уровня физической активности у разных групп пользователей. Тем не менее, результаты таких исследований демонстрируют значительную вариативность реакции различных групп на одинаковые стимулы, что требует более глубокого понимания причинно-следственных связей и разработки персонализированных подходов. В данной статье предлагается использовать Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ) и его программный инструментарий – интеллектуальную систему «Эйдос» – для анализа динамики физической активности пользователей по различным группам. Приводится подробный численный пример, демонстрирующий применение АСК-анализа в данной области. Этот пример содержит множество наглядных табличных и графических выходных форм и может быть использован для обучения применению АСК-анализа и системы «Эйдос» в исследованиях физической активности. Результаты такого анализа помогут выработать практические рекомендации для создания персонализированных программ физической активности, а также обосновать научные положения о механизмах взаимосвязи между различными факторами, влияющими на уровень активности пользователей.

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

AUTOMATED SYSTEM-COGNITIVE ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF PHYSICAL ACTIVITY OF USERS IN DIFFERENT GROUPS

Aksenov Anton Andreevich
I.T.Trubilin Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

In modern conditions, when the issues of improving the quality of life and preventing chronic diseases are becoming increasingly relevant, special attention is paid to studying the dynamics of physical activity of various population groups. However, the effectiveness of physical activity promotion programs can be limited by many factors, such as age characteristics, social conditions, seasonal changes or individual preferences of participants. Traditional methods of data analysis have already proven their effectiveness in assessing changes in the level of physical activity in different groups of users. Nevertheless, the results of such studies demonstrate significant variability in the response of different groups to the same stimuli, which requires a deeper understanding of cause-and-effect relationships and the development of personalized approaches. This article proposes to use Automated System-Cognitive Analysis (ASC-analysis) and its software tools - the intelligent system "Eidos" - to analyze the dynamics of physical activity of users in different groups. A detailed numerical example is given demonstrating the application of ASC-analysis in this area. This example contains many illustrative tabular and graphical output forms and can be used to teach the use of ASC-analysis and the "Eidos" system in physical activity studies. The results of such an analysis will help to develop practical recommendations for creating personalized physical activity programs, as well as to substantiate scientific provisions on the mechanisms of the relationship between various factors influencing the level of user activity.

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)	6
1.1. ОПИСАНИЕ ИССЛЕДУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	6
1.2. ОБЪЕКТ И ПРЕДМЕТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	6
1.3. ПРОБЛЕМА, РЕШАЕМАЯ В РАБОТЕ И ЕЕ АКТУАЛЬНОСТЬ.....	7
1.4. ЦЕЛЬ РАБОТЫ.....	8
2. METHODS (МЕТОДЫ)	8
2.1. ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К МЕТОДУ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	8
2.2. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ, ИХ ХАРАКТЕРИСТИКА И ОЦЕНКА СТЕПЕНИ СООТВЕТСТВИЯ ОБОСНОВАННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	8
2.3. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫЙ АНАЛИЗ (АСК-АНАЛИЗ) КАК МЕТОД РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ.....	9
2.4. СИСТЕМА «ЭЙДОС» – ИНСТРУМЕНТАРИЙ АСК-АНАЛИЗА.....	11
2.5. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ.....	17
3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)	19
3.1. ЗАДАЧА-1. КОГНИТИВНАЯ СТРУКТУРИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ. ДВЕ ИНТЕРПРЕТАЦИИ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ И ОПИСАТЕЛЬНЫХ ШКАЛ И ГРАДАЦИЙ.....	19
3.2. ЗАДАЧА-2. ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ.....	20
3.3. ЗАДАЧА-3. СИНТЕЗ СТАТИСТИЧЕСКИХ И СИСТЕМНО-КОГНИТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ. МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ И ЧАСТНЫЕ КРИТЕРИИ ЗНАНИЙ.....	26
3.4. ЗАДАЧА-4. ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ.....	37
3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области.....	37
3.5. ЗАДАЧА-5. ВЫБОР НАИБОЛЕЕ ДОСТОВЕРНОЙ МОДЕЛИ.....	41
3.6. ЗАДАЧА-6. СИСТЕМНАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ.....	42
3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний».....	43
3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний».....	43
3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев.....	45
3.6.4. Конкретное решение задачи идентификации и прогнозирования в данной работе в системе «Эйдос».....	45
3.7. ЗАДАЧА-7. ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ.....	48
3.7.1. Упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ.....	48
3.7.2. Развитый алгоритм принятия решений в адаптивных интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос».....	51
3.8. ЗАДАЧА-8. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТА МОДЕЛИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО МОДЕЛИ.....	55
3.8.1. Инвертированные SWOT-диаграммы значений описательных шкал (семантические потенциалы).....	55
3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов.....	57
3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал.....	60
3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны.....	63
3.8.5. Нелокальная нейронная сеть.....	66
3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты.....	68
3.8.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	70
3.8.8. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения значений факторов (опосредованные нечеткие правдоподобные рассуждения).....	73
3.8.9. Когнитивные функции.....	76
3.8.10. Значимость описательных шкал и их градаций.....	87
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал.....	91
4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)	94
5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)	95
REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)	96

1. INTRODUCTION (ВВЕДЕНИЕ)

1.1. Описание исследуемой предметной области

Динамика физической активности населения зависит от множества факторов, включая индивидуальные особенности пользователей, социальные условия, сезонные изменения и доступность спортивной инфраструктуры. Для эффективного управления программами стимулирования физической активности необходимо учитывать как личностные характеристики участников (возраст, пол, уровень подготовки), так и внешние условия (время года, местоположение, формат занятий). Современные методы анализа данных позволяют выявить ключевые закономерности и взаимосвязи, которые влияют на степень вовлеченности людей в физическую активность.

Один из перспективных подходов к анализу этих факторов – Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ). Этот метод позволяет не только определить связь между характеристиками групп пользователей и их уровнем физической активности, но и выделить наиболее значимые параметры, влияющие на мотивацию и регулярность занятий спортом. Благодаря наглядным графическим и табличным представлениям результатов, АСК-анализ помогает получить четкое понимание сложных взаимосвязей в данных.

Цель данного исследования заключается в анализе факторов, влияющих на динамику физической активности различных групп пользователей. В рамках исследования будут собраны и проанализированы данные о уровнях активности, включающие информацию об индивидуальных характеристиках участников (возраст, пол, начальная физическая форма), условиях занятий (формат тренировок, время суток, место проведения) и внешних факторах (сезонные изменения, погодные условия). На основе полученных данных будет проведен детальный анализ взаимосвязей между параметрами групп пользователей и их физической активностью.

В результате исследования планируется разработать практические рекомендации для организаторов программ физической активности по оптимизации процессов стимулирования участников. Это позволит повысить эффективность программ, сделать их более персонализированными и адаптированными под потребности разных групп пользователей, а также обеспечить долгосрочную мотивацию к здоровому образу жизни.

1.2. Объект и предмет исследования

Объектом исследования является динамика физической активности пользователей, а именно показатели участия различных групп населения в физических нагрузках и факторы, влияющие на уровень их вовлеченности.

Данный процесс представляет собой совокупность всех действий и решений, которые определяют степень регулярности и интенсивности занятий спортом или физическими упражнениями, включая индивидуальные особенности пользователей, доступность ресурсов и внешние условия.

Предметом исследования являются конкретные характеристики групп пользователей, такие как возраст, пол, начальная физическая форма, предпочтительный формат занятий, а также социальные, психологические и экономические факторы, влияющие на мотивацию к физической активности. Основное внимание уделяется анализу того, как эти параметры соотносятся с уровнем физической активности и как различные факторы могут быть использованы для оптимизации программ стимулирования и создания персонализированных подходов к развитию здорового образа жизни. Особый акцент делается на выявлении закономерностей, позволяющих повысить эффективность мероприятий по привлечению и удержанию пользователей в зависимости от их особенностей и условий окружающей среды.

1.3. Проблема, решаемая в работе и ее актуальность

В современном мире, где вопросы здоровья и физической активности становятся все более значимыми, особую актуальность приобретает разработка эффективных стратегий для стимулирования населения к регулярным занятиям спортом. Однако несмотря на растущее осознание важности физической активности, многие программы сталкиваются с серьезными вызовами. Одной из ключевых проблем является сложность учета множества факторов, влияющих на мотивацию разных групп людей к занятиям спортом. Организаторы программ часто испытывают трудности в выборе оптимальных подходов, что может привести к снижению интереса участников, отсутствию ожидаемых результатов и, как следствие, к недостаточной эффективности мероприятий.

Ситуация осложняется тем, что потребности и предпочтения различных групп пользователей могут значительно различаться. Например, молодежь может быть более склонна к высокоинтенсивным тренировкам, тогда как люди старшего возраста предпочитают softer форматы физической активности. Кроме того, такие внешние факторы, как сезонные изменения, доступность инфраструктуры или социальные условия, также оказывают существенное влияние на готовность людей заниматься спортом.

Эта многогранная задача требует новых методологических подходов для анализа динамики физической активности и выявления наиболее значимых факторов, которые способствуют повышению мотивации и долгосрочному участию в программах здорового образа жизни.

1.4. Цель работы

Целью работы является анализ факторов, влияющих на динамику физической активности пользователей в зависимости от их характеристик и внешних условий, с целью разработки рекомендаций для оптимизации программ стимулирования занятий спортом. Исследование направлено на выявление ключевых параметров, которые способствуют повышению мотивации различных групп населения к регулярным физическим нагрузкам, а также на создание персонализированных подходов для увеличения эффективности таких программ.

2. METHODS (МЕТОДЫ)

2.1. Обоснование требований к методу решения проблемы

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

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

2. Метод решения проблемы не должен предъявлять чрезмерно жестких требований к исходным данным, которые практически невозможно выполнить, а должен обеспечивать обработку тех данных, которые реально есть.

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

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

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

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

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

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

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

АСК-анализ включает:

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

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

Три монографии включены в фонды библиотеки конгресса США⁴.

АСК-анализ и система "Эйдос" были успешно применены в 8 докторских диссертациях по экономическим, техническим, биологическим наукам и в 8 кандидатских диссертациях по экономическим, техническим, психологическими и медицинским наукам, еще несколько докторских и

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

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

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

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

кандидатских диссертаций по техническим, экономическим, филологическим и медицинским наукам с применением АСК-анализа находятся в стадии выхода на защиту.

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

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

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

- Автоматизированный системно-когнитивный анализ числовых и текстовых табличных данных;
- 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.

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

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

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].

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

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

2.4. Система «Эйдос» – инструментарий АСК-анализа

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

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

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

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

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

– имеет «нулевой порог входа», содержит большое количество интеллектуальных локальных (т.е. поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных Эйдос-приложений (в настоящее время их 31 и более **433**, соответственно: http://lc.kubagro.ru/Source_data_applications/WebAppls.htm) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf, http://lc.kubagro.ru/Presentation_LutsenkoEV.pdf);

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



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

– наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решения этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA, т.е. поддерживать язык OpenGL);

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

– хорошо имитирует человеческий стиль мышления и является инструментом познания: дает результаты анализа, понятные экспертам на основе их опыта, интуиции и профессиональной компетенции, если эти

эксперты уже есть, а если их еще нет, то она все равно дает верные результаты познания, что будет признано будущими экспертами, когда они появятся;

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

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

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

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

В разработке системы «Эйдос» были следующие этапы:

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

2-й этап, «эра IBM PC и MS DOS»: 1992-2012 годы. Для IBM-совместимых персональных компьютеров система "Эйдос" впервые реализована на языках CLIPPER-87 и CLIPPER-5.01 (5.02) в 1992 году, а в

1994 году уже были получены [свидетельства РосПатента](#), первые в Краснодарском крае и, возможно, в России на системы искусственного интеллекта (слева приведена титульная видеограмма финальной DOS-версии системы «Эйдос-12.5», июнь 2012 года). С тех пор и до настоящего времени система непрерывно совершенствуется на IBM PC.

3-й этап, «эра MS Windows xp, 8, 7»: 2012-2020 годы. С июня 2012 по 14.12.2020 система «Эйдос» развивалась на языке [Аляска-1.9](#) + [Экспресс++](#) + библиотека для работы с Internet xB2net. Система «Эйдос-X1.9» хорошо работала на всех версиях MS Windows кроме Windows-10, которая требовала специальной настройки. Наиболее трудоемкие в вычислительном отношении операции синтеза моделей и распознавания реализует с помощью графического процессора (GPU), что на некоторых задачах обеспечивает ускорение решение этих задач в несколько тысяч раз, что реально обеспечивает интеллектуальную обработку больших данных, большой информации и больших знаний (графический процессор должен быть на чипсете NVIDIA).

4-й этап, «эра MS Windows-10»: 2020-2021 годы. С 13.12.2020 года по настоящее время система «Эйдос» развивается на языке [Аляска-2.0](#) + [Экспресс++](#). Библиотека xB2net в ней больше не используется, т.к. все возможности работы с Internet входят в [базовые возможности языка программирования](#).

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

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

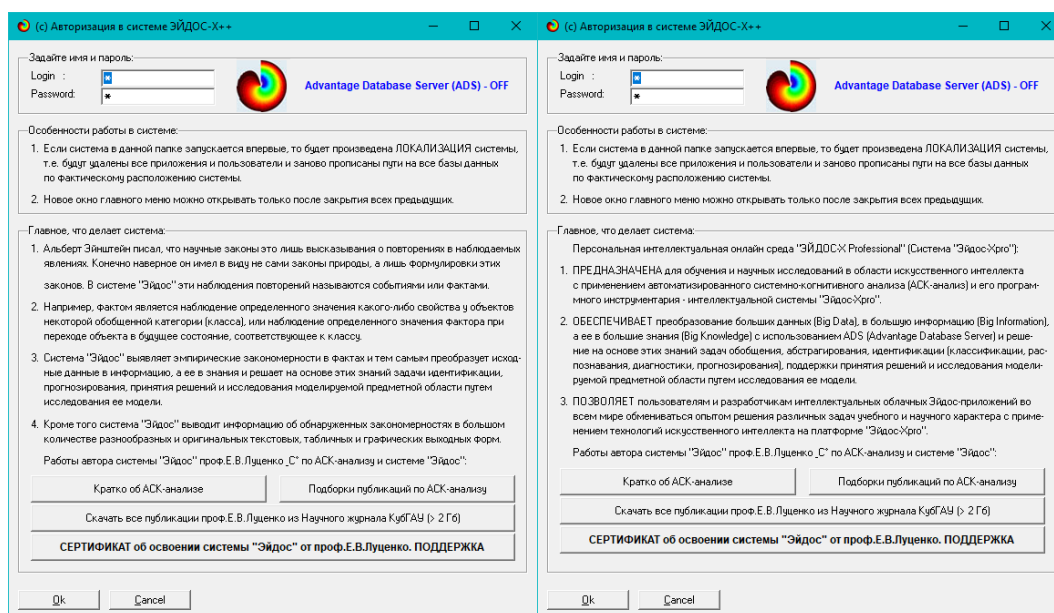
[Скачать и запустить систему «Эйдос-X++» \(самую новую на текущий момент версию\) или обновление системы до текущей версии.](#) Это наиболее полная на данный момент незащищенная от несанкционированного копирования портативная (portable) версия системы (не требующая инсталляции) с полными [исходными текстами](#)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

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

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



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



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

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

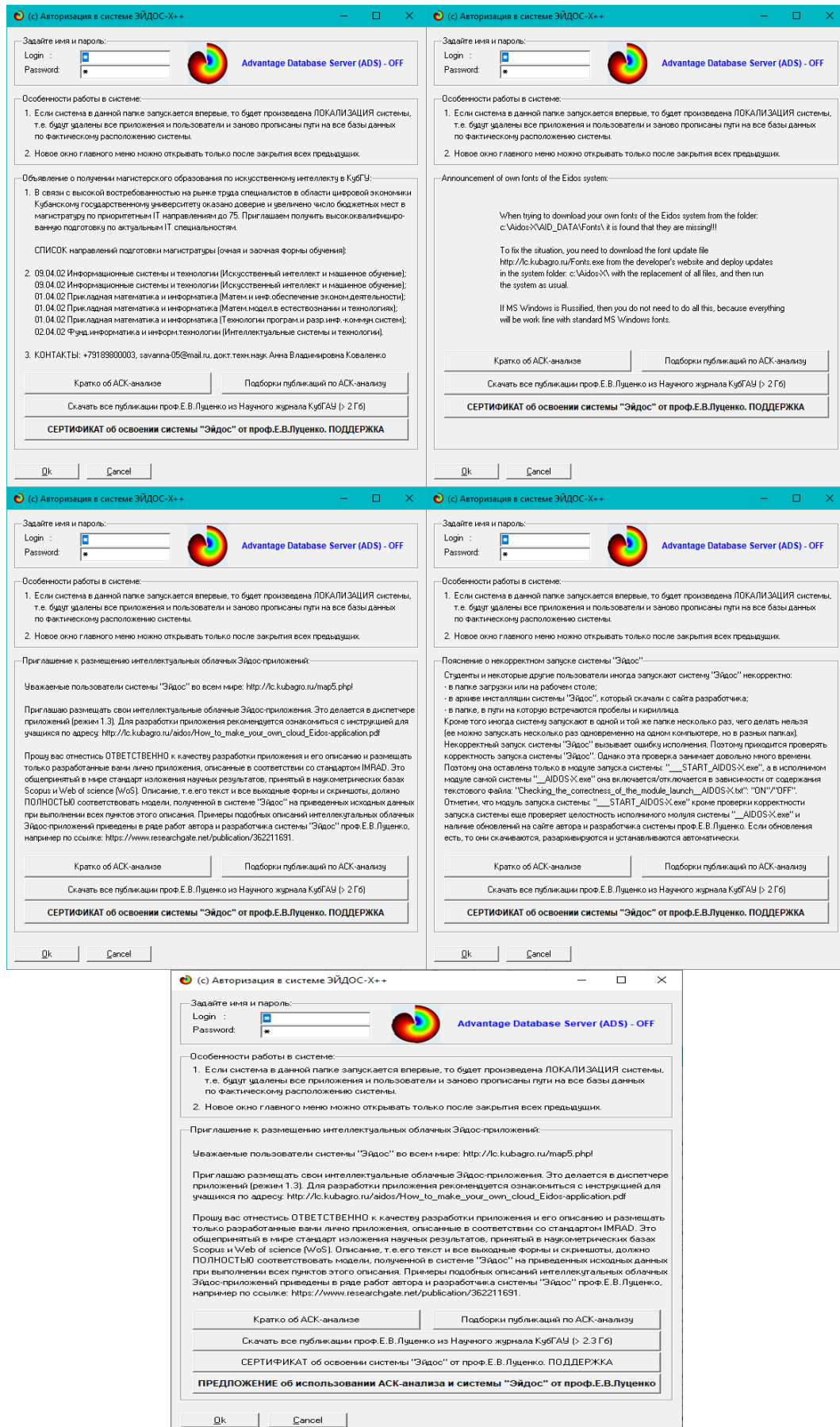


Рисунок 2. Титульные видеogramмы текущей версии системы «Эйдос»

2.5. Цель и задачи работы

Целью работы является решение поставленной проблемы.

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

Задача-1. Когнитивная структуризация предметной области.

Задача-2. Формализация предметной области.

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

Задача-4. Верификация моделей.

Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели.

Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование.

Задача-7. Поддержка принятия решений (упрощенный вариант принятия решений как обратная задача прогнозирования, позитивный и негативный информационные портреты классов, SWOT-анализ; развитый алгоритм принятия решений в АСК-анализе).

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

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

8.2) кластерно-конструктивный анализ классов;

8.3) кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал;

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

8.5) нелокальная нейронная сеть;

8.6) 3d-интегральные когнитивные карты;

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

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

8.9) когнитивные функции;

8.10) значимость описательных шкал и их градаций;

8.11) степень детерминированности классов и классификационных шкал).

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

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

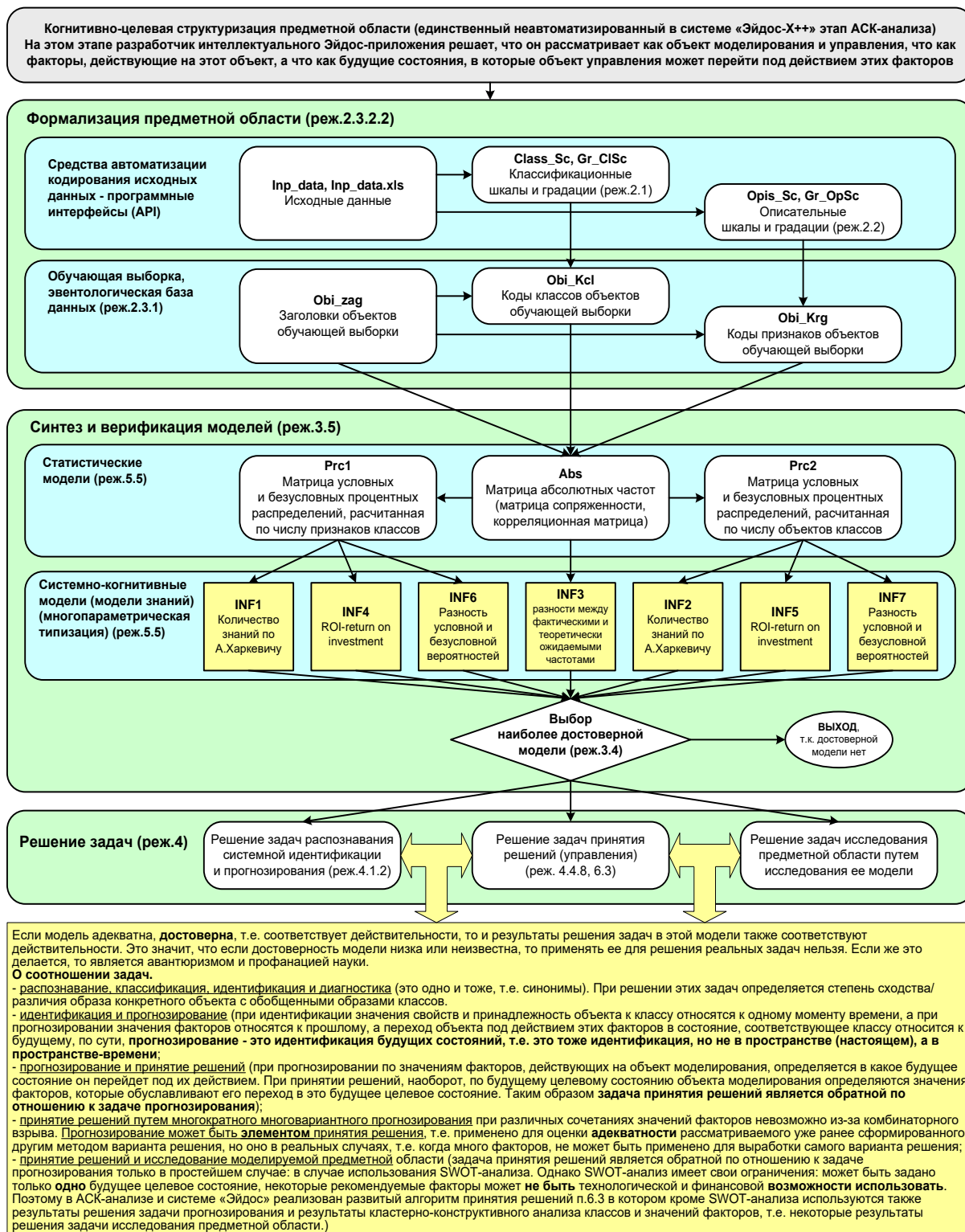


Рисунок 3. Последовательность преобразования исходных данных в информацию, а ее в знания и применения этих знаний для решения различных задач в системе «Эйдос» (этапы АСК-анализа)

3. RESULTS (РЕЗУЛЬТАТЫ)

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

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

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

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

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

Статичная интерпретация и терминология:

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

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

Динамичная интерпретация и терминология:

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

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

Обобщающая терминология:

– классификационные шкалы и градации;

– описательные шкалы и градации.

В данной работе в качестве объекта моделирования выступает динамика физической активности пользователей, в качестве факторов: возраст, пол, начальная физическая форма, формат занятий, сезонность и доступность инфраструктуры (таблица 1). В качестве результата действия этих факторов рассматривается уровень физической активности пользователей, выраженный через частоту и продолжительность тренировок (таблица 2):

Таблица 1 – Описательные шкалы (факторы)

KOD_OPSC	NAME_OPSC
1	AGE
2	GENDER
3	HEIGHT (CM)
4	WEIGHT (KG)
5	WORKOUT DURATION (MINS)
6	CALORIES BURNED
7	HEART RATE (BPM)
8	STEPS TAKEN
9	SLEEP HOURS
10	DAILY CALORIES INTAKE
11	RESTING HEART RATE (BPM)

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000054\System\Opis_Sc.xlsx

Таблица 2 – Классификационные шкалы (результаты действия факторов)

KOD_CLSC	NAME_CLSC
1	WORKOUT INTENSITY
2	WORKOUT TYPE

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000054\System\Class_Sc.xlsx

3.2. Задача-2. Формализация предметной области

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

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

Этим обеспечивается возможность комфортного для пользователя применения системы «Эйдос» для проведения научных исследований и

решения практических задач в самых различных предметных областях и направлениях науки, практически везде, где человек применяет естественный интеллект.

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

Таблица 3 – Исходные данные по влиянию различных факторов на динамику физической активности пользователей разных групп населения

ID	Age	Gender	Height (cm)	Weight (kg)	Workout Duration (mins)	Calories Burned	Heart Rate (bpm)	Steps Taken	Sleep Hours	Daily Calories Intake	Resting Heart Rate (bpm)	Workout Intensity	Workout Type
1	39	Male	175	99	79	384	112	8850	8,2	3195	61	High	Cycling
2	36	Other	157	112	73	612	168	2821	8,6	2541	73	High	Cardio
3	25	Female	180	66	27	540	133	18898	9,8	3362	80	High	HIIT
4	56	Male	154	89	39	672	118	14102	5,8	2071	65	Medium	Cycling
5	53	Other	194	59	56	410	170	16518	7,3	3298	59	Medium	Strength
6	33	Male	162	81	11	301	142	10895	4,2	2401	69	Low	Yoga
7	48	Female	151	82	109	351	114	4687	4,3	2310	72	Low	Strength
8	59	Male	189	61	83	518	159	11234	8,8	2654	62	Medium	Strength
9	37	Other	182	113	25	226	123	9372	4,1	3760	53	Low	Running
10	45	Female	198	74	60	265	171	19073	5,6	1908	53	High	Cycling
11	28	Other	167	84	31	292	147	3478	6,3	1893	51	Low	Yoga
12	46	Other	185	112	111	761	85	17568	6,2	2184	57	Low	HIIT
13	38	Male	178	71	83	664	98	8098	8,5	2253	68	High	Running
14	18	Male	174	99	60	205	96	3597	7,1	2238	74	Low	Cardio

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

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

ID	Age	Gender	Height (cm)	Weight (kg)	Workout Duration (mins)	Calories Burned	Heart Rate (bpm)	Steps Taken	Sleep Hours	Daily Calories Intake	Resting Heart Rate (bpm)	Workout Intensity	Workout Type
1	39	Male	175	99	79	384	112	8850	8,2	3195	61	High	Cycling
2	36	Other	157	112	73	612	168	2821	8,6	2541	73	High	Cardio
3	25	Female	180	66	27	540	133	18898	9,8	3362	80	High	HIIT
4	56	Male	154	89	39	672	118	14102	5,8	2071	65	Medium	Cycling
5	53	Other	194	59	56	410	170	16518	7,3	3298	59	Medium	Strength
6	33	Male	162	81	11	301	142	10895	4,2	2401	69	Low	Yoga
7	48	Female	151	82	109	351	114	4687	4,3	2310	72	Low	Strength
8	59	Male	189	61	83	518	159	11234	8,8	2654	62	Medium	Strength
9	37	Other	182	113	25	226	123	9372	4,1	3760	53	Low	Running
10	45	Female	198	74	60	265	171	19073	5,6	1908	53	High	Cycling
11	28	Other	167	84	31	292	147	3478	6,3	1893	51	Low	Yoga

12	46	Other	185	112	111	761	85	17568	6,2	2184	57	Low	HIIT
13	38	Male	178	71	83	664	98	8098	8,5	2253	68	High	Running
14	18	Male	174	99	60	205	96	3597	7,1	2238	74	Low	Cardio

Таблица 4 имеет следующую структуру:

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

- колонки со 13-й по 14-ю – это классификационные шкалы – это шкалы *текстового* 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]. В системе «Эйдос» существует не очень жесткое ограничение на суммарное количество градаций классификационных шкал: их должно быть не более 2032;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Помощь по режиму 2.3.2.2 для случаев Excel-файлов исходных данных

Режим 2.3.2.2. Универсальный программный интерфейс импорта данных из внешней базы данных "Inp_data.xls" в систему "Эйдос++" и форматизации предметной области.

Данные программный интерфейс обеспечивает форматизацию предметной области, т.е. анализ файла исходных данных (Inp_data.xls), транспонирование классификационных и описательных шкал и таблиц, а затем загрузка файла исходных в использование.

Файл исходных данных должен иметь имя Inp_data.xls, а файл распознанных выборок имя Inp_sar.xls. Файлы Inp_data.xls и Inp_sar.xls должны находиться в папке _AIDOS_XMID_DATA\Inp_data. Эти файлы имеют совершенно одинаковую структуру.

1-я строка этого файла должна содержать наименования колонок на любом языке, в т.ч. и русском. Эти наименования должны быть во всех колонках, при этом переводы по словам разрешены, а обозначения имен, родов, строк имен, родов не допускаются. Эти наименования должны быть короткими, но понятными, т.е. они будут в выводе формы, а к ним еще будет добавляться наименование градаций. В числовых шкалах надо ОБЯЗАТЕЛЬНО указывать единицы измерения и число знаков после запятой в колонке должно быть ОДИНАКОВОЕ.

1-я колонка содержит наименование объекта обучающей выборки или наименование наблюдения. Оно может быть длиннее, до 255 символов.

Каждая строка этого файла, начиная со 2-й, содержит данные об объекте обучающей выборки или о наблюдении. В MS Excel 2003 в листе может быть до 65536 строк и до 256 колонок. В листе MS Excel 2010 и более поздних возможно до 1048576 строк и 16384 колонок.

Столбцы, начиная со 2-го, являются классификационными и описательными шкалами и могут быть текстового (наименований / порядкового) или числового типа (с десятичными знаками после запятой).

Столбцы, принадлежащие числовой тип, если все значения его имеют числового типа. Если хотя бы одно значение является текстовым (не числом, в т.ч. пробелами), то столбец принадлежит текстовый тип. Это означает, что нули должны быть указаны нулями, а не пробелами.

Столбцы со 2-го по 4-й являются классификационными шкалами (высказанными параметрами) и содержат данные о классификации (состоянии объекта управления), к которым принадлежат объекты обучающей выборки.

Столбцы с 4-й по последний являются описательными шкалами (состояния или факторами) и содержат данные о признаках (т.е. значениях свойства или значении фактора), характеризующих объекты обучающей выборки.

В результате работы режима формируется файл INF_NAME.TXT стартера MS DOS (критичная), в котором наименования классификационных и описательных шкал являются СПРОКАМИ. Система формирует классификационные и описательные шкалы и градации. Для этого в каждом числовом столбце система находит минимальное и максимальное числовые значения и формирует заданное количество числовых интервалов, после чего числовые значения элементизуются и интерполируются значениями. В текстовых столбцах система находит уникальные текстовые значения. Каждое УНИКАЛЬНОЕ интервальное числовое или текстовое значение считается градацией классификационной или описательной шкалы, характеризующей объект. В каждой шкале ее градации сортируются по алфавиту. С использованием шкал и градаций кодируются исходные данные, в результате чего генерируется обучающая выборка. Каждый объект кодируется одной строкой файла исходных данных INF_DATA и содержит коды классов, соответствующие фактору сведения числовым или уникальным текстовым значениям классов с градациями классификационной шкалы и кодами признаков, соответствующие фактору сведения числовым или уникальным текстовым значениям признаков с градациями описательной шкалы.

Распознаваемая форма формируется на основе файла INF_RASP аналогично, за исключением того, что классификационные и описательные шкалы и градации не кодируются, а используются ранее созданные в файлах и базы распознанных выборок могут не включать коды классов, если столбцы классов в файле INF_RASP были пустыми. Структура файла INF_RASP должна быть такой же, как INF_DATA, т.е. они должны ПОЛНОСТЬЮ совпадать по наименованиям столбцов, но могут иметь разное количество строк с равными значениями в них.

Принцип организации таблицы исходных данных

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы
1-й объект обучающей выборки (1-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы
2-й объект обучающей выборки (2-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы
...

Определения основных терминов и профилактика типичных ошибок при подготовке Excel-файла исходных данных

Принцип организации таблицы исходных данных

Наименование объекта обучающей выборки	Наименование 1-й классификационной шкалы	Наименование 2-й классификационной шкалы	Наименование 1-й описательной шкалы	Наименование 2-й описательной шкалы
1-й объект обучающей выборки (1-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы
2-й объект обучающей выборки (2-е наблюдение)	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы	Значение шкалы
...

Рисунок 5. Хелпы API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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

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

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

Задайте тип файла исходных данных: "Inp_data":

XLS - MS Excel-2003 Стандарт XLS-файла
 XLSX- MS Excel-2007(2010) Стандарт XLSX-файла
 DBF - DBASE IV (DBF/NTX) Стандарт DBF-файла
 CSV - CSV => DBF конвертер Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных
 Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных
 Создавать БД средних по классам "Inp_davr.dbf"?

Требования к файлу исходных данных

Задайте диапазон столбцов классификационных шкал:

Начальный столбец классификационных шкал:
 Конечный столбец классификационных шкал:

Задайте диапазон столбцов описательных шкал:

Начальный столбец описательных шкал:
 Конечный столбец описательных шкал:

Задайте режим:

Формализации предметной области (на основе "Inp_data")
 Генерации распознаваемой выборки (на основе "Inp_rasp")

Задайте способ выбора размера интервалов:

Равные интервалы с разным числом наблюдений
 Разные интервалы с равным числом наблюдений

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

Не применять сценарный метод АСК-анализа Применить сценарный метод АСК-анализа
 Применить спец. интерпретацию текстовых полей классов Применить спец. интерпретацию текстовых полей признаков

Параметры интерпретации значений текстовых полей "Inp_data":

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

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

Какие наименования ГРАДАЦИЙ числовых шкал использовать:

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

Ok Cancel

2.3.2.2. Задание размерности модели системы "ЭЙДОС-Х++"

ЗАДАНИЕ В ДИАЛОГЕ РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ: (равные интервалы)

Количество градаций классификационных и описательных шкал в модели, т.е.: [9 классов x 53 признаков]

Тип шкалы	Количество классификационных шкал	Количество градаций классификационных	Среднее количество градаций на класс. шкалу	Количество описательных шкал	Количество градаций описательных шкал	Среднее количество градаций на опис. шкалу
Числовые	0	0	0,00	10	50	5,00
Текстовые	2	9	4,50	1	3	3,00
ВСЕГО:	2	9	4,50	11	53	4,82

Задайте количество числовых диапазонов (интервалов, градаций) в шкале:

В описательных шкалах:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

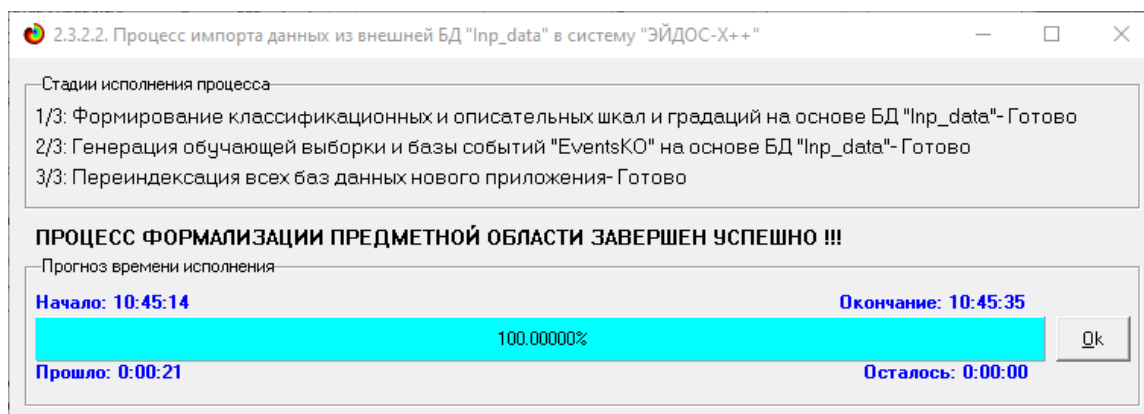


Рисунок 6. Экранные формы управления API-2.3.2.2 системы «Эйдос»

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.

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

Таблица 5 – Классификационные шкалы и градации (полностью)

KOD_CLS	NAME_CLS
1	WORKOUT INTENSITY-High
2	WORKOUT INTENSITY-Low
3	WORKOUT INTENSITY-Medium
4	WORKOUT TYPE-Cardio
5	WORKOUT TYPE-Cycling
6	WORKOUT TYPE-HIIT
7	WORKOUT TYPE-Running
8	WORKOUT TYPE-Strength
9	WORKOUT TYPE-Yoga

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000054\System\Classes.xlsx

Таблица 6 – Описательные шкалы и градации (неполностью)

KOD_ATR	NAME_ATR
1	AGE-Очень малое
2	AGE-Малое
3	AGE-Среднее
4	AGE-Большое
5	AGE-Очень большое
6	GENDER-Female

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000054\System\Attributes.xlsx

Таблица 7 – Обучающая выборка (неполностью)

NAME_OBJ	N2	N3	N4	N5	N6
1	3	7	11	17	22
2	3	8	9	18	21
3	1	6	12	15	19
4	5	7	9	16	20
5	5	8	13	14	21
6	2	7	10	16	19
7	4	6	9	16	23
8	5	7	12	14	22

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000054\System\EventsKO.xlsx

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

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

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

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

Обозначения к таблице:

i – значение прошлого параметра;

j – значение будущего параметра;

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

M – суммарное число значений всех прошлых параметров;

W – суммарное число значений всех будущих параметров.

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

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

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

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

Ψ – нормировочный коэффициент (Е.В.Луценко, 2002), преобразующий количество информации в формуле А.Харкевича в биты и обеспечивающий для нее соблюдение принципа соответствия с формулой Р.Хартли;

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

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

Таблица 11 – Матрица системно-когнитивной модели

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

Количество частных критериев знаний и основанных на них системно-когнитивных моделей (таблица 10), применяемых в настоящее время в системе «Эйдос» равно 7 определяется тем, что они получаются путем всех возможных вариантов сравнения фактических и теоретических абсолютных частот, условных и безусловных относительных частот путем вычитания и путем деления, и при этом N_j рассматривается как суммарное количество или признаков, или объектов обучающей выборки в j -м классе, а **нормировка к нулю** (для аддитивных интегральных критериев), если нет связи между наличием признака и принадлежностью объекта к классу, осуществляется либо логарифмированием, либо вычитанием единицы (таблица 12).

Таблица 12– Конфигуратор системно-когнитивных моделей АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос»

	Способ сравнения	Нормировка не требуется	Нормировка к 0 путем взятия логарифма	Нормировка к 0 путем вычитания 1
Сравнение фактических и теоретических абсолютных частот	Путем деления	---	INF1, INF2, Александра Харкевича	INF4, INF5, Коэффициент возврата инвестиций ROI
	Путем вычитания	INF3, χ -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 конструкторов, 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 частотой и вероятностью (погрешность) составляет около 5%, при 1250 наблюдениях – около 2.5%, при 10000 наблюдениях – 1%.

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

На основе системно-когнитивных моделей, представленных в таблице 11 (отличаются частыми критериями, приведенными в таблице 10), решаются задачи идентификации (классификации, распознавания, диагностики, прогнозирования), поддержки принятия решений (обратная задача прогнозирования), а также задача исследования моделируемой предметной области путем исследования ее системно-когнитивной модели.

Отметим, что как значимость значения фактора, степень детерминированности класса и ценность или качество модели в АСК-анализе рассматривается вариабельность значений частных критериев этого значения фактора, класса или модели в целом (таблица 13).

Таблица 13 – Уточнение терминологии АСК-анализа

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

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

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

3.5. Синтез и верификация моделей

Задайте модели для синтеза и верификации

Статистические базы:

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

Задайте источник данных для расчета модели ABS:

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

Задайте значение фона в матрице абсолютных частот:

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

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

Системно-когнитивные модели (базы знаний):

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

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

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

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

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

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

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

Текущая модель:

1. ABS

2. PRC1

3. PRC2

4. INF1

5. INF2

6. INF3

7. INF4

8. INF5

9. INF6

10. INF7

Параметры копирования обучающей выборки в распознаваемую (бутстрепный подход):

Какие объекты обуч. выборки копировать:

Копировать всю обучающую выборку

Копировать только текущий объект

Копировать каждый N-й объект

Копировать N случайных объектов

Копировать объекты от N1 до N2 (fastest)

Вообще не менять распознаваемую выборку

Пояснение по алгоритму верификации

Удалять из обуч. выборки скопированные объекты:

Не удалять

Удалять

Подробнее

Измеряется внутренняя достоверн. модели

Выполнить:

Синтез и верификацию

Только верификацию

Только синтез (xBase++)

Только синтез (Python)

Задайте процессор:

CPU GPU

Задайте алгоритм:

Классика - дольше

Упрощенно-быстрее

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

Расчетный размер БД результатов распознавания Rasp.dbf равен 449744 байт, т.е.: 0.0209428 % от MAX-возможного, (от 2Гб)

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

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

3.5. Синтез и верификация моделей

Стадии исполнения процесса

Шаг 1-й из 11: Копирование обучающей выборки в распознаваемую - Готово
 Шаг 2-й из 11: Синтез стат.модели "ABS" (расчет матрицы абсолютных частот) - Готово
 Шаг 3-й из 11: Синтез стат.моделей "PRC1" и "PRC2" (усл.безусл.% распр.) - Готово
 Шаг 4-й из 11: Синтез моделей знаний: INF1-INF7 - Готово
 НАЧАЛО ЦИКЛА ПО ЧАСТНЫМ И ИНТЕГРАЛЬНЫМ КРИТЕРИЯМ - ИСПОЛНЕНИЕ: _____...
 Шаг 5-й из 11: Задание модели "INF7" в качестве текущей - Готово
 Шаг 6-й из 11: Пакетное распознавание в модели "INF7" - Готово
 Шаг 7-й из 11: Измерение достоверности модели: "Inf7" - Интегральный критерий: "Сумма знаний" - Готово
 КОНЕЦ ЦИКЛА ПО ЧАСТНЫМ И ИНТЕГРАЛЬНЫМ КРИТЕРИЯМ - ГОТОВО: _____...
 Шаг 8-й из 11: Объединение БД DostRsp# в БД DostRasp - Готово
 Шаг 9-й из 11: Печать сводной формы по результатам верификации моделей - Готово
 Шаг 10-й из 11: Создание формы: "Достоверность идент.классов в различных моделях" - Готово
 Шаг 11-й из 11: "Присвоение заданной модели: Inf1 статуса текущей" - Готово

Синтез и верификация статистических и системно-когнитивных моделей успешно завершены !!!

Прогноз времени исполнения

Начало: 10:46:20 **Окончание: 10:48:60**

100.00000%

Прошло: 0:02:39 **Осталось: 0:00:00**

Ok

Рисунок 7. Экранные формы режима синтеза и верификации моделей

В результате работы режима 3.5 создано 3 статистических и 7 системно-когнитивных моделей, 4 из них приведены на рисунках 8-11:

5.5. Модели "1. ABS - частный критерий: количество встреч сочтенной "Класс-признак" у объектов обучающей"

Код признака	Наименование описательной шкалы в градусах	1. WORKOUT INTENSITY LOW	2. WORKOUT INTENSITY MEDIUM	3. WORKOUT INTENSITY HIGH	4. WORKOUT TYPE CARDIO	5. WORKOUT TYPE CYCLING	6. WORKOUT TYPE HIT	7. WORKOUT TYPE RUNNING	8. WORKOUT TYPE STRENGTH	9. WORKOUT TYPE YOGA	Сумма	Среднее	Средн. квадрат. откл.
13.0	WEIGHT (KG) 5/5 (105.200000, 119.000000)	59.0	76.0	63.0	44.0	31.0	35.0	34.0	24.0	30.0	396.0	44.00	17.07
14.0	WORKOUT DURATION (MNS) 1/5 (10.000000, 31.800000)	61.0	70.0	59.0	32.0	37.0	33.0	37.0	24.0	27.0	380.0	42.22	16.63
15.0	WORKOUT DURATION (MNS) 2/5 (31.800000, 53.600000)	67.0	64.0	66.0	28.0	30.0	37.0	28.0	30.0	44.0	394.0	43.78	17.20
16.0	WORKOUT DURATION (MNS) 3/5 (53.600000, 75.400000)	69.0	63.0	58.0	29.0	26.0	27.0	26.0	43.0	39.0	380.0	42.22	17.11
17.0	WORKOUT DURATION (MNS) 4/5 (75.400000, 97.200000)	59.0	84.0	69.0	40.0	38.0	29.0	38.0	30.0	37.0	424.0	47.11	19.11
18.0	WORKOUT DURATION (MNS) 5/5 (97.200000, 119.000000)	62.0	68.0	80.0	38.0	29.0	44.0	38.0	27.0	32.0	420.0	46.67	18.93
19.0	CALORIES BURNED 1/5 (100.000000, 278.000000)	59.0	76.0	64.0	38.0	25.0	31.0	39.0	23.0	33.0	378.0	42.00	17.56
20.0	CALORIES BURNED 2/5 (278.000000, 459.000000)	58.0	78.0	69.0	30.0	35.0	39.0	33.0	33.0	35.0	410.0	45.56	17.96
21.0	CALORIES BURNED 3/5 (459.000000, 638.000000)	86.0	70.0	72.0	37.0	33.0	40.0	29.0	47.0	42.0	456.0	50.67	20.15
22.0	CALORIES BURNED 4/5 (638.000000, 819.000000)	56.0	71.0	62.0	34.0	40.0	29.0	28.0	26.0	32.0	378.0	42.00	16.68
23.0	CALORIES BURNED 5/5 (819.000000, 999.000000)	59.0	54.0	75.0	28.0	27.0	33.0	38.0	25.0	37.0	376.0	41.78	17.15
24.0	HEART RATE (BPM) 1/5 (60.000000, 99.000000)	62.0	82.0	67.0	49.0	29.0	35.0	38.0	30.0	30.0	422.0	46.89	19.30
25.0	HEART RATE (BPM) 2/5 (99.000000, 119.000000)	64.0	65.0	63.0	26.0	35.0	31.0	32.0	36.0	32.0	384.0	42.67	16.25
26.0	HEART RATE (BPM) 3/5 (119.000000, 139.000000)	67.0	69.0	71.0	33.0	34.0	41.0	36.0	25.0	38.0	414.0	46.00	17.81
27.0	HEART RATE (BPM) 4/5 (139.000000, 159.000000)	67.0	62.0	73.0	23.0	37.0	36.0	29.0	32.0	45.0	404.0	44.89	18.07
28.0	HEART RATE (BPM) 5/5 (159.000000, 179.000000)	58.0	71.0	58.0	36.0	25.0	29.0	32.0	31.0	34.0	374.0	41.56	16.32
29.0	STEPS TAKEN 1/5 (1022.000000, 4817.000000)	81.0	69.0	66.0	37.0	40.0	32.0	35.0	31.0	41.0	432.0	48.00	18.71
30.0	STEPS TAKEN 2/5 (4817.000000, 8612.000000)	52.0	58.0	73.0	32.0	30.0	28.0	32.0	25.0	36.0	366.0	40.67	16.45
31.0	STEPS TAKEN 3/5 (8612.000000, 12407.000000)	67.0	64.0	67.0	28.0	33.0	35.0	32.0	31.0	38.0	396.0	44.00	16.76
32.0	STEPS TAKEN 4/5 (12407.000000, 16202.000000)	62.0	70.0	57.0	34.0	31.0	33.0	31.0	29.0	31.0	378.0	42.00	16.15
33.0	STEPS TAKEN 5/5 (16202.000000, 19998.000000)	56.0	88.0	69.0	36.0	26.0	43.0	37.0	38.0	33.0	426.0	47.33	20.00
34.0	SLEEP HOURS 1/5 (4.000000, 5.200000)	85.0	66.0	73.0	35.0	39.0	33.0	41.0	39.0	37.0	448.0	49.78	19.42
35.0	SLEEP HOURS 2/5 (5.200000, 6.400000)	60.0	76.0	76.0	34.0	31.0	45.0	29.0	36.0	37.0	424.0	47.11	18.79
36.0	SLEEP HOURS 3/5 (6.400000, 7.600000)	71.0	81.0	67.0	37.0	42.0	29.0	36.0	33.0	42.0	438.0	48.67	19.03
37.0	SLEEP HOURS 4/5 (7.600000, 8.800000)	48.0	78.0	61.0	38.0	25.0	36.0	34.0	27.0	27.0	374.0	41.56	17.84
38.0	SLEEP HOURS 5/5 (8.800000, 10.000000)	54.0	48.0	55.0	23.0	23.0	29.0	27.0	36.0	31.0	314.0	34.89	14.03
39.0	DAILY CALORIES INTAKE 1/5 (1902.000000, 2001.000000)	75.0	73.0	57.0	37.0	37.0	37.0	25.0	35.0	34.0	410.0	45.56	18.16
40.0	DAILY CALORIES INTAKE 2/5 (2001.000000, 2500.000000)	49.0	83.0	64.0	33.0	32.0	29.0	38.0	29.0	35.0	392.0	43.56	18.63
41.0	DAILY CALORIES INTAKE 3/5 (2500.000000, 2999.000000)	69.0	70.0	69.0	33.0	31.0	35.0	43.0	30.0	36.0	416.0	46.22	17.73
42.0	DAILY CALORIES INTAKE 4/5 (2999.000000, 3498.000000)	66.0	71.0	74.0	36.0	28.0	48.0	27.0	37.0	42.0	422.0	46.89	18.68
43.0	DAILY CALORIES INTAKE 5/5 (3498.000000, 3997.000000)	59.0	52.0	68.0	28.0	32.0	23.0	34.0	25.0	37.0	358.0	39.78	16.03
44.0	RESTING HEART RATE (BPM) 1/5 (60.000000, 57.000000)	70.0	60.0	60.0	34.0	36.0	34.0	29.0	21.0	36.0	380.0	42.22	16.74
45.0	RESTING HEART RATE (BPM) 2/5 (57.000000, 45.000000)	64.0	93.0	74.0	36.0	42.0	31.0	48.0	40.0	34.0	462.0	51.33	21.17
46.0	RESTING HEART RATE (BPM) 3/5 (45.000000, 73.400000)	51.0	64.0	66.0	23.0	26.0	32.0	30.0	32.0	38.0	362.0	40.22	16.16
47.0	RESTING HEART RATE (BPM) 4/5 (73.400000, 81.200000)	62.0	70.0	56.0	35.0	23.0	37.0	28.0	30.0	35.0	376.0	41.78	16.60
48.0	RESTING HEART RATE (BPM) 5/5 (81.200000, 89.000000)	71.0	62.0	76.0	39.0	33.0	38.0	32.0	31.0	36.0	418.0	46.44	17.97
	Сумма чисел признаков	3180.0	3490.0	3320.0	1670.0	1600.0	1720.0	1670.0	1540.0	1790.0	19980.0		
	Среднее	66.2	72.7	69.2	34.8	33.3	35.8	34.8	32.1	37.3		46.25	
	Среднеквадратическое отклонение	13.7	14.9	12.8	7.9	7.4	8.2	7.5	7.6	7.3			19.32
	Сумма чисел объектов обучающей	318.0	349.0	332.0	167.0	160.0	172.0	167.0	154.0	179.0	1998.0		

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

№	Наименование объектов (классы и градации)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Сумма	Среднее	Средне-квадратное откл.
класс	интенсивность	WORKOUT INTENSITY MEDIUM	WORKOUT TYPE CARDIO	WORKOUT TYPE CYCLING	WORKOUT TYPE HIT	WORKOUT TYPE RUNNING	WORKOUT TYPE STRENGTH	WORKOUT TYPE YOGA	Сумма	Среднее	Средне-квадратное откл.	Сумма	Среднее	Средне-квадратное откл.
130	WEIGHT (KG) 5/5 (105.2000000, 119.0000000)	6.829	-2.802	10.901	-0.712	0.910	0.901	-6.523	-5.477					5.747
140	WORKOUT DURATION (MINS) 1/5 (10.0000000, 31.0000000)	3.824	-4.143	0.230	6.570	0.287	6.230	-5.289	-7.044					4.729
150	WORKOUT DURATION (MINS) 3/5 (31.0000000, 53.0000000)	-4.822	0.531	-4.932	-1.952	3.093	-4.932	-0.368	0.702					4.722
160	WORKOUT DURATION (MINS) 3/5 (53.0000000, 75.0000000)	-3.376	-5.143	-2.762	-4.430	-5.713	-5.762	13.711	4.956					7.212
170	WORKOUT DURATION (MINS) 4/5 (75.0000000, 97.0000000)	9.938	-1.454	4.561	4.044	-7.501	2.561	-2.681	-0.986					5.927
180	WORKOUT DURATION (MINS) 5/5 (97.0000000, 119.0000000)	-5.363	10.210	2.895	-4.634	9.844	2.895	-5.372	-5.628					6.635
190	CALORIES BURNED 1/5 (100.0000000, 279.0000000)	9.973	-8.811	6.405	-5.270	-1.541	7.405	-6.135	-0.865					6.546
200	CALORIES BURNED 2/5 (279.0000000, 459.0000000)	6.393	0.872	-4.269	2.167	3.705	-1.269	1.398	-4.144					4.144
210	CALORIES BURNED 3/5 (459.0000000, 639.0000000)	-9.452	-3.772	-1.114	-3.517	0.745	-9.114	11.853	1.147					18.110
220	CALORIES BURNED 4/5 (639.0000000, 819.0000000)	4.973	-0.811	2.405	9.730	-3.541	-3.595	-3.135	-1.865					4.769
230	CALORIES BURNED 5/5 (819.0000000, 999.0000000)	-11.678	12.522	-3.427	-3.110	0.632	6.573	-3.981	3.314					6.944
240	HEART RATE (BPM) 1/5 (80.0000000, 99.0000000)	0.287	-3.122	13.728	-4.794	-1.328	2.728	-2.527	-7.807					7.010
250	HEART RATE (BPM) 2/5 (99.0000000, 119.0000000)	-2.075	-0.808	-6.096	4.249	-2.057	-0.096	6.402	-2.402					3.865
260	HEART RATE (BPM) 3/5 (119.0000000, 139.0000000)	-3.315	2.207	-1.604	0.847	5.360	1.396	-6.910	0.910					3.529
270	HEART RATE (BPM) 4/5 (139.0000000, 159.0000000)	-8.569	5.609	-10.768	4.440	1.221	-4.768	0.061	0.006					6.663
280	HEART RATE (BPM) 5/5 (159.0000000, 179.0000000)	5.672	-4.144	4.740	-4.950	-3.196	0.740	2.173	0.493					3.781
290	STEPS TAKEN 1/5 (1022.0000000, 4817.0000000)	-6.459	-5.784	0.892	5.405	-5.189	-1.108	-2.297	2.297					6.060
300	STEPS TAKEN 2/5 (4817.0000000, 8612.0000000)	-5.931	12.183	1.408	0.691	-3.508	1.408	-3.210	3.210					5.701
310	STEPS TAKEN 3/5 (8612.0000000, 12407.0000000)	-5.171	1.198	-5.099	1.288	1.910	-1.099	0.477	2.523					3.222
320	STEPS TAKEN 4/5 (12407.0000000, 16202.0000000)	3.973	-5.811	2.405	0.730	0.459	-0.595	-0.135	-2.865					2.916
330	STEPS TAKEN 5/5 (16202.0000000, 19999.0000000)	13.589	-1.789	0.393	-8.114	6.327	1.393	5.165	-5.165					7.814
340	SLEEP HOURS 1/5 (4.0000000, 5.2000000)	-12.254	-1.442	-2.445	3.124	-5.567	3.555	4.469	-3.136					7.323
350	SLEEP HOURS 2/5 (5.2000000, 6.4000000)	1.938	5.544	-1.439	-2.954	8.439	-6.439	3.319	-0.986					5.327
360	SLEEP HOURS 3/5 (6.4000000, 7.6000000)	4.492	-5.781	0.390	6.925	-8.706	-0.610	-0.760	2.760					4.844
370	SLEEP HOURS 4/5 (7.6000000, 8.8000000)	12.672	-1.146	6.740	-4.950	3.804	2.740	-1.827	-6.507					7.351
380	SLEEP HOURS 5/5 (8.8000000, 10.0000000)	-6.848	2.824	-3.245	-2.145	1.969	0.755	-5.202	7.869					4.738
390	DAILY CALORIES INTAKE 1/5 (1502.0000000, 2001.0000000)	1.393	-11.128	2.731	4.167	1.705	-9.269	3.398	-2.732					6.646
400	DAILY CALORIES INTAKE 2/5 (2001.0000000, 2500.0000000)	14.538	-1.137	0.235	0.609	-4.746	0.235	-1.214	-0.119					7.446
410	DAILY CALORIES INTAKE 3/5 (2500.0000000, 2999.0000000)	-2.665	-0.125	-1.771	-2.313	-0.812	8.229	-2.064	-1.269					3.894
420	DAILY CALORIES INTAKE 4/5 (2999.0000000, 3498.0000000)	-2.713	3.878	0.728	-5.794	11.672	-8.272	2.473	-0.807					5.802
430	DAILY CALORIES INTAKE 5/5 (3498.0000000, 3997.0000000)	-10.534	8.513	-1.923	3.331	-7.819	4.077	-2.594	4.927					6.236
440	RESTING HEART RATE (BPM) 1/5 (50.0000000, 57.0000000)	-6.376	-3.143	2.238	5.570	1.287	-2.762	-8.289	1.956					5.690
450	RESTING HEART RATE (BPM) 2/5 (57.0000000, 65.0000000)	12.300	-2.769	-2.616	5.003	-8.772	9.384	4.390	-7.390					8.067
460	RESTING HEART RATE (BPM) 3/5 (65.0000000, 73.0000000)	0.768	5.848	-7.257	-2.989	0.837	-8.257	4.998	5.569					4.857
470	RESTING HEART RATE (BPM) 4/5 (73.0000000, 81.0000000)	4.322	-6.478	3.573	-7.110	4.632	-3.427	1.019	1.314					4.536
480	RESTING HEART RATE (BPM) 5/5 (81.0000000, 89.0000000)	-11.014	6.543	4.062	-0.473	2.016	-2.938	-1.218	-1.448					5.209
	Сумма													
	Среднее													
	Среднеквадратное отклонение	7.699	5.593	4.833	4.859	5.352	4.637	4.874	4.540					5.556
	Сумма числа объектов образцов	349.000	332.000	167.000	160.000	172.000	167.000	154.000	179.000	1998.000				

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

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

3.4. Задача-4. Верификация моделей

3.4.1. Универсальная постановка задачи, не зависящая от предметной области

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

Достоверность моделей можно оценивать и путем решения других задач, например задач прогнозирования, выработки управляющих решений, исследования объекта моделирования путем исследования его модели. Но это более трудоемко и даже всегда возможно, особенно на экономических и политических моделях.

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

В соответствии с критерием достоверности L1-мерой проф.Е.В.Луценко наиболее достоверной является СК-модель INF3 (хи-квадрат К.Пирсона) с интегральным критерием: «Сумма знаний»: $L1=0.477$ при максимуме 1 (рисунок 12). Эту модель и будем использовать для решения поставленных в работе задач.

3.4. Обобщ.форма по достов.моделей при разн.инт.крит. Текущая модель: "INF1"

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Полнота модели	Фигера Ван Риббергена	Сумма модул. уровней сход. истинно-полож. решений (STP)	Сумма модул. уровней сход. истинно-отриц. решений (STN)	Сумма модул. уровней сход. ложно-полож. решений (SFP)	Сумма модул. уровней сход. ложно-отриц. решений (SFN)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В.Луценко	Средний модуль. уровень сход. истинно-полож. решений	Средний модуль. уровень сход. истинно-отриц. реш.
1. ABS - частный критерий: количество встреч сометаний "клас...	Корреляция абс частот с обр...	4	0.833	0.389	515.271	305.760	1241.952	42.167	0.293	0.924	0.445	0.309
1. ABS - частный критерий: количество встреч сометаний "клас...	Сумма абс частот по признак...	2	1.000	0.364	1291.320		3802.909		0.253	1.000	0.404	0.646
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	4	0.833	0.389	515.271	305.760	1241.952	42.167	0.293	0.924	0.445	0.309
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Сумма усл.отн.частот по призна...	2	1.000	0.364	1745.586		6003.225		0.225	1.000	0.368	0.874
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Корреляция усл.отн.частот с о...	4	0.833	0.389	515.279	305.766	1241.975	42.167	0.293	0.924	0.445	0.309
3. PRC2 - частный критерий: усл. вероятность иго признака сред...	Сумма усл.отн.частот по призна...	2	1.000	0.364	1745.586		6003.225		0.225	1.000	0.368	0.874
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев; в...	Семантический резонанс зна...	0	0.653	0.401	339.936	858.634	653.583	129.885	0.342	0.724	0.465	0.261
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев; в...	Сумма знаний	7	0.578	0.401	232.020	985.949	439.207	141.349	0.346	0.621	0.444	0.201
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев; в...	Семантический резонанс зна...	0	0.653	0.401	339.936	858.634	653.582	129.885	0.342	0.724	0.465	0.261
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичев; в...	Сумма знаний	7	0.578	0.401	232.020	985.950	439.208	141.349	0.346	0.621	0.444	0.201
6. INF3 - частный критерий: Хи квадрат, разности между фактил...	Семантический резонанс зна...	1	0.651	0.402	345.943	880.120	666.355	135.074	0.342	0.719	0.463	0.266
6. INF3 - частный критерий: Хи квадрат, разности между фактил...	Сумма знаний	1	0.651	0.402	297.788	713.589	533.768	117.967	0.358	0.716	0.477	0.229
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	1	0.647	0.401	332.062	842.644	635.644	128.178	0.343	0.721	0.465	0.257
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	3	0.650	0.403	295.943	787.395	601.528	110.076	0.330	0.729	0.454	0.228
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Семантический резонанс зна...	1	0.647	0.401	332.062	842.645	635.644	128.178	0.343	0.721	0.465	0.257
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment); вероятно...	Сумма знаний	3	0.650	0.403	295.943	787.395	601.528	110.076	0.330	0.729	0.454	0.228
9. INF6 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	1	0.651	0.402	345.943	880.119	666.356	135.073	0.342	0.719	0.463	0.266
9. INF6 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; вер...	Сумма знаний	1	0.651	0.402	282.386	754.950	581.003	106.222	0.327	0.727	0.451	0.217
10. INF7 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	1	0.651	0.402	345.943	880.120	666.355	135.074	0.342	0.719	0.463	0.266
10. INF7 - частный критерий: разн усл и без усл. вероятностей; ве...	Сумма знаний	1	0.651	0.402	282.386	754.950	581.003	106.222	0.327	0.727	0.451	0.217

Помощь по мерам достоверности | Помощь по частотным распределениям | TRTN,FPFN | (TP-FP)/(TN-FN) | (T-F)/(T+F)*100 | Задать интервал сглаживания

Рисунок 12. Экранные формы режима измерения достоверности моделей 3.4

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



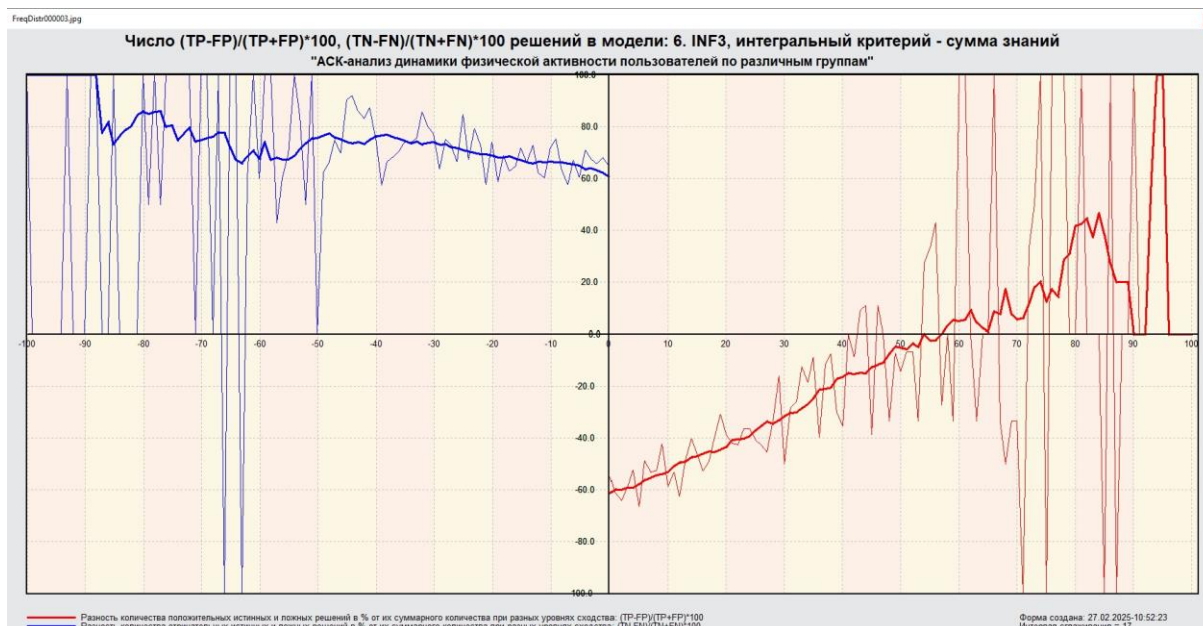


Рисунок 13. Частотные распределения количества истинных и ложных, положительных и отрицательных решений в наиболее достоверной по L1-мере проф.Е.В.Луценко СК-модели INF3 [9]

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

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

- при уровнях сходства меньше 5% в данной задаче преобладают ложные положительные решения, а при более высоких уровнях сходства – истинные положительные решения. В общем случае при уровнях сходства выше 45% ложных положительных решений практически вообще нет;

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

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

Помощь по режимам: 3.4, 4.1.3.#: Виды прогнозов и меры достоверности моделей в системе "Эйдос-X++"

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

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

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

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

Таким образом, если просуммировать число верно идентифицированных и не идентифицированных объектов и вычесть число ошибочно идентифицированных и не идентифицированных объектов, а затем разделить на число всех объектов то это и будет критерий качества модели (классификатора), учитывающий как ее способность верно относить объекты к классам, которым они относятся, так и ее способность верно 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 $\{0, 1\}$:
 $L_a = \frac{TP + TN - FP - FN}{TP + TN + FP + FN}$ (нормировка: $\{-1, +1\}$)
 $L_b = \frac{1 + (TP + TN - FP - FN)}{2 \cdot (TP + TN + FP + FN)}$ (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):
 $F\text{-мера} = 2 \cdot (\text{Precision} \cdot \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$
 Precision = $TP / (TP + FP)$ - точность модели;
 Recall = $TP / (TP + FN)$ - полнота модели;

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

L2-мера проф. Е.В.Луценко - нечеткое мультиклассовое обобщение классической F-меры с учетом СРЕДНИХ уровней сходства (колонка выделена желтым фоном):
 $L2\text{-мера} = 2 \cdot (\text{APrecision} \cdot \text{ARecall}) / (\text{APrecision} + \text{ARecall})$
 APrecision = $ATP / (ATP + AFP)$ - точность с учетом средних уровней сходства;
 ARecall = $ATP / (ATP + AFN)$ - полнота с учетом средних уровней сходства;
 ATP = STP / TP - Среднее модулей сходства истинно-положительных решений; 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>, 2 у.п.л.

Помощь по режиму 3.4. (С) Система "ЭЙДОС-X++"

Режим: 4.1.3.11. РАСЧЕТ И ГРАФИЧЕСКАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТНЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ УРОВНЕЙ СХОДСТВА:

По нажатию кнопок: [TP, TN, FP, FN], [(TP-FP)/(TN-FN)], [(T-F)/(T+F)*100] отображаются графики частотных распределений для модели и интегрального критерия той строки, на которой в экранной форме 3.4 стоит курсор. По клику на кнопку: [(T-F)/(T+F)*100] выводятся графики частотных распределений: $(TP-FP)/(TP+FP)*100$ и $(TN-FN)/(TN+FN)*100$, где:

TP-True-Positive; TN-True-Negative; FP-False Positive; FN-False-Negative, количество истинных и ложных положительных и отрицательных решений.

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

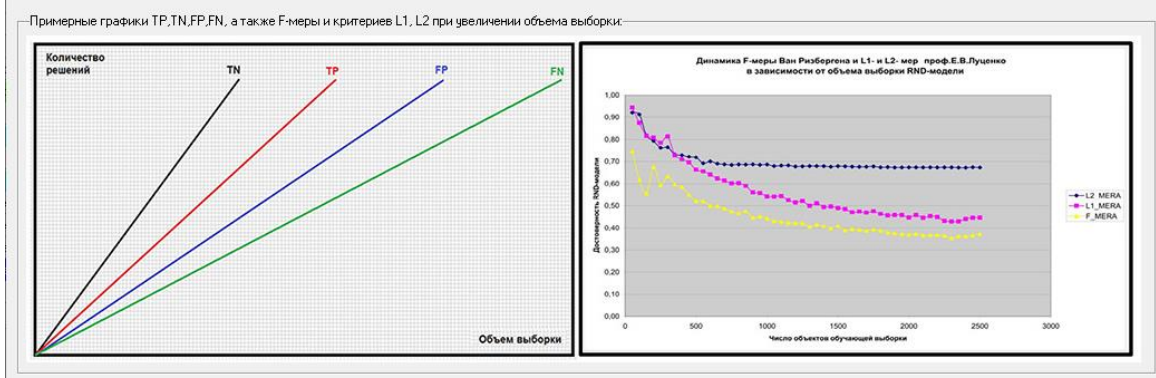


Рисунок 14. Экранные формы хелпов режима измерения достоверности моделей

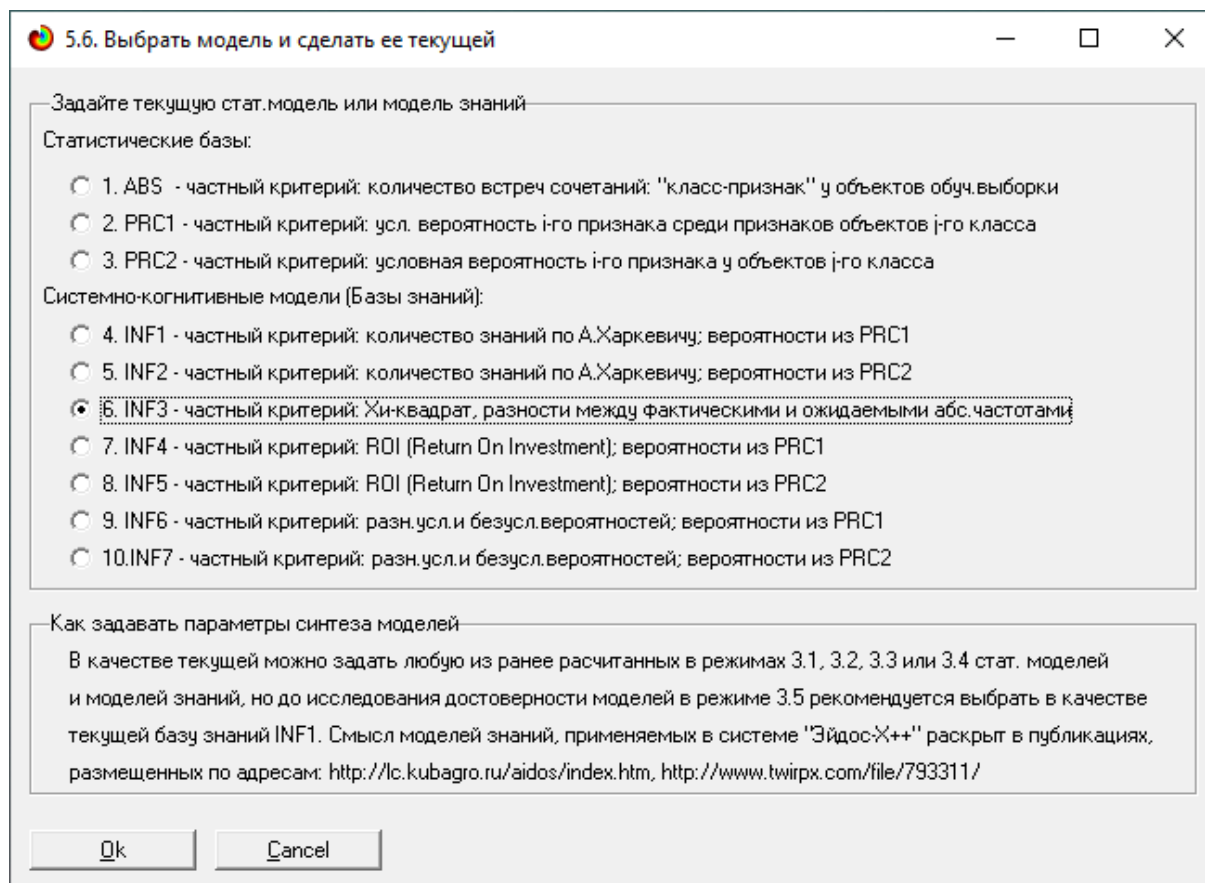
3.5. Задача-5. Выбор наиболее достоверной модели

Все последующие задачи решаются в наиболее достоверной модели.

Причины этого просты. Если модель достоверна, то:

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

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



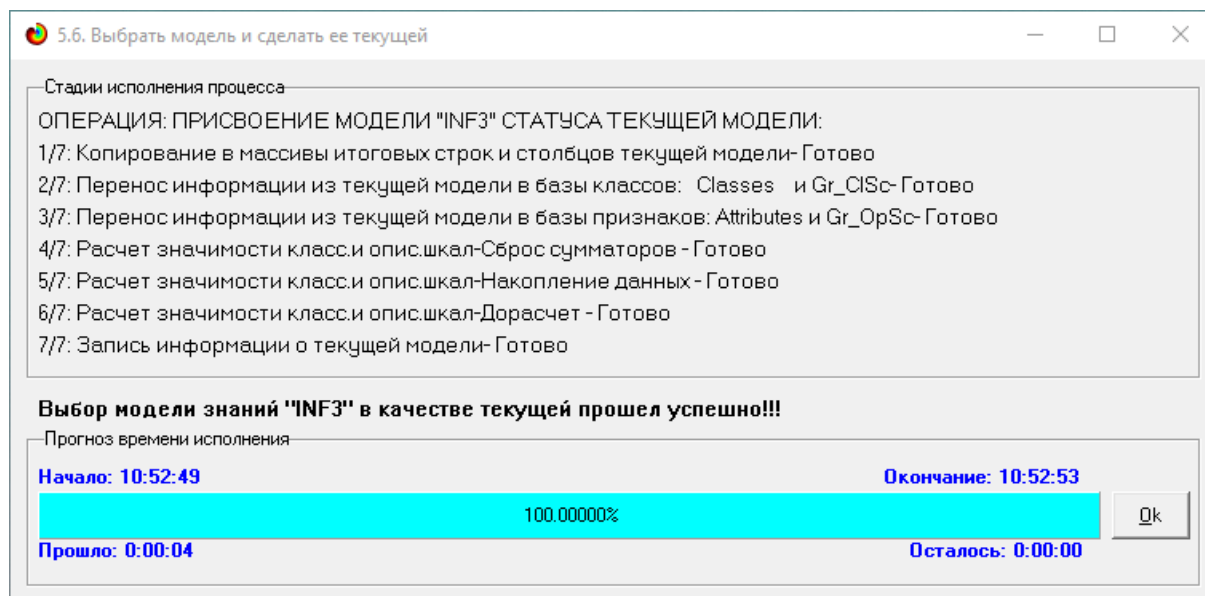


Рисунок 15. Задание СК-модели INF3 в качестве текущей

3.6. Задача-6. Системная идентификация и прогнозирование

При решении задачи идентификации каждый объект распознаваемой выборки сравнивается по всем своим признакам с каждым из обобщенных образов классов. Смысл решения задачи идентификации заключается в том, что при определении принадлежности конкретного объекта к обобщенному образу классу об этом конкретном объекте **по аналогии становится известно все, что известно об объектах этого класса, по крайней мере, самое существенное о них, т.е. чем они отличаются от объектов других классов.**

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

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

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

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

3.6.1. Интегральный критерий «Сумма знаний»

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

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 5.5:

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

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

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

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

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

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

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

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

3.6.2. Интегральный критерий «Семантический резонанс знаний»

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

Интегральный критерий представляет собой аддитивную функцию от частных критериев знаний, представленных в help режима 3.3 и имеет вид:

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

где:

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

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

$\vec{I}_j = \{I_{ij}\}$ – 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.:

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

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

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

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

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: $I_{ij} \rightarrow \frac{I_{ij} - I_j^{\min}}{I_j^{\max} - I_j^{\min}}, \quad L_i \rightarrow \frac{L_i - L^{\min}}{L^{\max} - L^{\min}}$, Это позволяет предложить

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

3.6.3. Важные математические свойства интегральных критериев

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

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

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

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

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

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

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

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

В АСК-анализе разработаны, а в системе «Эйдос» реализованы развитые методы прогнозирования, основанные на сценарном методе АСК-анализа или сценарном АСК-анализе [11]. Но в задачи данной работы

не входит их подробное рассмотрение, тем более что они подробно освещены и на теоретическом уровне, и с детальными численными примерами в работах [4-7, 11] и в ряде других.

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

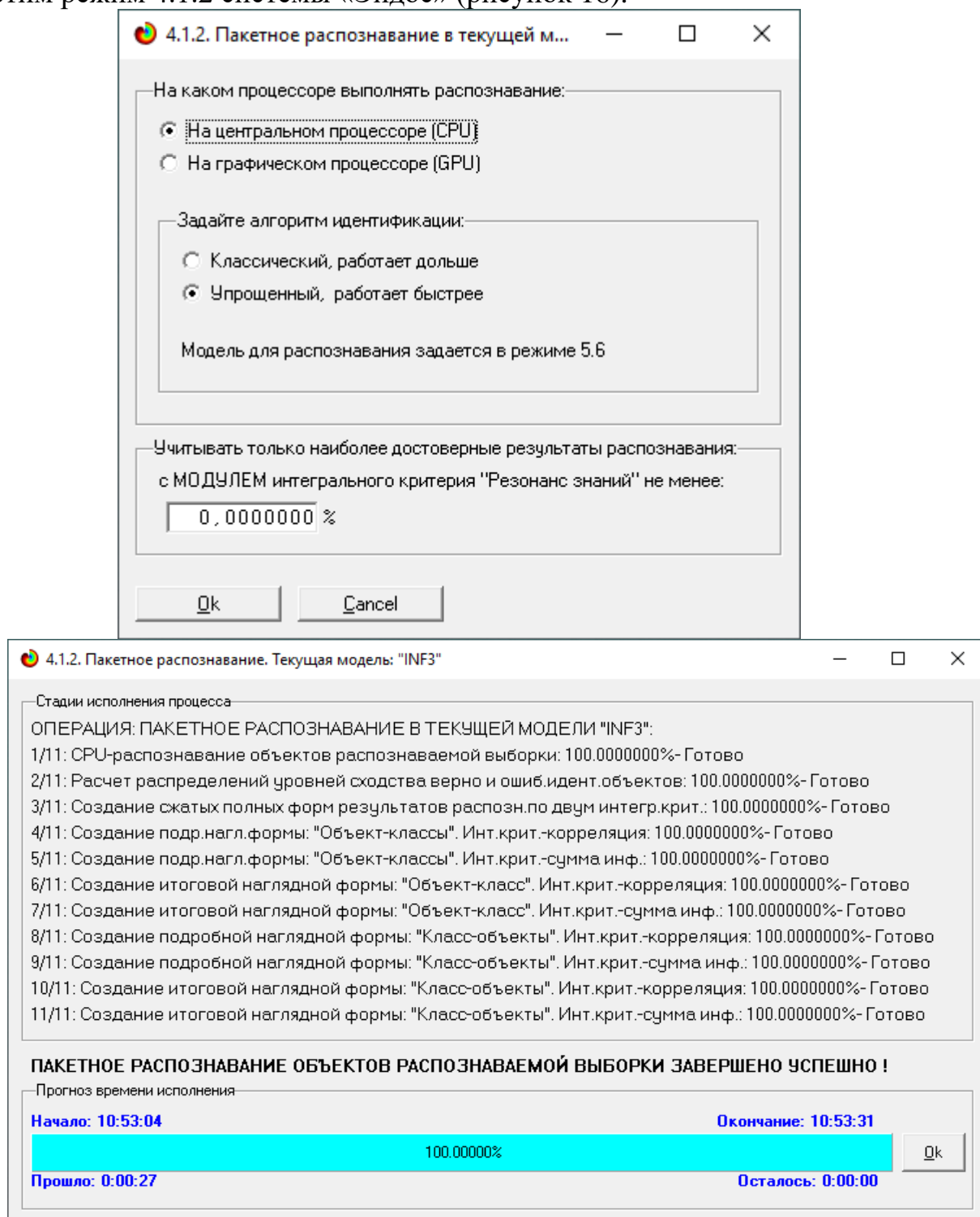


Рисунок 16. Экранные формы режима 4.1.2 идентификации и прогнозирования

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

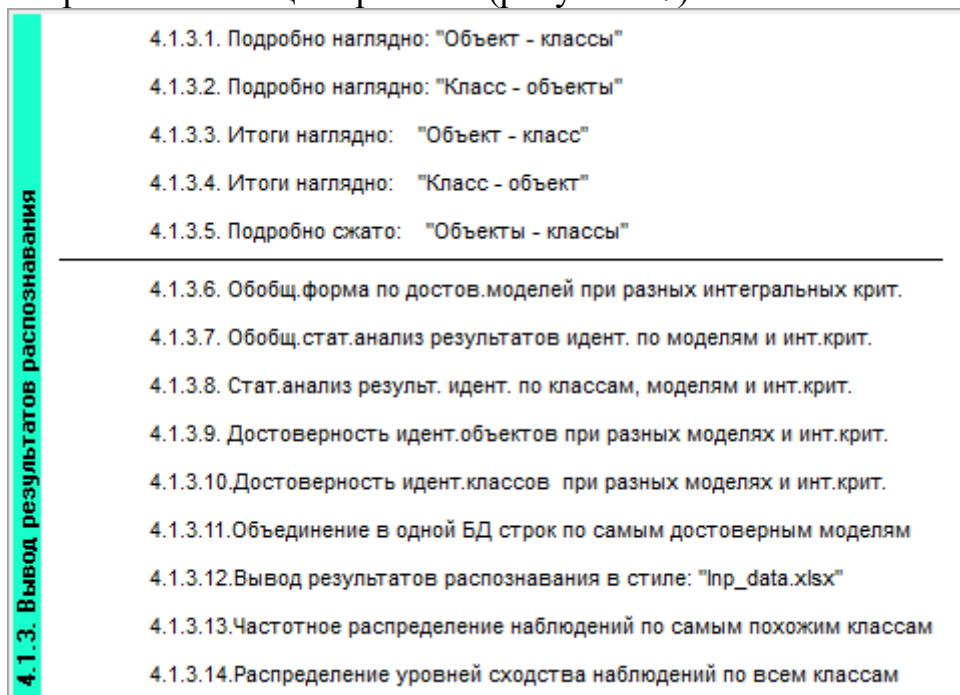
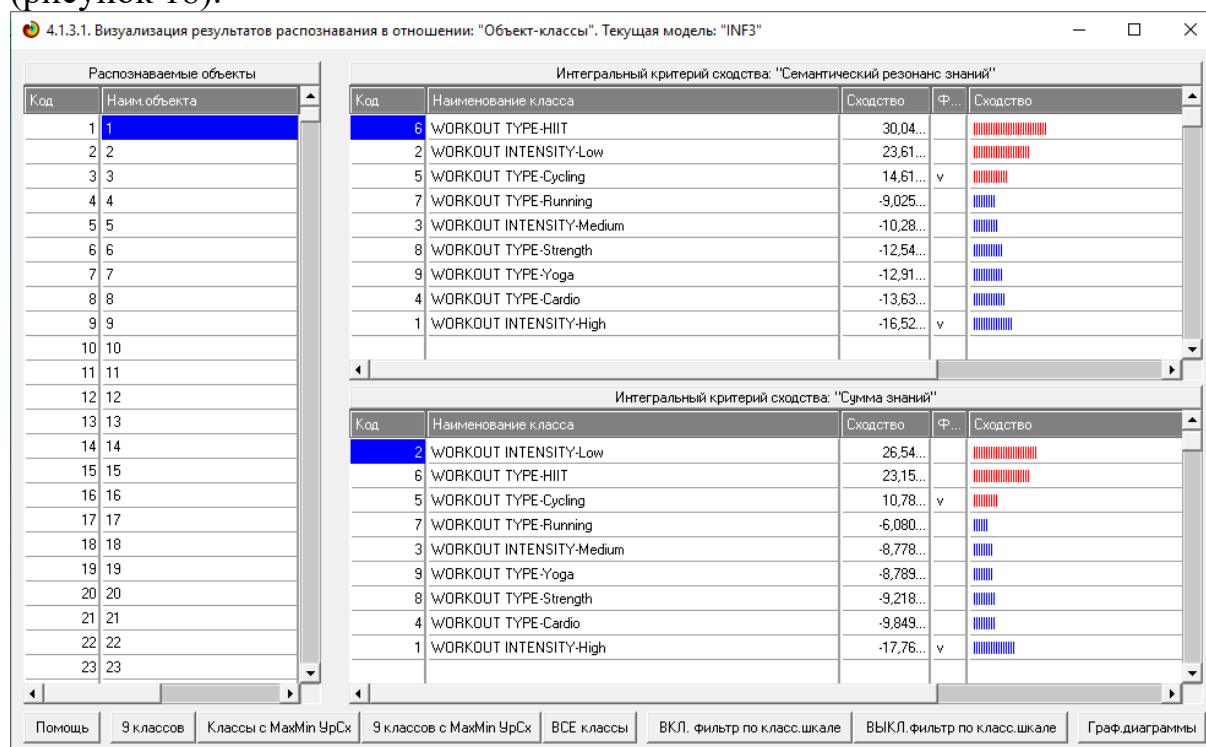


Рисунок 17. Меню подсистемы 4.1.3 системы «Эйдос», обеспечивающей вывод форм по результатам решения задачи идентификации и прогнозирования

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



4.1.3.2. Визуализация результатов распознавания в отношении: "Класс-объекты". Текущая модель: "INF3"

Классы		Интегральный критерий сходства: "Семантический резонанс знаний"			
Код	Наим. класса	Код	Наименование объекта	Сходство	Ф... Сходство
1	WORKOUT INTENSITY-High	986	986	79,41...	
2	WORKOUT INTENSITY-Low	753	753	78,94...	
3	WORKOUT INTENSITY-Medium	225	225	75,15...	v
4	WORKOUT TYPE-Cardio	605	605	70,70...	v
5	WORKOUT TYPE-Cycling	613	613	70,32...	v
6	WORKOUT TYPE-HIIT	487	487	68,03...	
7	WORKOUT TYPE-Running	338	338	67,62...	v
8	WORKOUT TYPE-Strength	669	669	67,56...	v
9	WORKOUT TYPE-Yoga	769	769	66,97...	v
		63	63	66,06...	

		Интегральный критерий сходства: "Сумма знаний"			
Код	Наименование объекта	Код	Наименование объекта	Сходство	Ф... Сходство
986	986	986	986	85,37...	
753	753	753	753	84,86...	
225	225	225	225	80,79...	v
605	605	605	605	76,01...	v
613	613	613	613	75,61...	v
487	487	487	487	73,14...	
338	338	338	338	72,69...	v
669	669	669	669	72,64...	v
769	769	769	769	72,00...	v
63	63	63	63	71,03...	

Помощь Поиск объекта В начало БД В конец БД Предыдущая Следующая 9 записей Все записи Печать XLS Печать TXT Печать ALL

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

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

3.7. Задача-7. Поддержка принятия решений

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

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

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

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

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

На первом рисунке 19 приведена экранная форма задания в диалоге параметров отображения SWOT-диаграммы. На этой экранной форме в верхнем окне пользователь курсором выбирает исследуемый класс, внизу

слева задает модель для исследования, а справа внизу задает отображать ли SWOT-диаграмму. Кроме того, пользователь может включить или выключить фильтры по факторам и посмотреть помощь по режиму. При включении фильтра по фактору, на котором стоит курсор, на экранных формах отображается влияние только значения этого фактора.

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

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

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

Выбор класса, соответствующего будущему состоянию объекта управления

Код	Наименование класса	Редукция клас...	N объектов [абс.]	N объектов [%]
1	WORKOUT INTENSITY-High	7,1283639	3498	31,8318318
2	WORKOUT INTENSITY-Low	7,4527190	3839	34,9349349
3	WORKOUT INTENSITY-Medium	5,6598186	3652	33,2332332
4	WORKOUT TYPE-Cardio	4,7894626	1837	16,7167167
5	WORKOUT TYPE-Cycling	4,8920543	1760	16,0160160
6	WORKOUT TYPE-HIIT	5,1102261	1892	17,2172172

SWOT-анализ класса:1 "WORKOUT INTENSITY-High" в модели:6 "INF3"

Способствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
17	WEIGHT (KG)-Большое	15.471
39	SLEEP HOURS-Очень малое	13.697
26	CALORIES BURNED-Среднее	13.423
34	STEPS TAKEN-Очень малое	12.243
44	DAILY CALORIES INTAKE-Очень малое	9.745
49	RESTING HEART RATE (BPM)-Очень малое	9.520
21	WORKOUT DURATION (MINS)-Среднее	8.520
3	AGE-Среднее	8.432
6	GENDER-Female	8.408
4	AGE-Большое	5.748
9	HEIGHT (CM)-Очень малое	4.748
53	RESTING HEART RATE (BPM)-Очень большое	4.471
20	WORKOUT DURATION (MINS)-Малое	4.291
43	SLEEP HOURS-Очень большое	4.024

Препятствующие факторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
45	DAILY CALORIES INTAKE-Малое	-13.390
38	STEPS TAKEN-Очень большое	-11.802
42	SLEEP HOURS-Большое	-11.526
50	RESTING HEART RATE (BPM)-Малое	-9.532
7	GENDER-Male	-9.456
5	AGE-Очень большое	-9.351
13	HEIGHT (CM)-Очень большое	-8.799
15	WEIGHT (KG)-Малое	-8.616
22	WORKOUT DURATION (MINS)-Большое	-8.483
40	SLEEP HOURS-Малое	-7.483
25	CALORIES BURNED-Малое	-7.255
1	AGE-Очень малое	-7.030
51	RESTING HEART RATE (BPM)-Среднее	-6.616
35	STEPS TAKEN-Малое	-6.252

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

SWOT-диаграмма

SWOTdiag-Cl0001-06.jpg

SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА В МОДЕЛИ: "INF3" "АСК-анализ динамики физической активности пользователей по различным группам"

Шкала: [1] WORKOUT INTENSITY
Класс: [1] High

СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:

[8] WEIGHT (KG) [17] Большое	f=15.471
[9] SLEEP HOURS [39] Очень малое	f=13.697
[6] CALORIES BURNED [26] Среднее	f=13.423
[8] STEPS TAKEN [34] Очень малое	f=12.243
[10] DAILY CALORIES INTAKE [44] Очень малое	f=9.745
[11] RESTING HEART RATE (BPM) [49] Очень малое	f=9.520
[5] WORKOUT DURATION (MINS) [21] Среднее	f=8.520

Фильтр по факторам Включен. Диапазон кодов значений: 1-53

ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:

[10] DAILY CALORIES INTAKE [45] Малое	f=13.398
[8] STEPS TAKEN [38] Очень большое	f=11.802
[9] SLEEP HOURS [42] Большое	f=11.526
[11] RESTING HEART RATE (BPM) [50] Малое	f=9.532
[2] GENDER [7] Male	f=9.456
[1] AGE [5] Очень большое	f=9.351
[3] HEIGHT (CM) [13] Очень большое	f=8.799

Фильтр по факторам Включен. Диапазон кодов значений: 1-53

СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:

— Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соответствующее классу, отображаются линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
— Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соответствующее классу, отображаются линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.

Форма создана: 27.02.2025 10:54:31

SWOTdiag-Cl0004-06.jpg

SWOT-ДИАГРАММА КЛАССА В МОДЕЛИ: "INF3" "АСК-анализ динамики физической активности пользователей по различным группам"

Шкала: [2] WORKOUT TYPE
Класс: [4] Cardio

СПОСОБСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:

[7] HEART RATE (BPM) [29] Очень малое	f=13.728
[4] WEIGHT (KG) [18] Очень большое	f=10.901
[3] HEIGHT (CM) [12] Большое	f=9.056
[1] AGE [5] Очень большое	f=7.378
[9] SLEEP HOURS [42] Большое	f=6.740
[6] CALORIES BURNED [24] Очень малое	f=6.405
[4] WEIGHT (KG) [17] Большое	f=5.062

Фильтр по факторам Включен. Диапазон кодов значений: 1-53

ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ значения факторов и сила их влияния:

[7] HEART RATE (BPM) [32] Большое	f=10.768
[4] WEIGHT (KG) [16] Среднее	f=7.607
[11] RESTING HEART RATE (BPM) [51] Среднее	f=7.257
[4] WEIGHT (KG) [15] Малое	f=6.257
[7] HEART RATE (BPM) [30] Малое	f=6.096
[3] HEIGHT (CM) [11] Среднее	f=5.762
[8] STEPS TAKEN [36] Среднее	f=5.099

Фильтр по факторам Включен. Диапазон кодов значений: 1-53

СИСТЕМА ДЕТЕРМИНАЦИИ КЛАССА ФАКТОРАМИ И ИХ ЗНАЧЕНИЯМИ:

— Значения факторов, СПОСОБСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соответствующее классу, отображаются линиями связи КРАСНОГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.
— Значения факторов, ПРЕПЯТСТВУЮЩИЕ переходу объекта управления в состояние, соответствующее классу, отображаются линиями связи СИНЕГО цвета. Толщина линии отражает степень влияния.

Форма создана: 27.02.2025 10:54:49

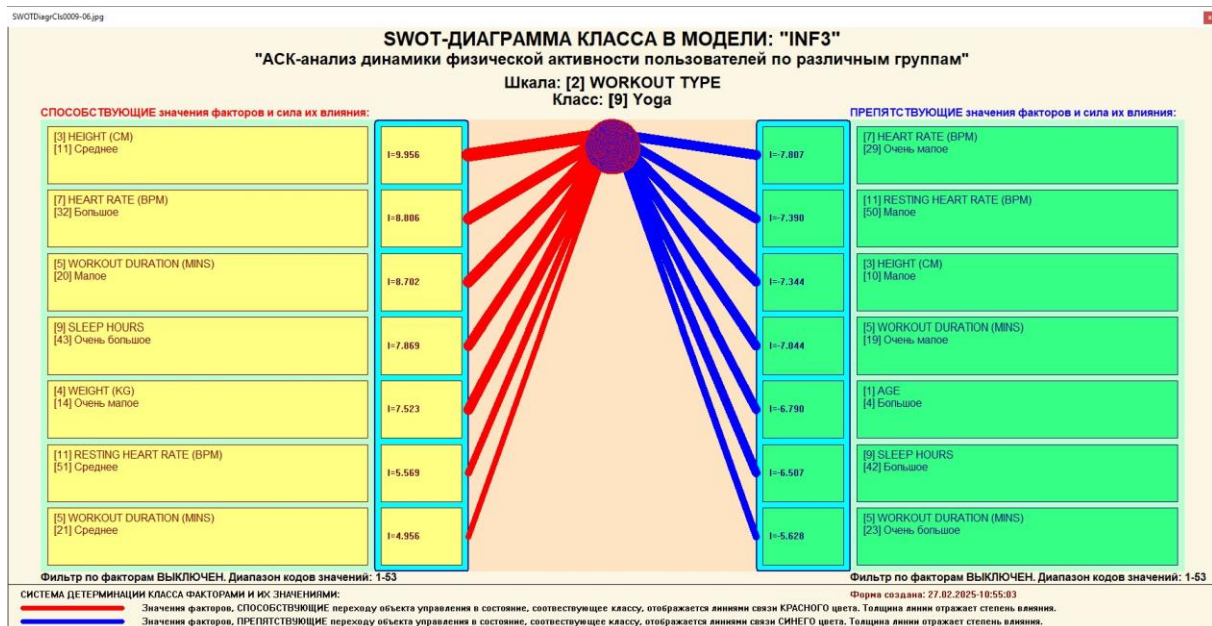


Рисунок 19. Примеры экранной формы режима автоматизированного SWOT-анализа (режим 4.4.8 системы «Эйдос»)

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

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

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

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

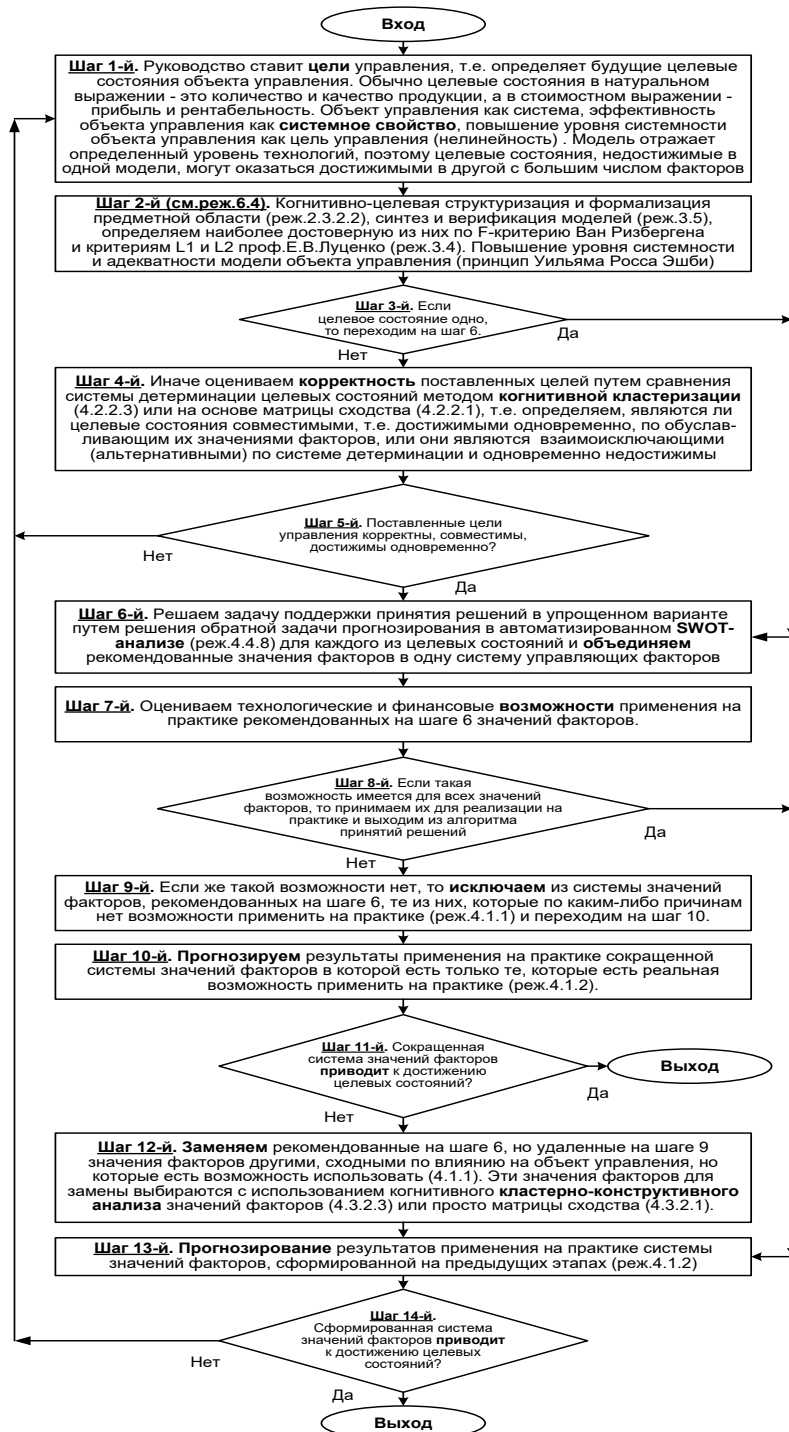


Рисунок 20. Развитый алгоритм принятия решений в интеллектуальных системах управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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.

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

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

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

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

значения факторов для замены выбираются с использованием когнитивного **кластерно-конструктивного анализа** значений факторов (4.3.2.3) или просто матрицы сходства (4.3.2.1) [16].

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

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

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

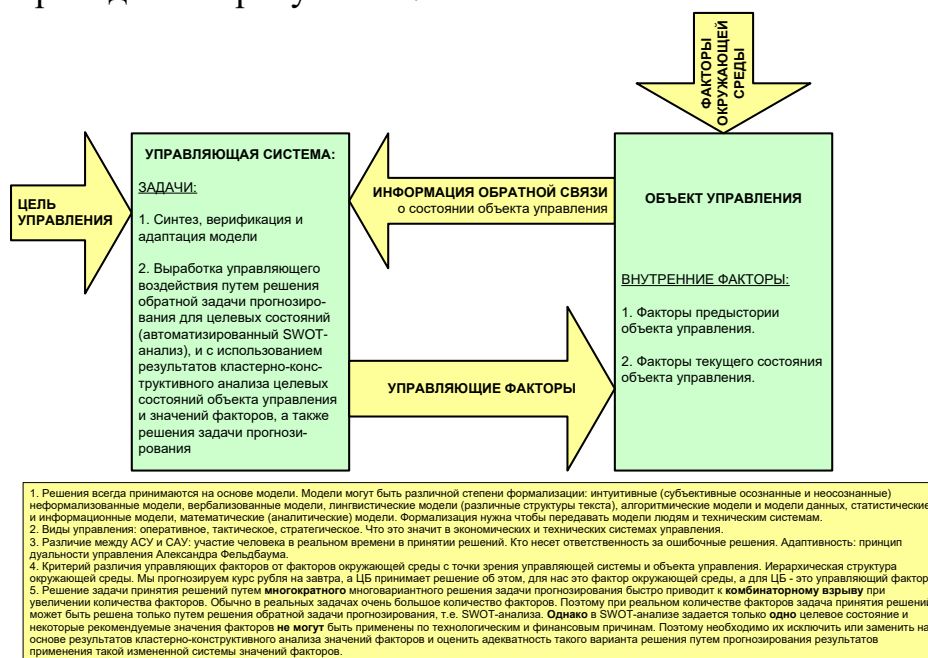


Рисунок 21. Принципиальная схема адаптивной интеллектуальной системы управления на основе АСК-анализа и системы «Эйдос»

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

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

объяснение конкретных механизмов этих эмпирических закономерностей формулируется уже экспертами на теоретическом уровне познания в содержательных научных законах [12, 17].

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

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

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

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

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

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

Код	Наименование значения фактора
1	AGE-Очень малое
2	AGE-Малое
3	AGE-Среднее
4	AGE-Большое
5	AGE-Очень большое
6	GENDER-Female

SWOT-анализ значения фактора:1 "AGE-Очень малое" в модели:6 "INF3"

СПОСОБСТВУЕТ:

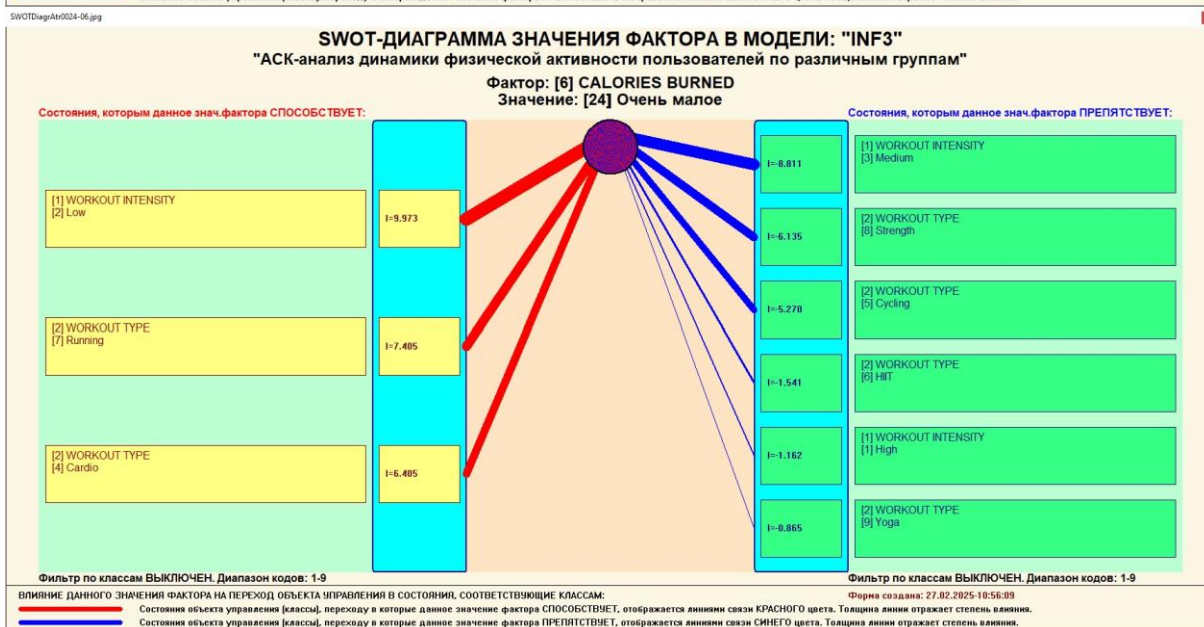
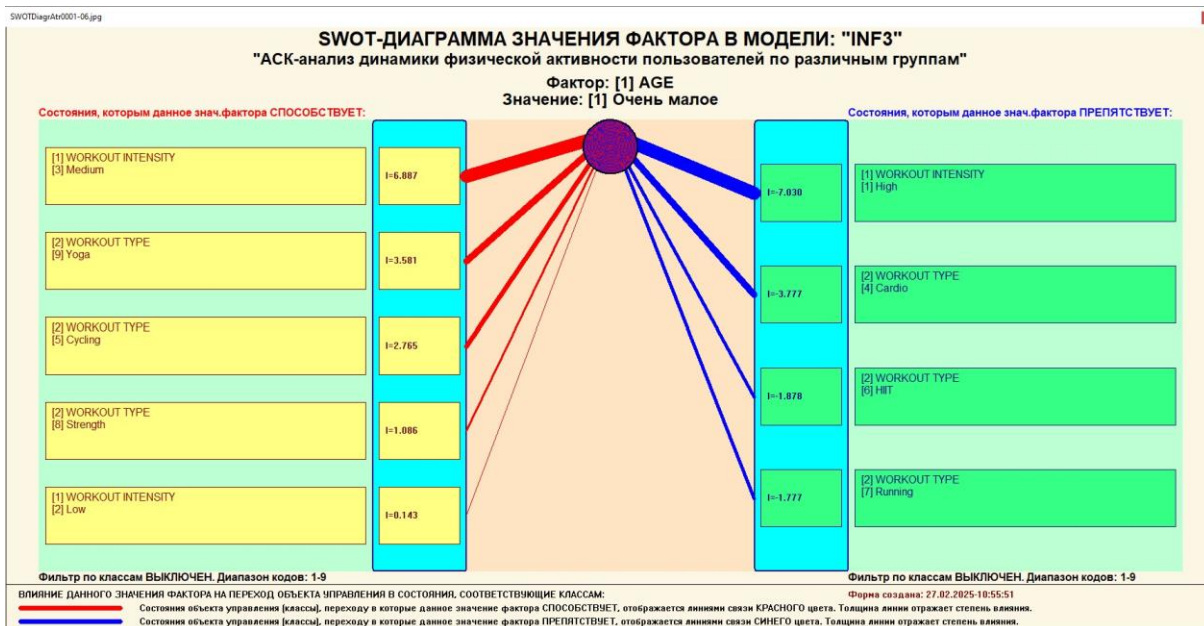
Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора СПОСОБСТВУЕТ	Сила влияния
3	WORKOUT INTENSITY-Medium	6.887
9	WORKOUT TYPE-Yoga	3.581
5	WORKOUT TYPE-Cycling	2.765
8	WORKOUT TYPE-Strength	1.086
2	WORKOUT INTENSITY-Low	0.143

ПРЕПЯТСТВУЕТ:

Код	Состояния объекта управления, переходу в которые данное значение фактора ПРЕПЯТСТВУЕТ	Сила влияния
1	WORKOUT INTENSITY-High	-7.030
4	WORKOUT TYPE-Cardio	-3.777
6	WORKOUT TYPE-HIIT	-1.878
7	WORKOUT TYPE-Running	-1.777

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

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



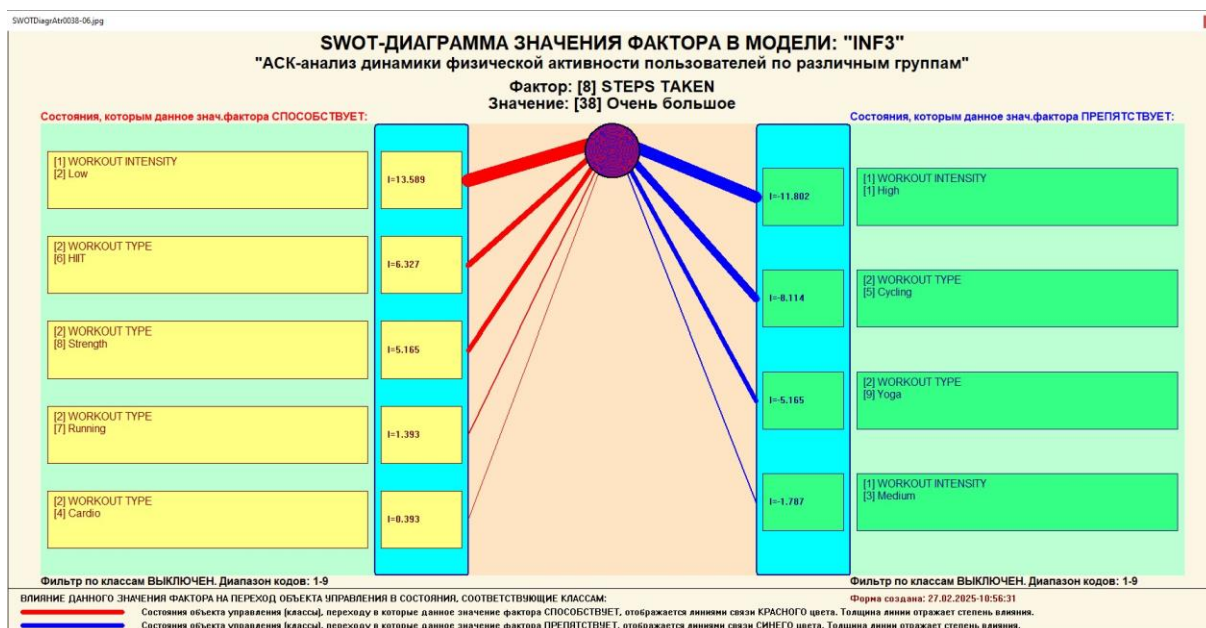


Рисунок 22. Примеры инвертированных SWOT-диаграмм влияния значений факторов на переход объекта моделирования в будущие состояния, соответствующие классам

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

3.8.2. Кластерно-конструктивный анализ классов

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

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

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

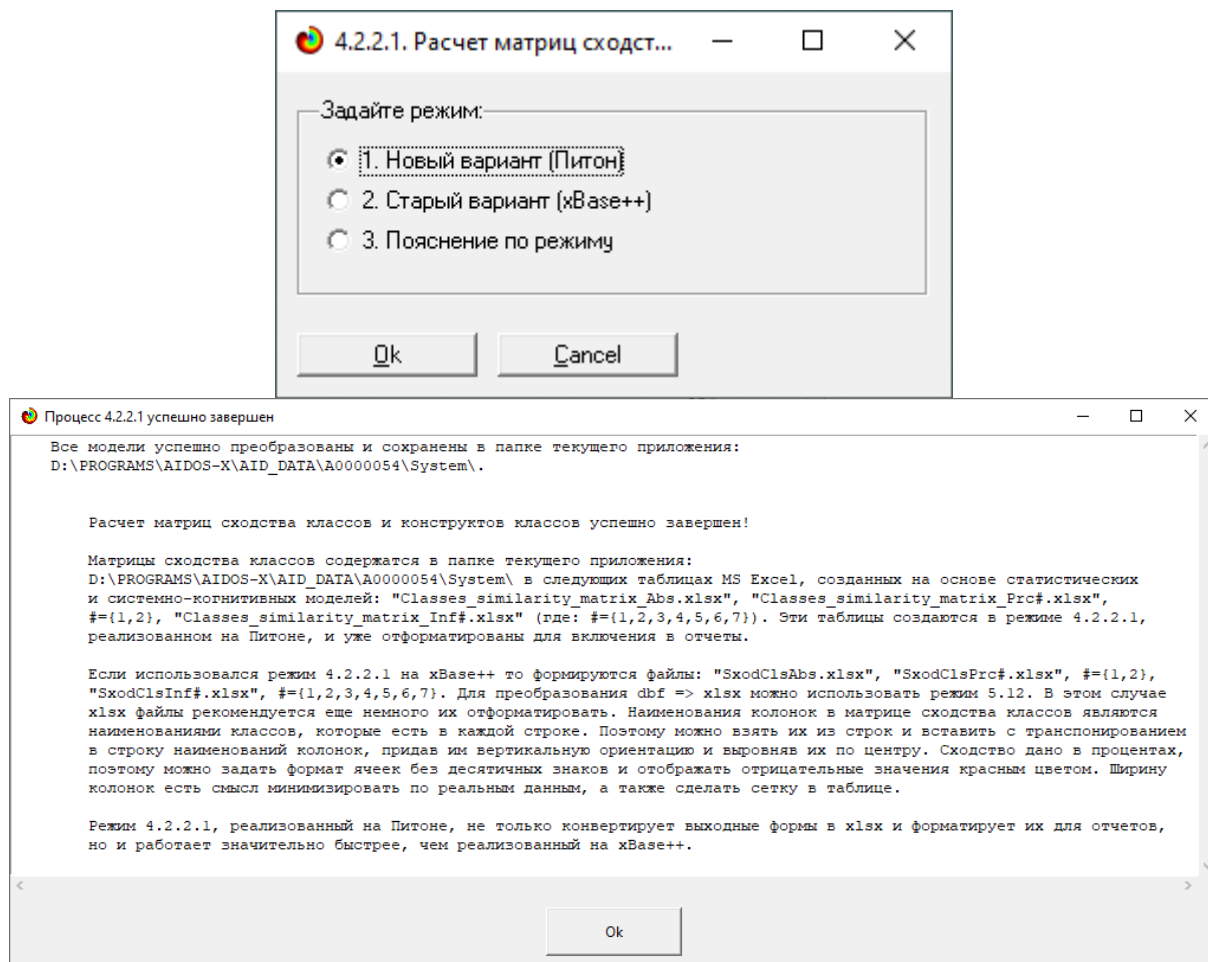


Рисунок 23. Экранные формы режима 4.2.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства классов

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

	1- WORKOUT INTENSITY -High	2- WORKOUT INTENSITY -Low	3- WORK OUT INTENS ITY- Medium	4- WORK OUT TYPE- Cardio	5- WORK OUT TYPE- Cycling	6- WORK OUT TYPE- HIIT
1-WORKOUT INTENSITY-High	100	-69,9502	-33,8381	-11,6628	31,3398 9	-17,7902
2-WORKOUT INTENSITY-Low	-69,9502	100	-43,5776	28,9125	-9,43405	7,10855 6
3-WORKOUT INTENSITY-Medium	-33,8381	-43,5776	100	-23,3823	-27,0491	13,0457 6
4-WORKOUT TYPE-Cardio	-11,6628	28,9125	-23,3823	100	-16,3311	6,27567 4
5-WORKOUT TYPE-Cycling	31,33989	-9,43405	-27,0491	-16,3311	100	-39,0257
6-WORKOUT TYPE-HIIT	-17,7902	7,108556	13,0457 6	6,27567 4	-39,0257	100

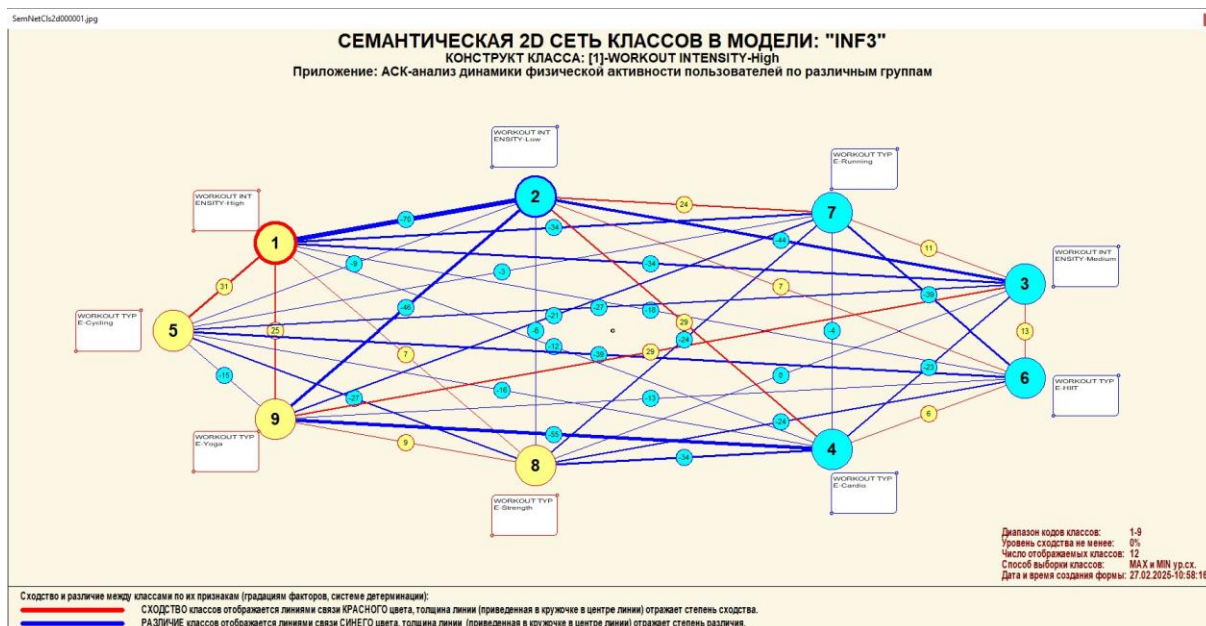


Рисунок 24. Круговая 2d-когнитивная диаграмма классов (режим 4.2.2.2)

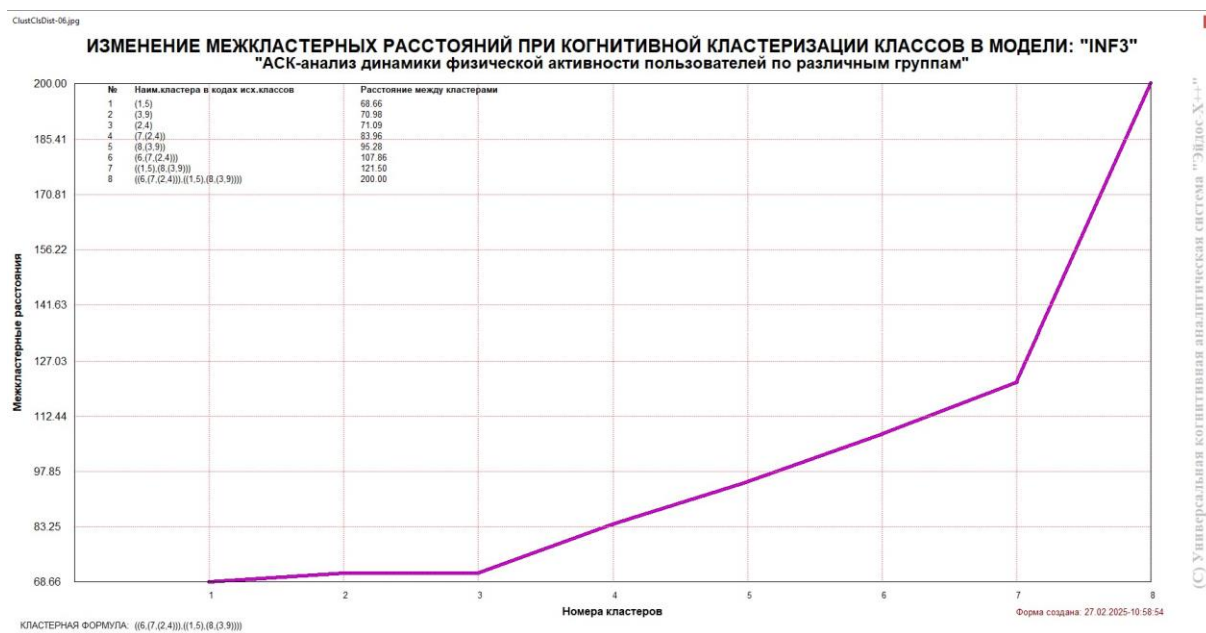


Рисунок 25. График изменения межкластерных расстояний режим 4.2.2.3)

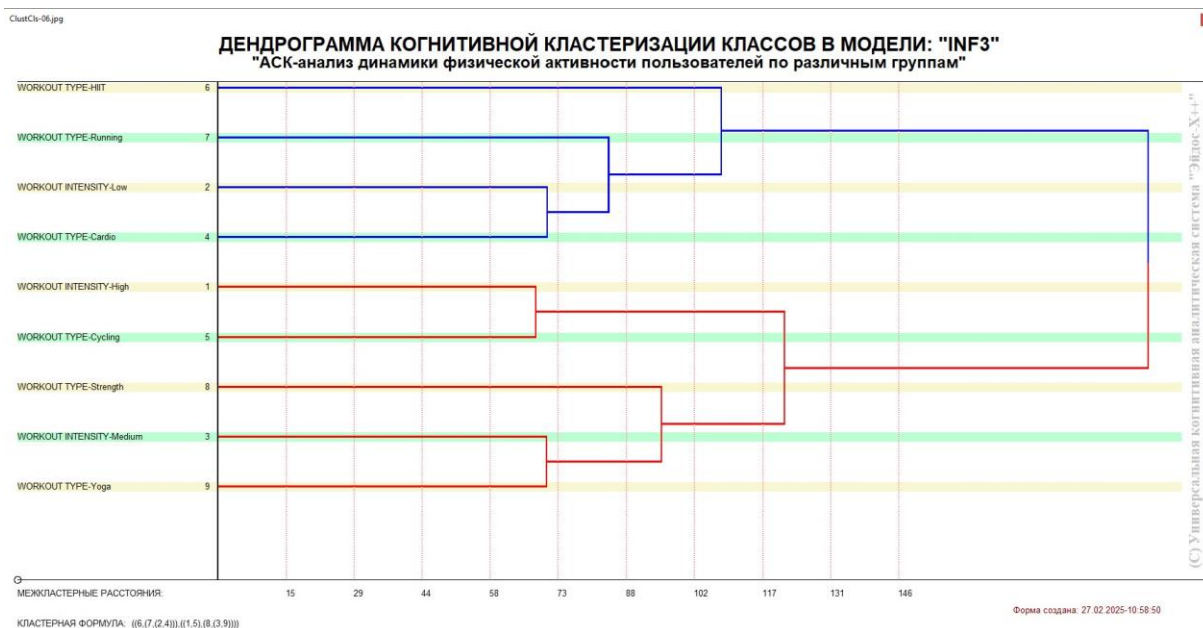


Рисунок 26. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации классов (режим 4.2.2.3)

3.8.3. Кластерно-конструктивный анализ значений описательных шкал

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.

На рисунке 27 представлены экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матрицы сходства значений факторов по силе и направлению их влияния на переход объекта моделирования в различные будущие состояния, соответствующие классам:

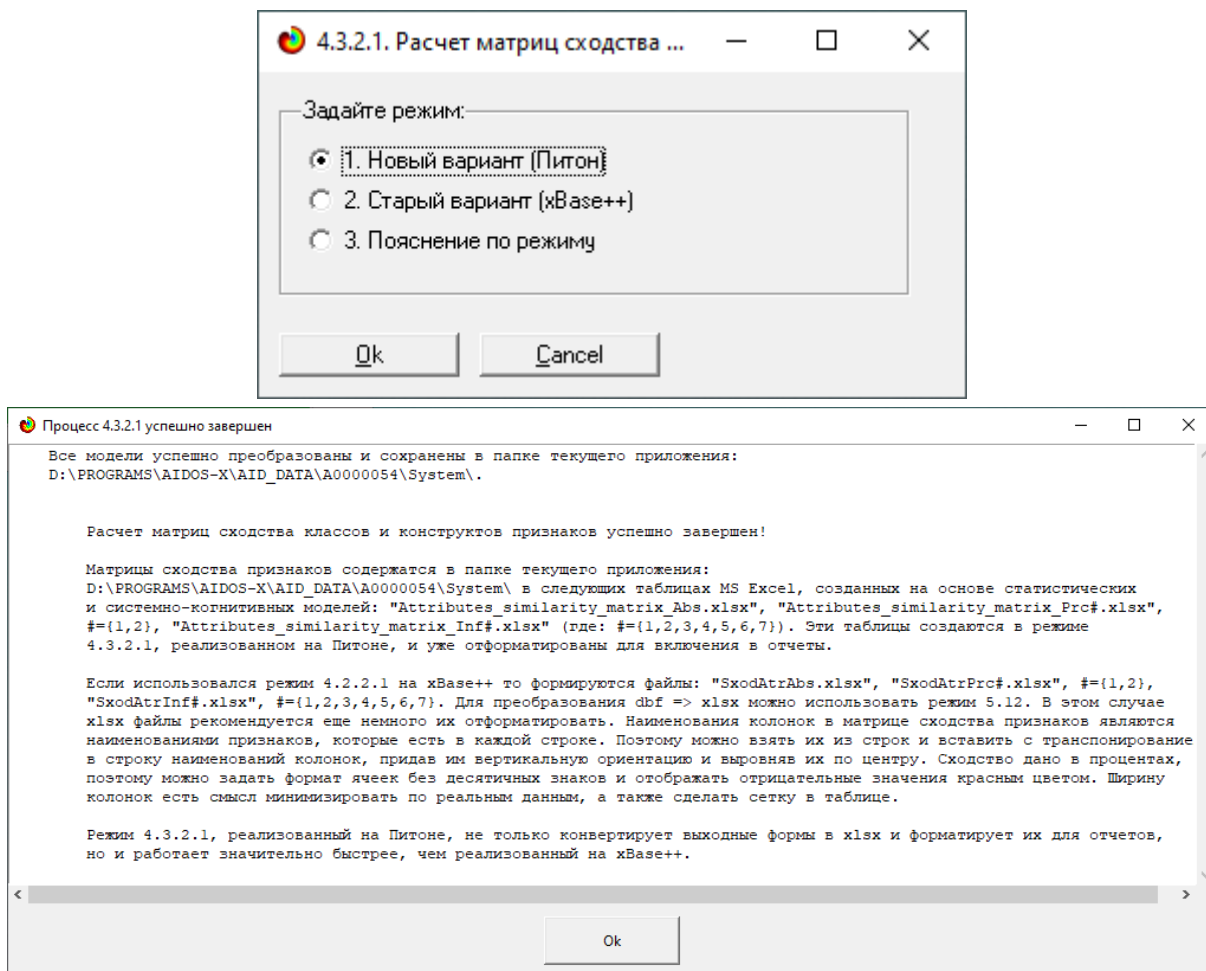


Рисунок 27. Экранные формы режима 4.3.2.1, обеспечивающего расчет матриц сходства значений факторов

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

	1 - AGE- Очень малое	2 - AGE- Малое	3 - AGE- Среднее	4 - AGE- Большое	5 - AGE- Очень большое	6 - GENDER- Female
1 - AGE-Очень малое	100	-42,8837	-37,4403	-52,0411	38,93826	-3,69653
2 - AGE-Малое	-42,8837	100	-1,32319	-2,23275	-40,7651	-19,9715
3 - AGE-Среднее	-37,4403	-1,32319	100	7,778801	-53,7926	74,05032
4 - AGE-Большое	-52,0411	-2,23275	7,778801	100	-61,7013	-29,8023
5 - AGE-Очень большое	38,93826	-40,7651	-53,7926	-61,7013	100	-9,22144
6 - GENDER-Female	-3,69653	-19,9715	74,05032	-29,8023	-9,22144	100

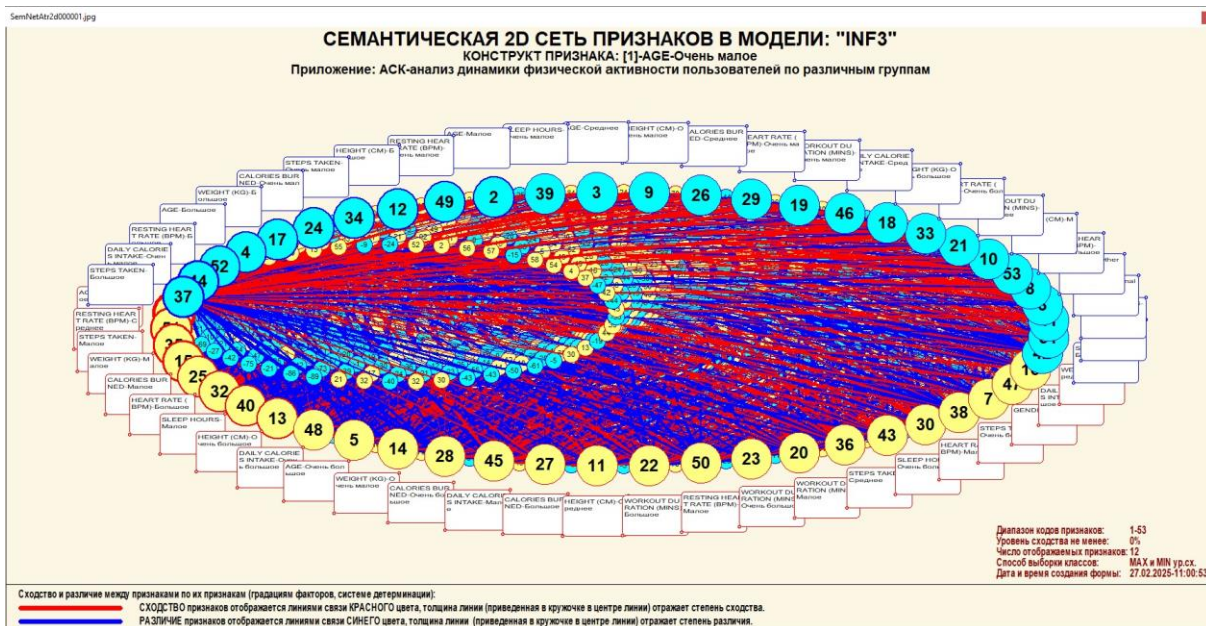


Рисунок 28. Круговая 2d-когнитивная диаграмма значений факторов в СК-модели INF3 (режим 4.3.2.2)

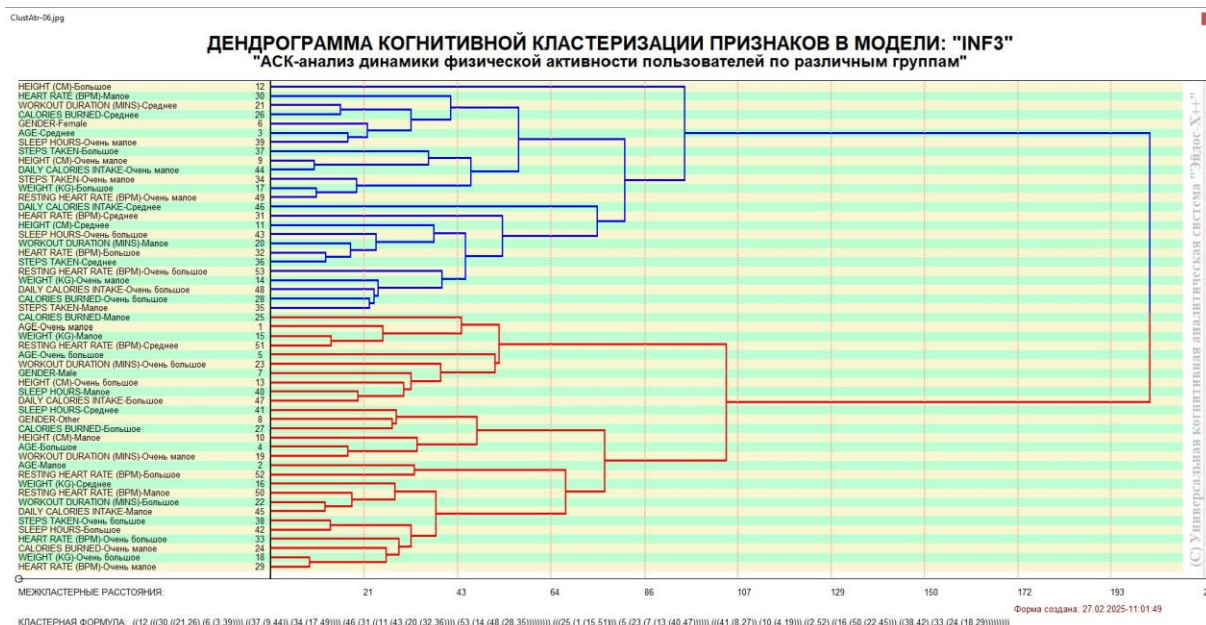


Рисунок 29. Агломеративная дендрограмма, полученная в результате когнитивной (истинной) кластеризации признаков (режим 4.3.2.3)

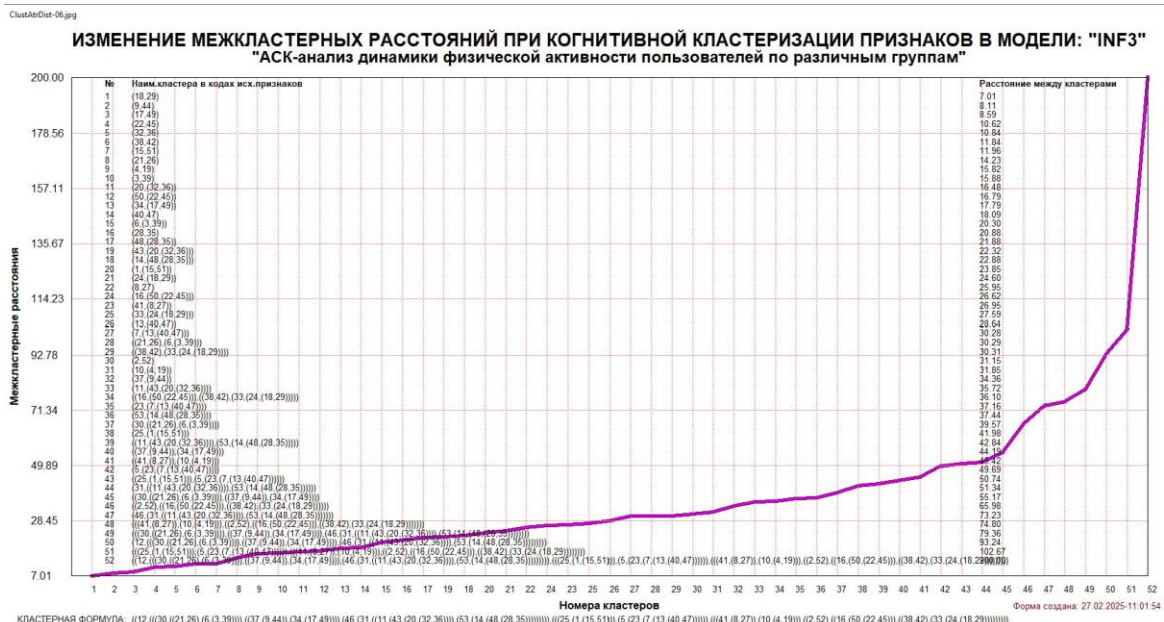


Рисунок 30. График изменения межкластерных расстояний (режим 4.3.2.3)

3.8.4. Модель знаний системы «Эйдос» и нелокальные нейроны

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

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

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

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

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

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

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

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

4.4.10.Графическое отображение нелокального нейрона в системе "Эйдос"

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	WORKOUT INTENSITY-High
2	WORKOUT INTENSITY-Low
3	WORKOUT INTENSITY-Medium
4	WORKOUT TYPE-Cardio
5	WORKOUT TYPE-Cycling
6	WORKOUT TYPE-HIIT
7	WORKOUT TYPE-Running
8	WORKOUT TYPE-Strength
9	WORKOUT TYPE-Yoga

Подготовка визуализации нейрона:1 "WORKOUT INTENSITY-High" в модели:6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
17	WEIGHT (KG)-Большое	15.471
39	SLEEP HOURS-Очень малое	13.697
26	CALORIES BURNED-Среднее	13.423
34	STEPS TAKEN-Очень малое	12.243
44	DAILY CALORIES INTAKE-Очень малое	9.745
49	RESTING HEART RATE (BPM)-Очень малое	9.520
21	WORKOUT DURATION (MINS)-Среднее	8.520
3	AGE-Среднее	8.432
6	GENDER-Female	8.408
4	AGE-Большое	5.740

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
45	DAILY CALORIES INTAKE-Малое	-13.390
38	STEPS TAKEN-Очень большое	-11.802
42	SLEEP HOURS-Большое	-11.526
50	RESTING HEART RATE (BPM)-Малое	-9.532
7	GENDER-Male	-9.456
5	AGE-Очень большое	-9.351
13	HEIGHT (CM)-Очень большое	-8.799
15	WEIGHT (KG)-Малое	-8.616
22	WORKOUT DURATION (MINS)-Большое	-8.483
40	SLEEP HOURS-Малое	-7.407

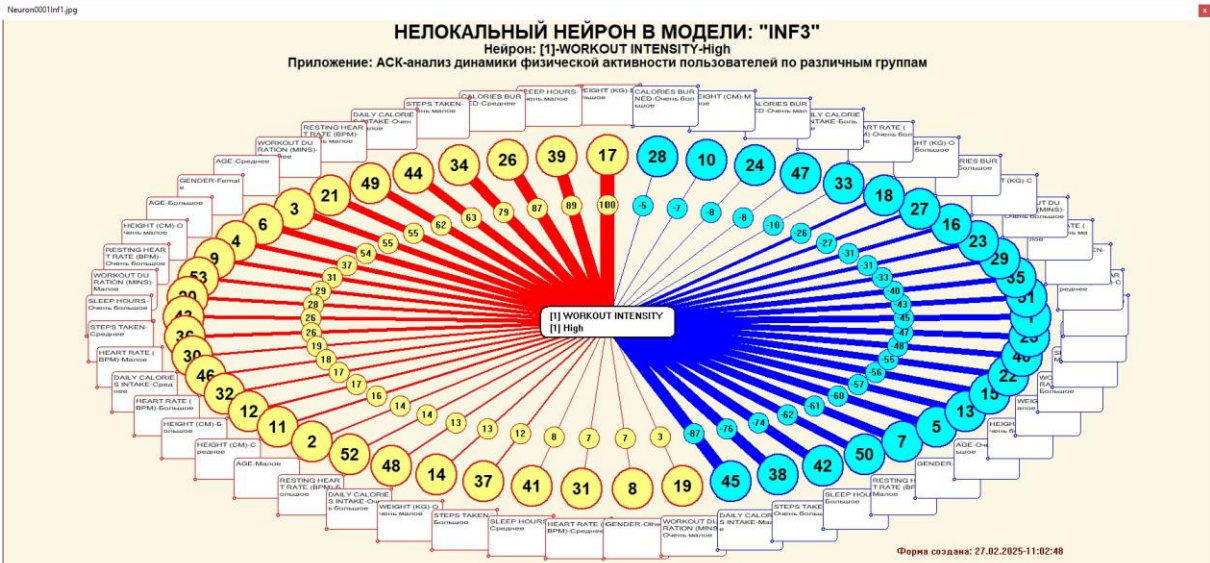
ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

Помощь Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

НЕЙРОН Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999
Минимальный вес коэф. отображаемых рецепторов: 0,000

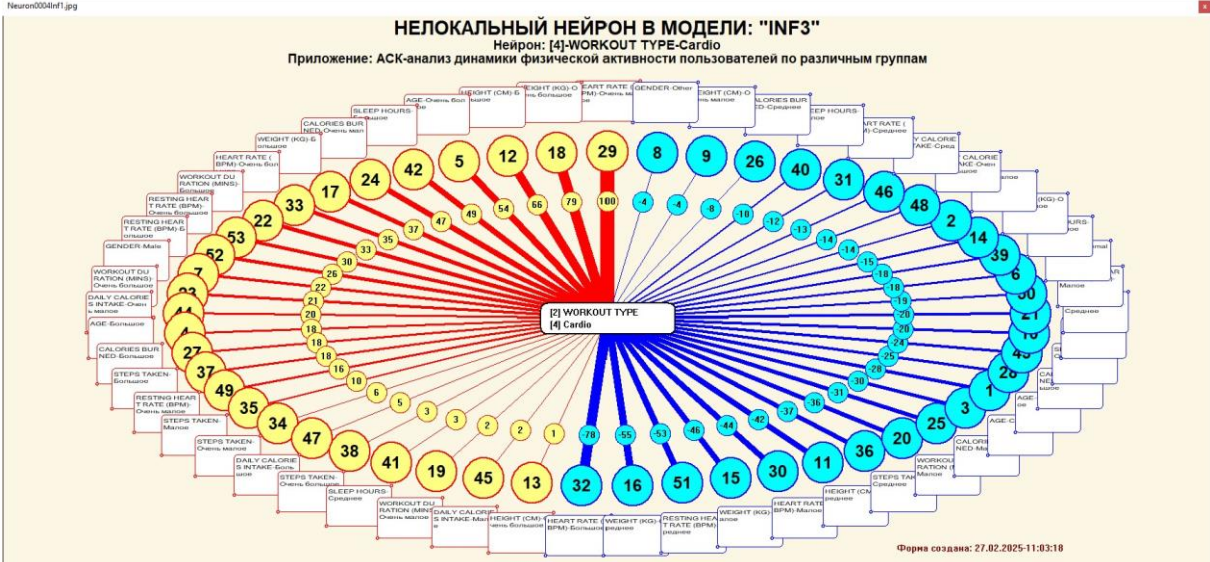
Сортировать рецепторы:
 по информативности
 по модулю информативности

Отображать рецепторы:
 с наименованиями
 только с кодами



Влияние рецепторов на активацию/торжение нелокального нейрона, соответствующего классу (система детерминации класса):
— АКТИВИРУЮЩЕЕ влияние отображается линиями КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает относительную силу влияния.
— ТОРМОЯЩЕЕ влияние отображается линиями СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает относительную силу влияния.

Сортировка рецепторов по информативности
 Отображается количество рецепторов не более: 999
 Показаны связи с относительной силой влияния выше: 0%
 Визуализация нейрона с кодами и наименованиями рецепторов



Влияние рецепторов на активацию/торжение нелокального нейрона, соответствующего классу (система детерминации класса):
— АКТИВИРУЮЩЕЕ влияние отображается линиями КРАСНОГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает относительную силу влияния.
— ТОРМОЯЩЕЕ влияние отображается линиями СИНЕГО цвета, толщина линии (приведенная в кружочке в центре линии) отражает относительную силу влияния.

Сортировка рецепторов по информативности
 Отображается количество рецепторов не более: 999
 Показаны связи с относительной силой влияния выше: 0%
 Визуализация нейрона с кодами и наименованиями рецепторов

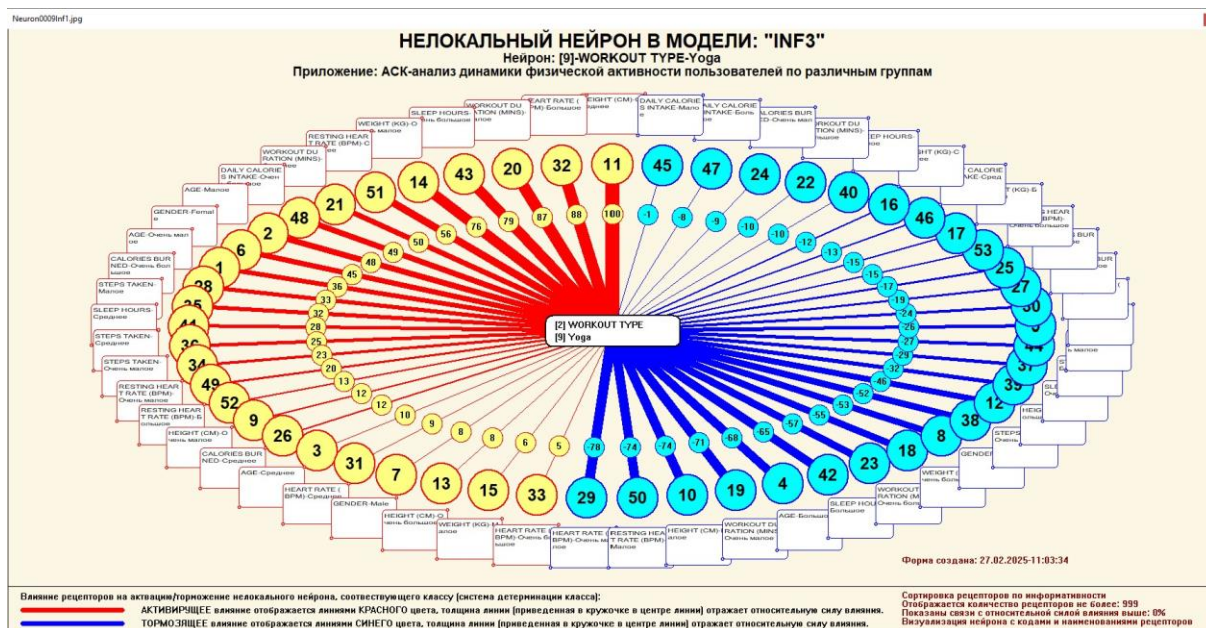


Рисунок 31. Примеры нелокальных нейронов, соответствующие классам

3.8.5. Нелокальная нейронная сеть

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

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

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

Нейроны на изображении слоя нейронной сети расположены слева направо в порядке убывания модуля суммарной силы их детерминации рецепторами, т.е. слева находятся результаты, наиболее жестко обусловленные действующими на них значениями факторов, а справа – менее жестко обусловленные (рисунок 32). В форме управления визуализацией есть возможность задавать фильтры по факторам, которые надо визуализировать.

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

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в нейросети

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	WORKOUT INTENSITY-High
<input type="checkbox"/>	2	WORKOUT INTENSITY-Low
<input type="checkbox"/>	3	WORKOUT INTENSITY-Medium
<input type="checkbox"/>	4	WORKOUT TYPE-Cardio
<input type="checkbox"/>	5	WORKOUT TYPE-Cycling
<input type="checkbox"/>	6	WORKOUT TYPE-HIIT
<input type="checkbox"/>	7	WORKOUT TYPE-Running
<input type="checkbox"/>	8	WORKOUT TYPE-Strength
<input type="checkbox"/>	9	WORKOUT TYPE-Yoga

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

Подготовка визуализации нейрона: 1 "WORKOUT INTENSITY-High" в модели: 6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
17	WEIGHT (KG)-Большое	15.471
39	SLEEP HOURS-Очень малое	13.697
26	CALORIES BURNED-Среднее	13.423
34	STEPS TAKEN-Очень малое	12.243
44	DAILY CALORIES INTAKE-Очень малое	9.745
49	RESTING HEART RATE (BPM)-Очень малое	9.520
21	WORKOUT DURATION (MINS)-Среднее	8.520
3	AGE-Среднее	8.432
6	GENDER-Female	8.408
4	AGE-Среднее	8.340

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

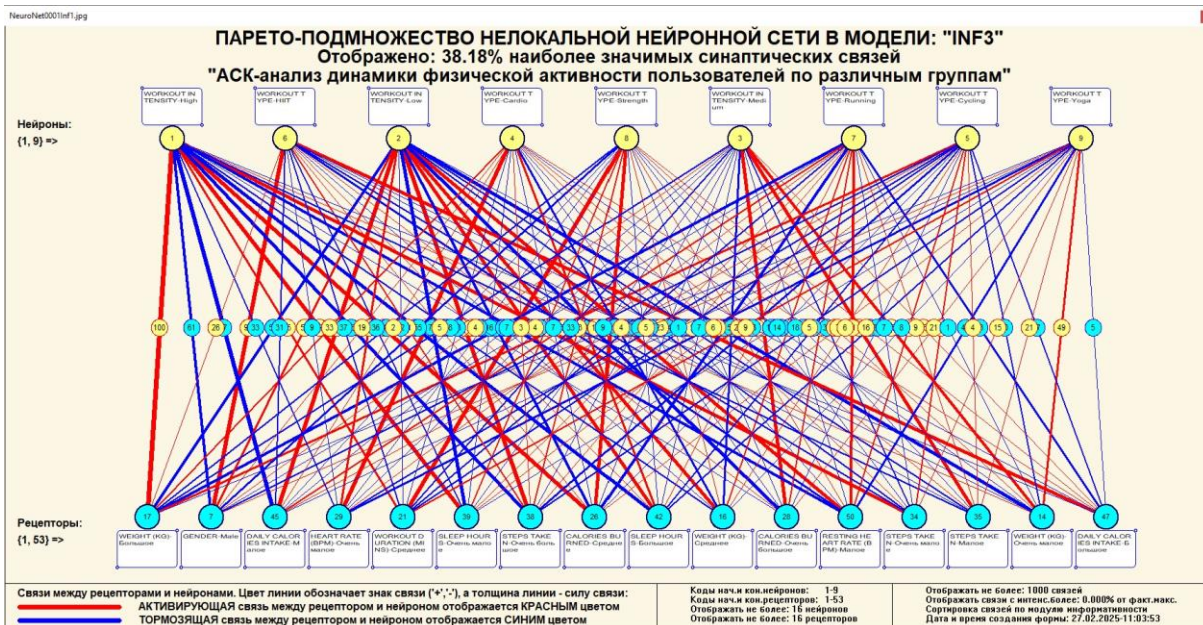
Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
45	DAILY CALORIES INTAKE-Малое	-13.390
38	STEPS TAKEN-Очень большое	-11.802
42	SLEEP HOURS-Большое	-11.526
50	RESTING HEART RATE (BPM)-Малое	-9.532
7	GENDER-Male	-9.456
5	AGE-Очень большое	-9.351
13	HEIGHT (CM)-Очень большое	-8.799
15	WEIGHT (KG)-Малое	-8.616
22	WORKOUT DURATION (MINS)-Большое	-8.483
40	SLEEP HOURS-Малое	-7.407

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

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

Сортировать связи:
 по модулю информативности
 по информативности и знаку

Отображать наименования:
 нейронов
 рецепторов



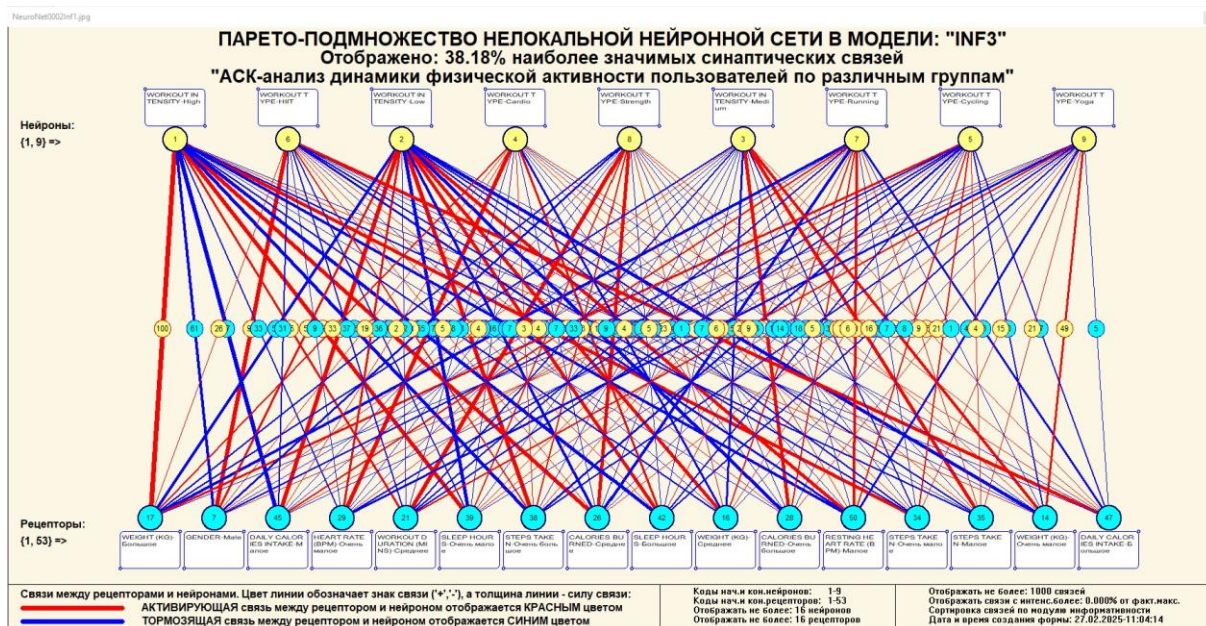


Рисунок 32. Нейронная сеть в СК-модели INF3

3.8.6. 3D-интегральные когнитивные карты

3d-интегральная когнитивная карта является отображением на одном рисунке когнитивной диаграммы классов (рисунок 24) вверху и когнитивной диаграммы значений факторов (рисунок 28) внизу и соединяющего их одного слоя нейронной сети (рисунок 32) (режим 4.4.12 системы «Эйдос») (рисунок 33).

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

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в когнитивной карте

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	WORKOUT INTENSITY-High
<input type="checkbox"/>	2	WORKOUT INTENSITY-Low
<input type="checkbox"/>	3	WORKOUT INTENSITY-Medium
<input type="checkbox"/>	4	WORKOUT TYPE-Cardio
<input type="checkbox"/>	5	WORKOUT TYPE-Cycling
<input type="checkbox"/>	6	WORKOUT TYPE-HIIT
<input type="checkbox"/>	7	WORKOUT TYPE-Running
<input type="checkbox"/>	8	WORKOUT TYPE-Strength
<input type="checkbox"/>	9	WORKOUT TYPE-Yoga

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

Подготовка визуализации нейрона: 1 "WORKOUT INTENSITY-High" в модели: 6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
17	WEIGHT (KG)-Большое	15.471
39	SLEEP HOURS-Очень малое	13.697
26	CALORIES BURNED-Среднее	13.423
34	STEPS TAKEN-Очень малое	12.243
44	DAILY CALORIES INTAKE-Очень малое	9.745
49	RESTING HEART RATE (BPM)-Очень малое	9.520
21	WORKOUT DURATION (MINS)-Среднее	8.520
3	AGE-Среднее	8.432
6	GENDER-Female	8.408
4	AGE-Среднее	8.340

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
45	DAILY CALORIES INTAKE-Малое	-13.390
38	STEPS TAKEN-Очень большое	-11.802
42	SLEEP HOURS-Большое	-11.526
50	RESTING HEART RATE (BPM)-Малое	-9.532
7	GENDER-Male	-9.456
5	AGE-Очень большое	-9.351
13	HEIGHT (CM)-Очень большое	-8.799
15	WEIGHT (KG)-Малое	-8.616
22	WORKOUT DURATION (MINS)-Большое	-8.483
40	SLEEP HOURS-Малое	-7.407

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

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

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

intCognMap0001Inf1.jpg

ПАРЕТО-ПОДМНОЖЕСТВО НЕЛОКАЛЬНОЙ ИНТЕГРАЛЬНОЙ КОГНИТИВНОЙ КАРТЫ В МОДЕЛИ: "INF3"

Отображено: 38,18% наиболее значимых синаптических связей
 "АСК-анализ динамики физической активности пользователей по различным группам"

Нейроны: {1, 9} =>
 Рецепторы: {1, 53} =>

Связи между рецепторами и нейронами. Цвет линии обозначает знак связи ("+", "-"), а толщина линии - силу связи:
 АКТИВИРУЮЩАЯ связь между рецептором и нейроном отображается КРАСНЫМ цветом
 ТОРМОЗЯЩАЯ связь между рецептором и нейроном отображается СИНИМ цветом

Коды нач. кон. нейронов: 1-9
 Коды нач. кон. рецепторов: 1-53
 Отображать не более: 16 нейронов
 Отображать не более: 16 рецепторов

Отображать не более: 1000 связей
 Отображать связи с интенсивностью: 0,000% от макс.
 Сортировка связей по модулю информативности
 Дата и время создания формы: 27.02.2025 11:04:40

Рисунок 33. 3d-когнитивная диаграмма классов и признаков (режим 4.4.12)

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

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

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

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

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

Пример опосредованных правдоподобных рассуждений.

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

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

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

4.2.3. Когнитивные диаграммы классов. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор классов для когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование класса
0	ВСЕ КЛАССЫ
1	WORKOUT INTENSITY-High
2	WORKOUT INTENSITY-Low
3	WORKOUT INTENSITY-Medium
4	WORKOUT TYPE-Cardio
5	WORKOUT TYPE-Cycling
6	WORKOUT TYPE-HIIT

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

Выбор способа фильтрации признаков в информационных портретах когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование описательной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ	1	53
1	AGE	1	5
2	GENDER	6	8
3	HEIGHT (CM)	9	13
4	WEIGHT (KG)	14	18
5	WORKOUT DURATION (MINS)	19	23

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

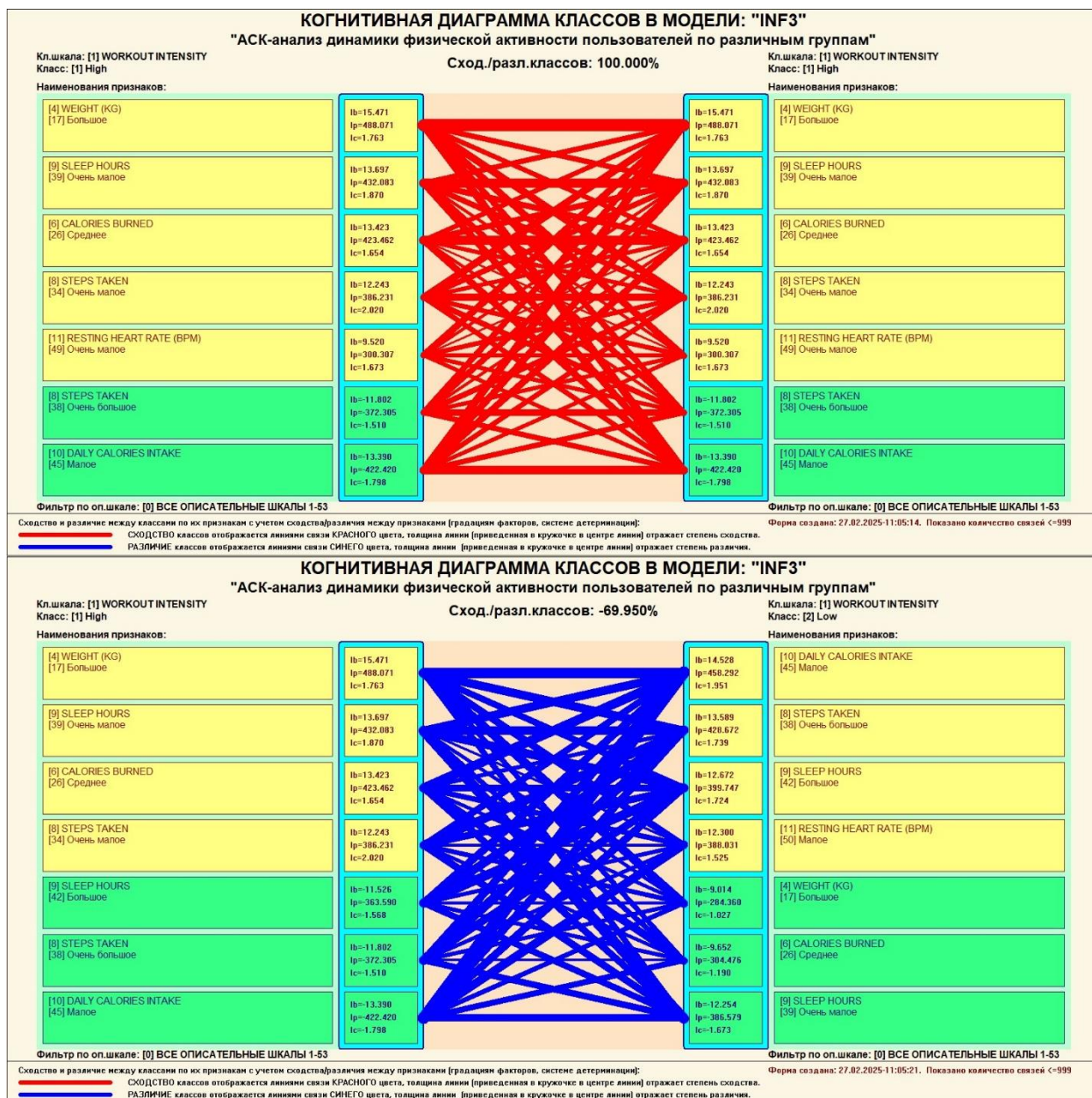
Задайте max количество отображаемых связей:

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Класс для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ
Класс для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАССЫ
Описат.шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ
Описат.шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ
Модели, заданные для расчета: Abs, Prc1, Prc2, Inf1, Inf2, Inf3, Inf4, Inf5, Inf6, Inf7

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа



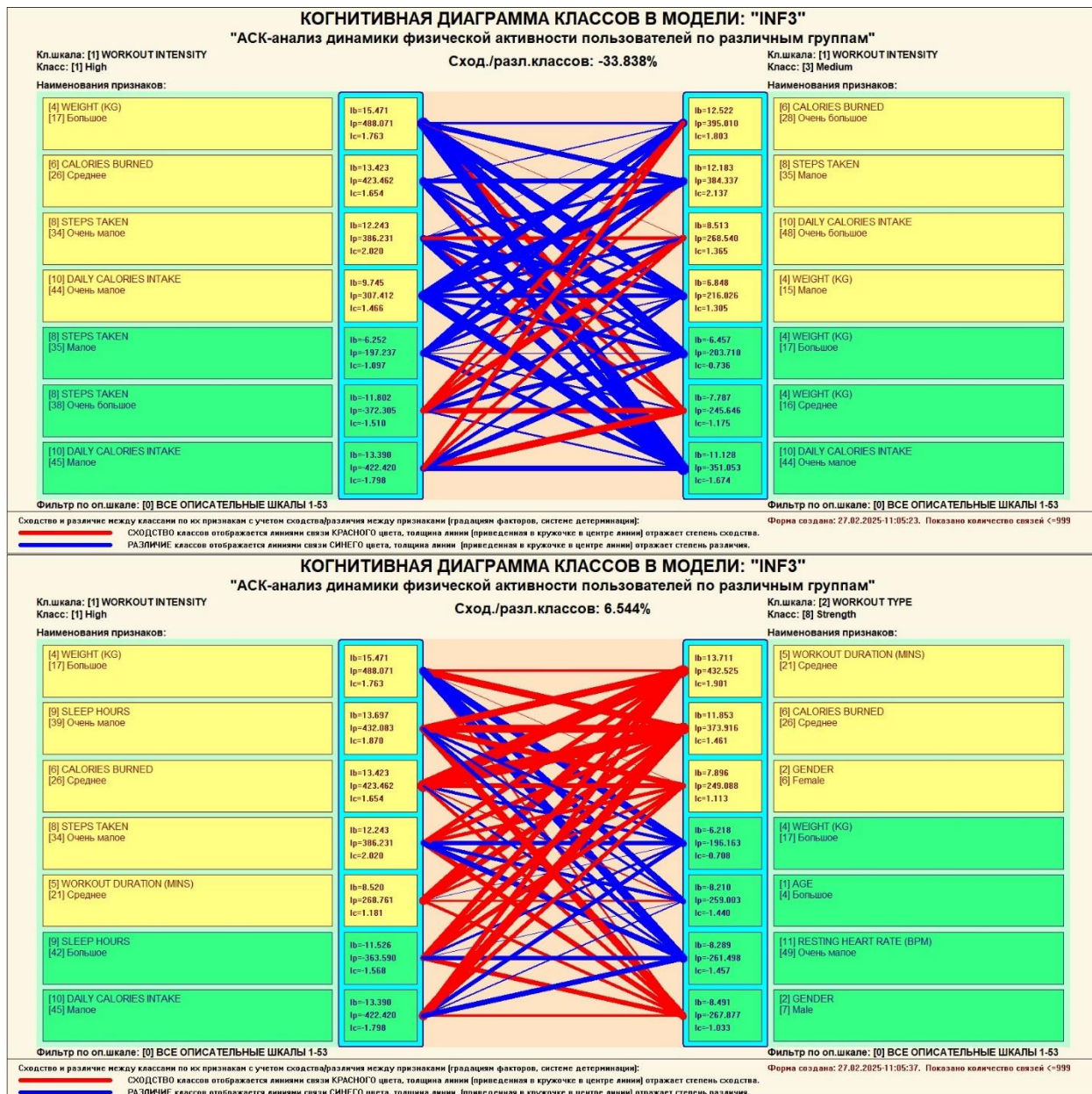


Рисунок 34. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3

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

Из 2d-когнитивных диаграммах 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».

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

4.3.3. Когнитивные диаграммы признаков. Задание параметров генерации выходных форм

Выбор признаков для когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование признака
0	ВСЕ ПРИЗНАКИ
1	AGE-Очень малое
2	AGE-Малое
3	AGE-Среднее
4	AGE-Большое
5	AGE-Очень большое
6	GENDER-Female

Выбор кода признака левого инф. портрета Выбор кода признака правого инф. портрета

Выбор способа фильтрации классов в информационных портретах когнитивной диаграммы

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

Код	Наименование классификационной шкалы	Минимальный код градации	Максимальный код градации
0	ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ	1	9
1	WORKOUT INTENSITY	1	3
2	WORKOUT TYPE	4	9

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

Задайте модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм:

Abs Prc1 Prc2 Inf1 Inf2 Inf3 Inf4 Inf5 Inf6 Inf7

Задайте max количество отображаемых связей:

99999 Помощь

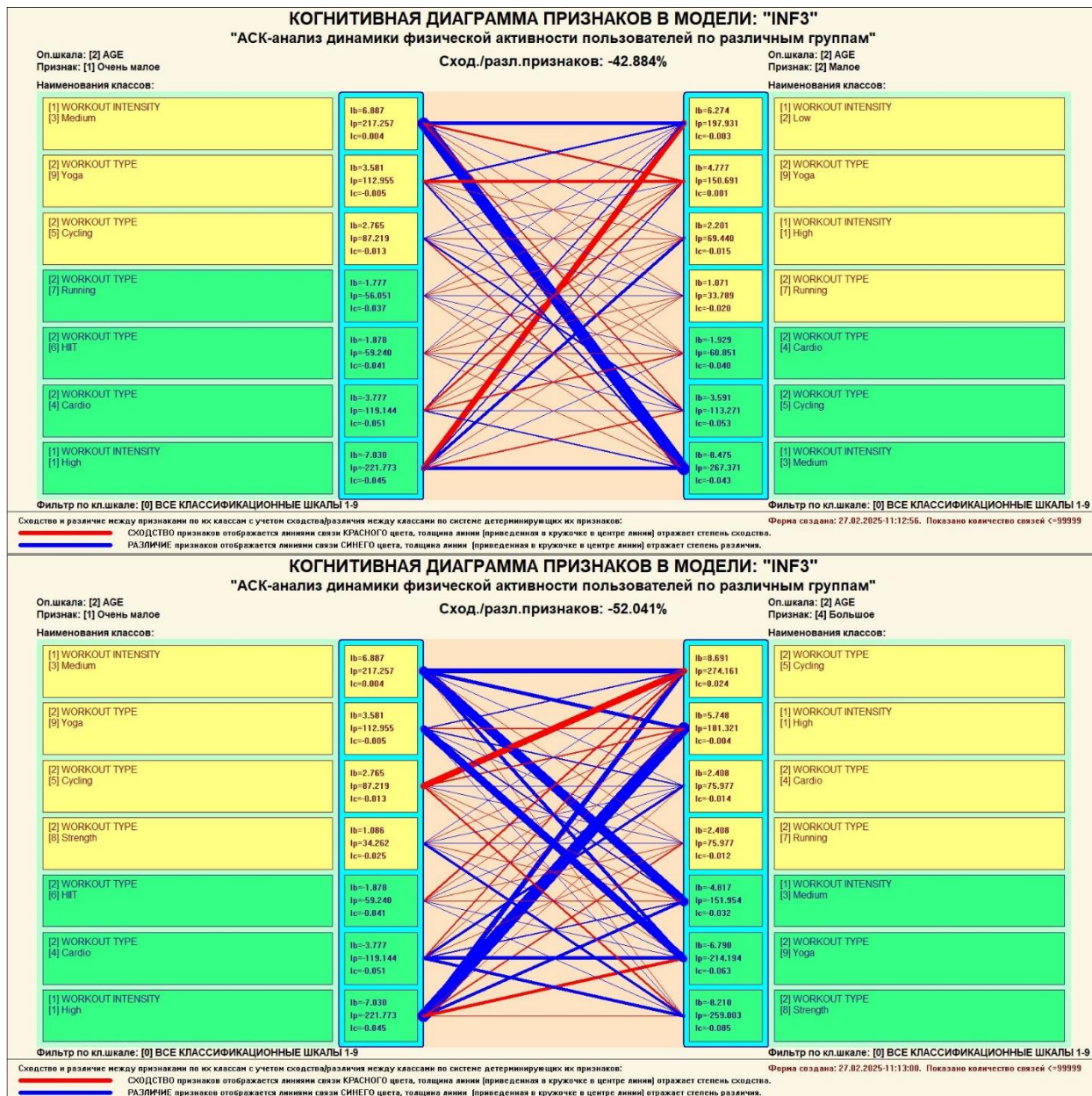
В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Признак для левого инф. портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
 Признак для правого инф. портрета: [0] ВСЕ ПРИЗНАКИ
 Классиф. шкала для левого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
 Классиф. шкала для правого инф. портрета: [0] ВСЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ШКАЛЫ
 Модели, заданные для расчета: Inf3

Задайте режим вывода когнитивных диаграмм:

Показать все диаграммы с остановкой
 Записать все диаграммы без показа

Ok Cancel



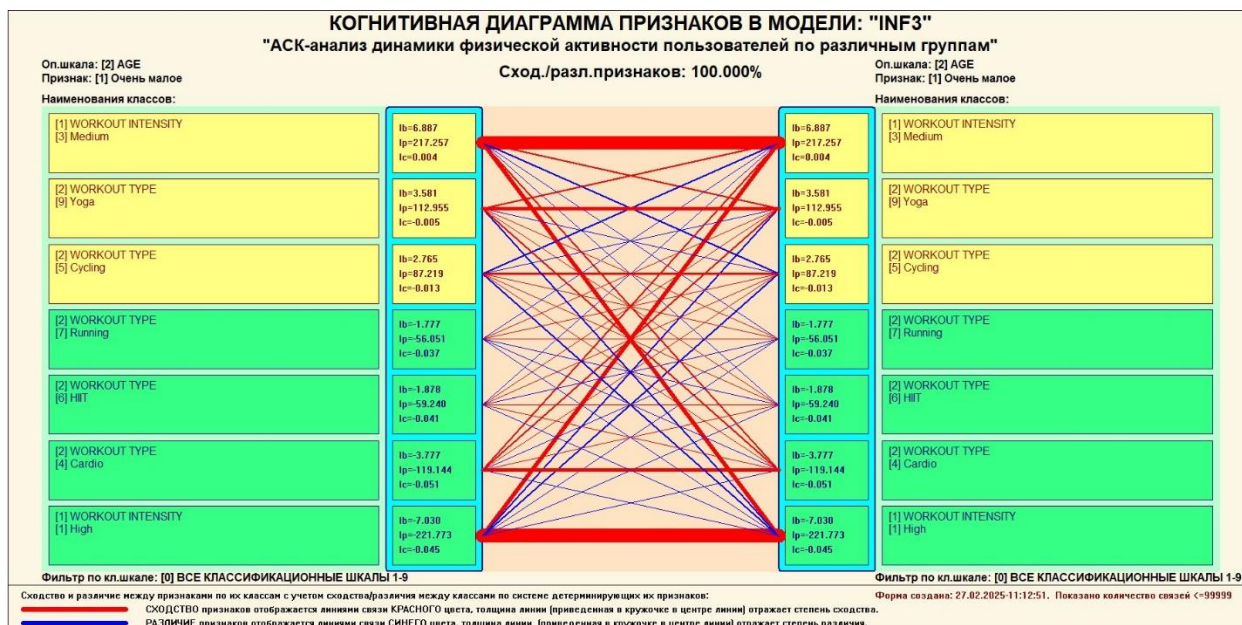


Рисунок 35. Примеры 2d-интегральных когнитивных карт содержательного сравнения классов по их системе детерминации в СК-модели INF3

3.8.9. Когнитивные функции

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

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

Когнитивные функции являются одним из наиболее мощных и наглядных средств когнитивной графики, 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].

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

— □ ×

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

Статистические базы:

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

Системно-когнитивные модели (Базы знаний):

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

— Задайте виды когнитивных функций для генерации, визуализации и записи:

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

— Задайте дополнительные параметры визуализации когнитивных функций:

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

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

Задайте количество пикселей на дюйм в изображениях когнитивных функций:

Задайте паузу в секундах между визуализациями когнитивных функций:

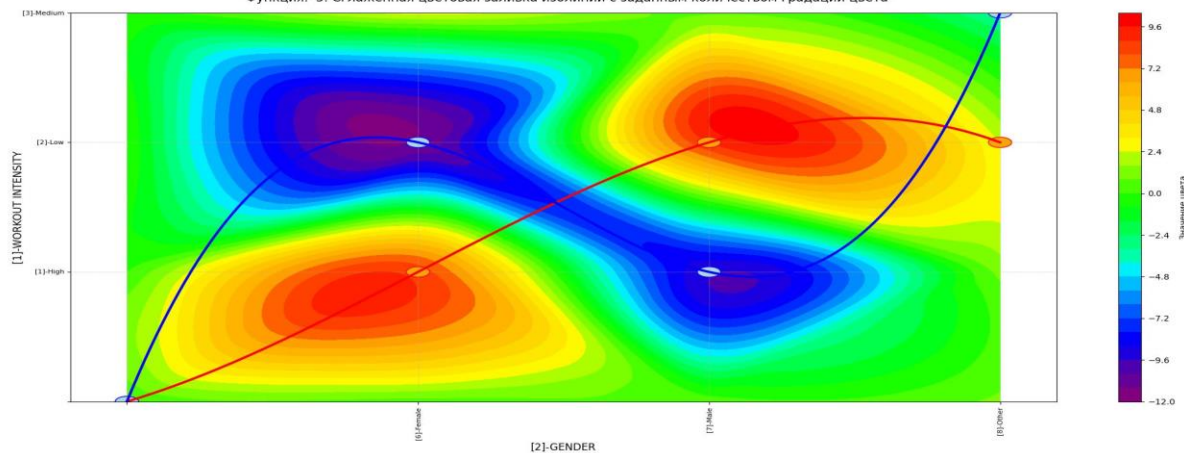
Задайте размер шрифта для наименований градаций шкал X и Y:

Визуализация когнитивных функций new Визуализация когнитивных функций old

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

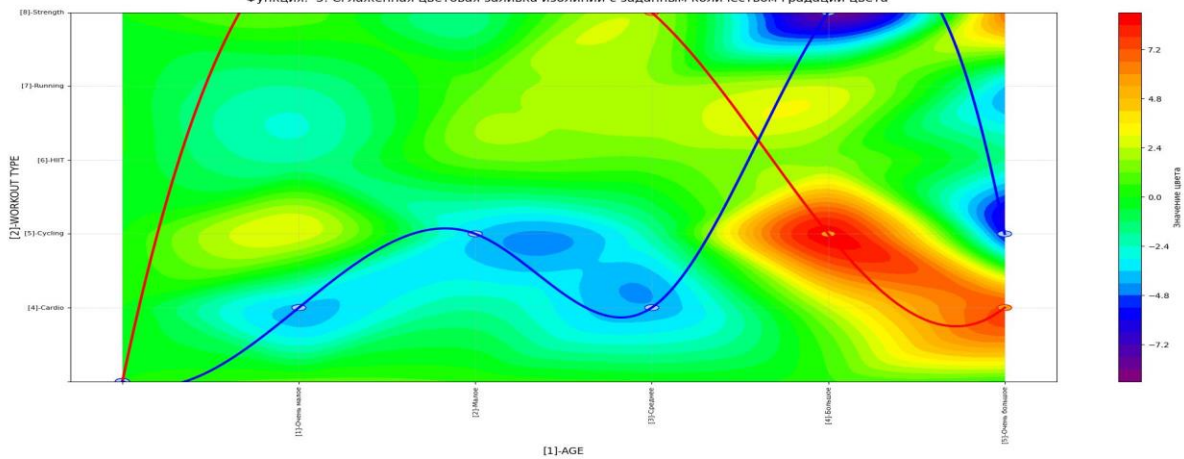
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ динамики физической активности пользователей по различным группам'
 Модель: '6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



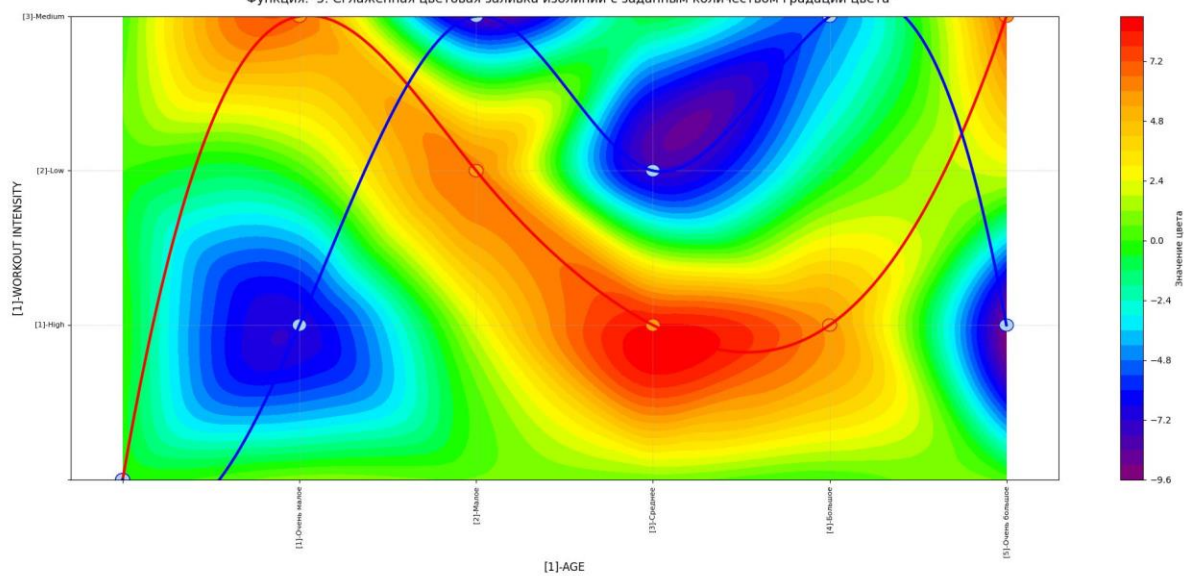
КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ динамики физической активности пользователей по различным группам'
 Модель: '6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



КОГНИТИВНАЯ ФУНКЦИЯ

Приложение: 'АСК-анализ динамики физической активности пользователей по различным группам'
 Модель: '6. INF3 - частный критерий: Хи-квадрат, разности между фактическими и ожидаемыми абс. частотами'
 Функция: '5. Сглаженная цветовая заливка изолиний с заданным количеством градаций цвета'



4.5. Визуализация когнитивных функций

Что такое когнитивная функция:

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

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

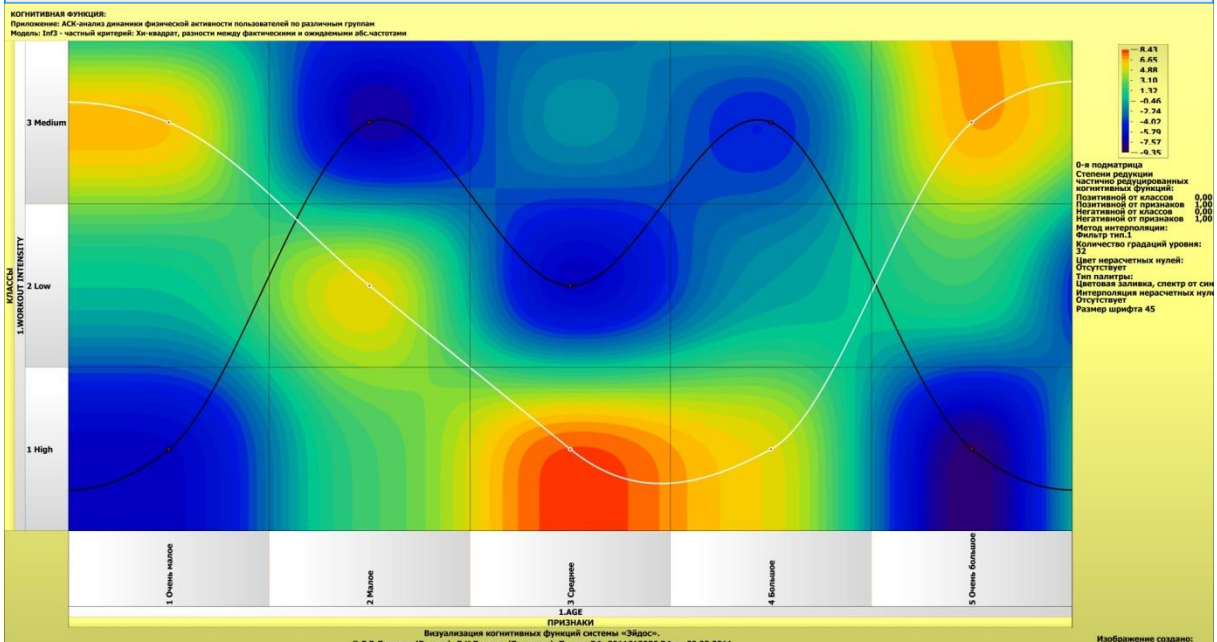
Задайте нужный режим:

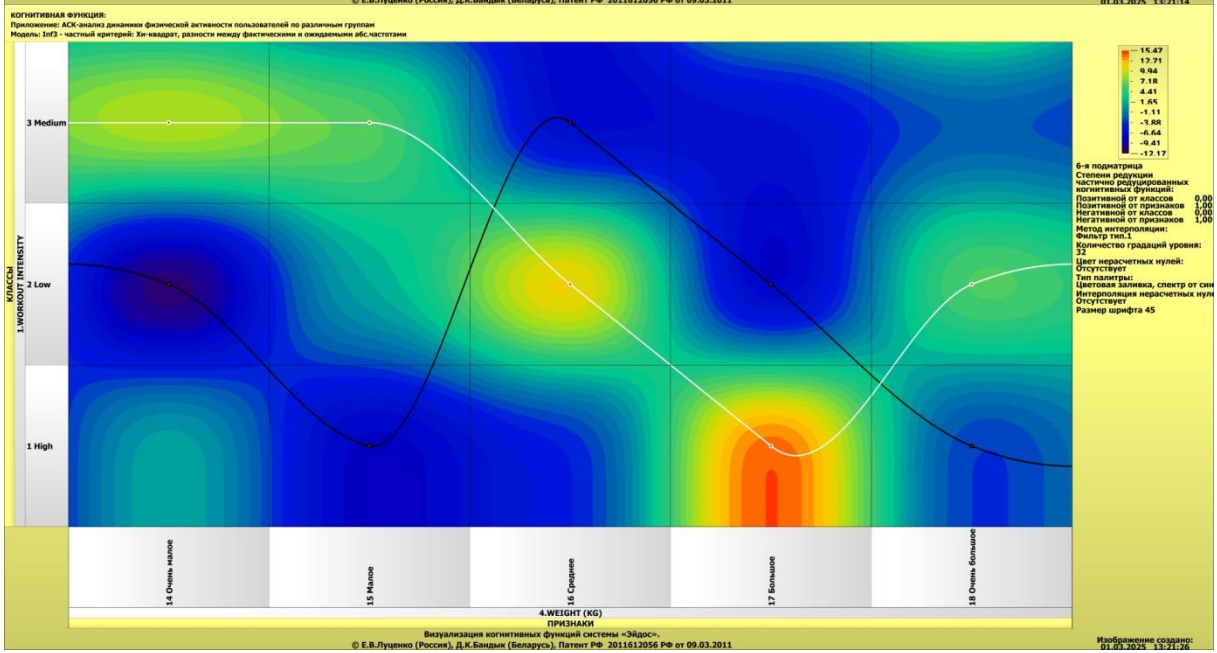
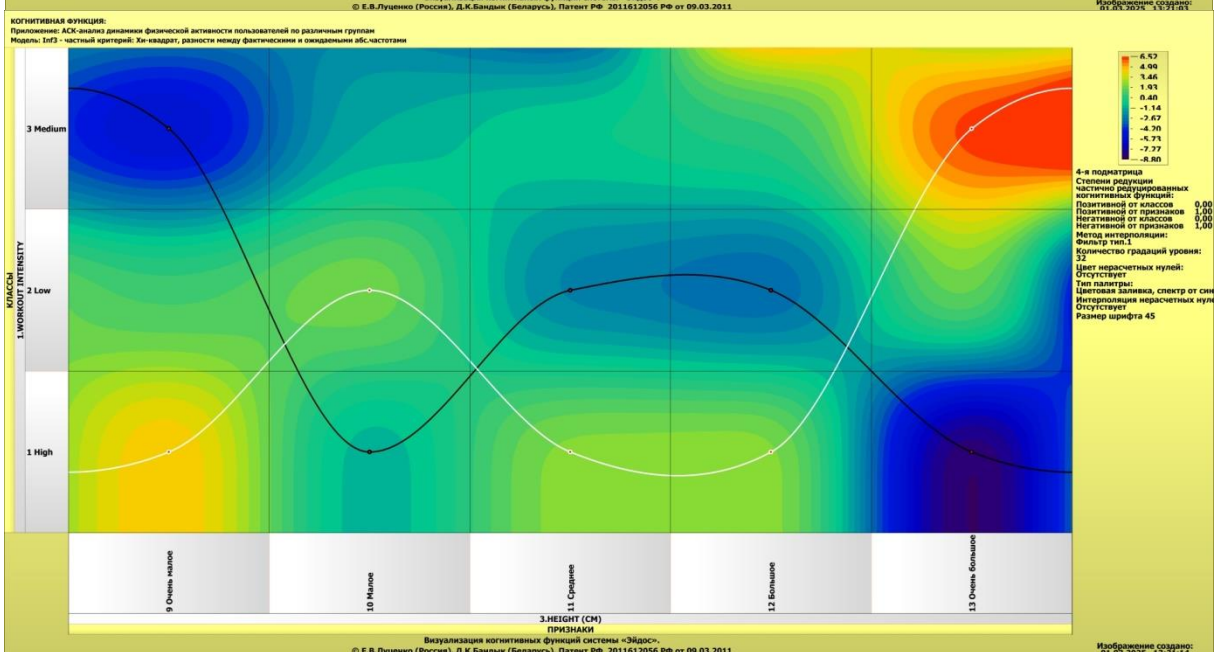
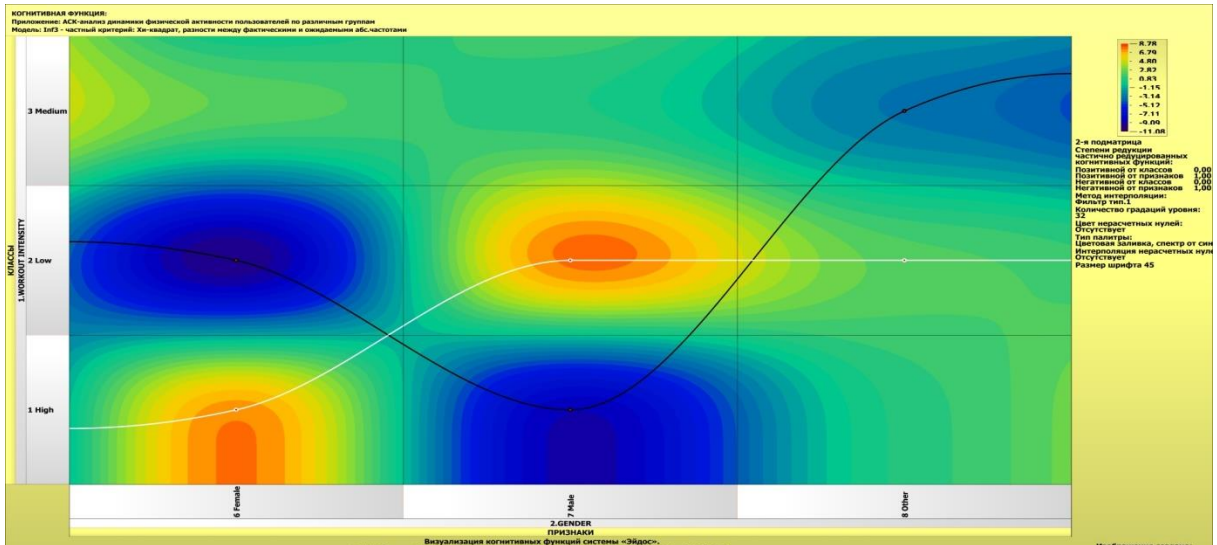
Визуализации когнитивных функций

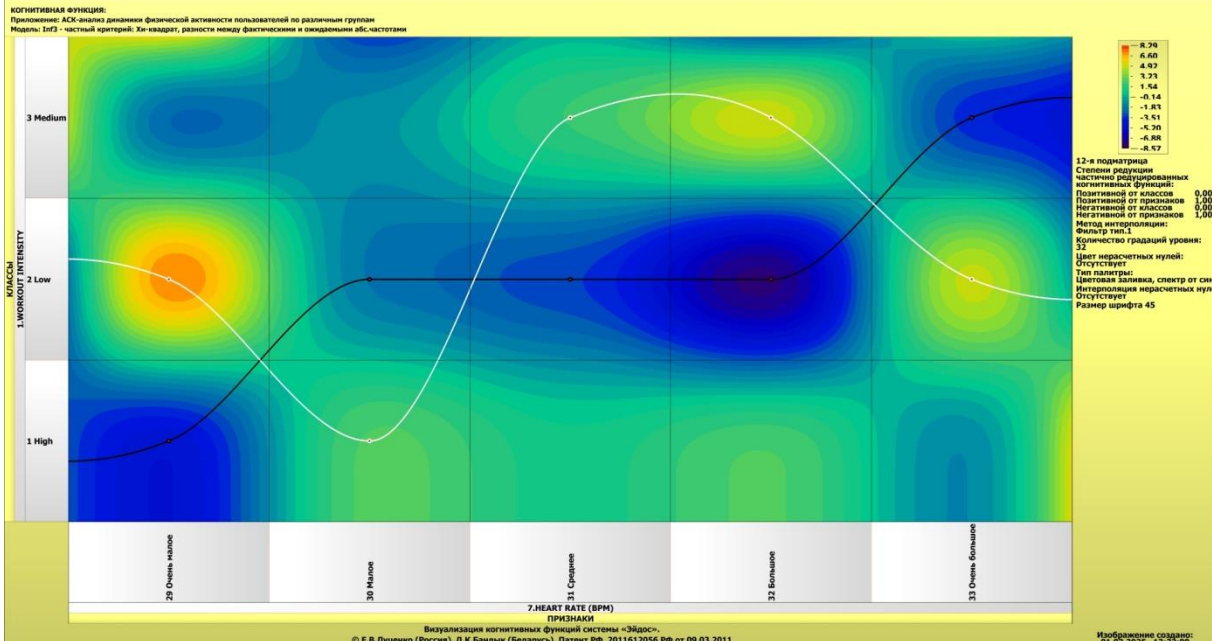
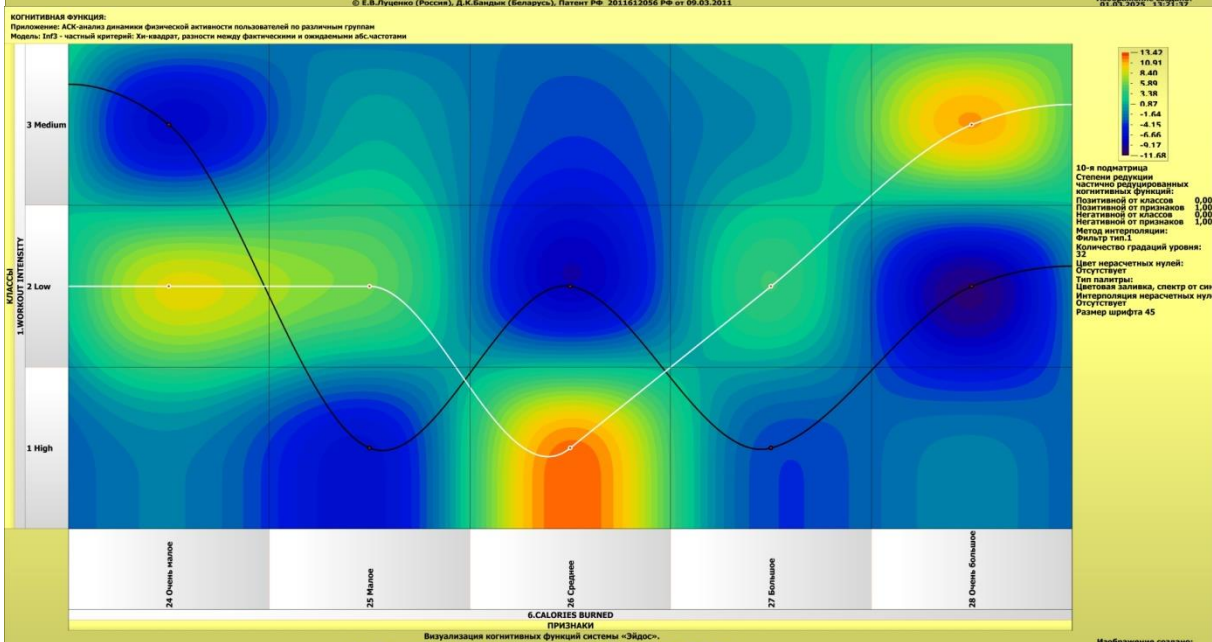
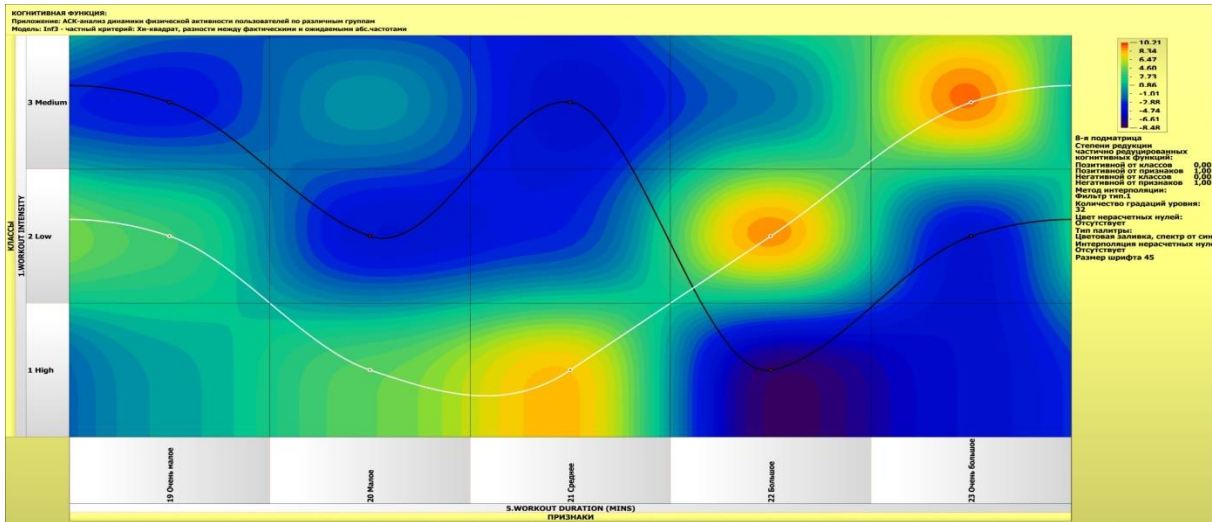
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

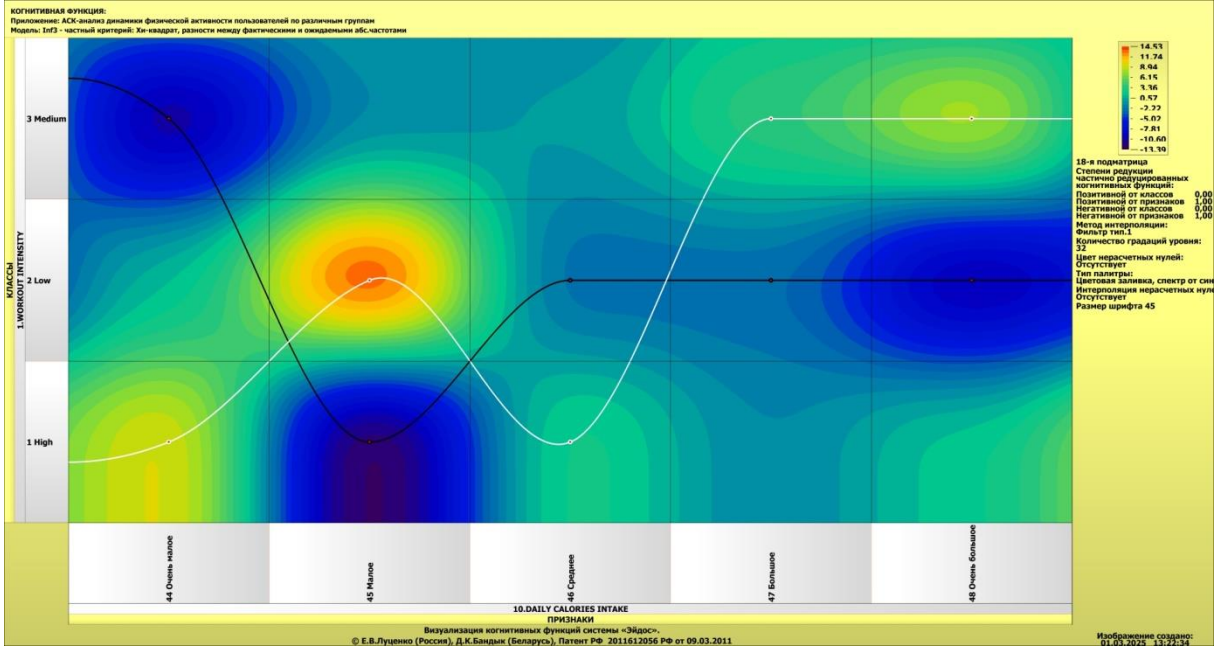
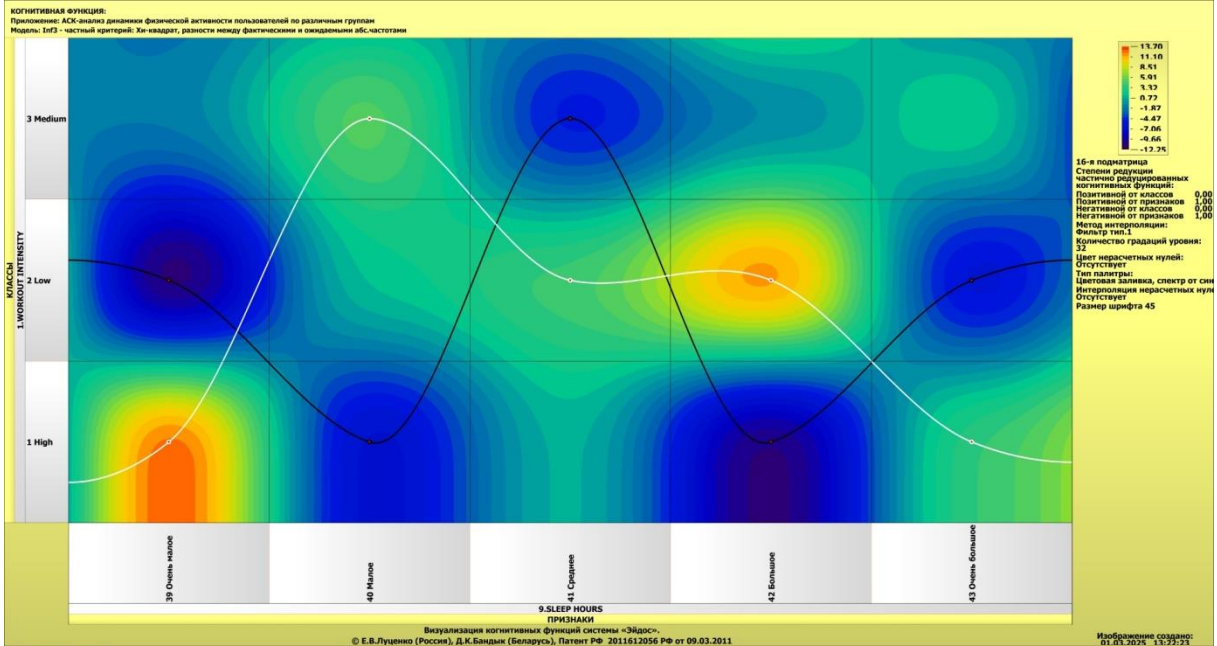
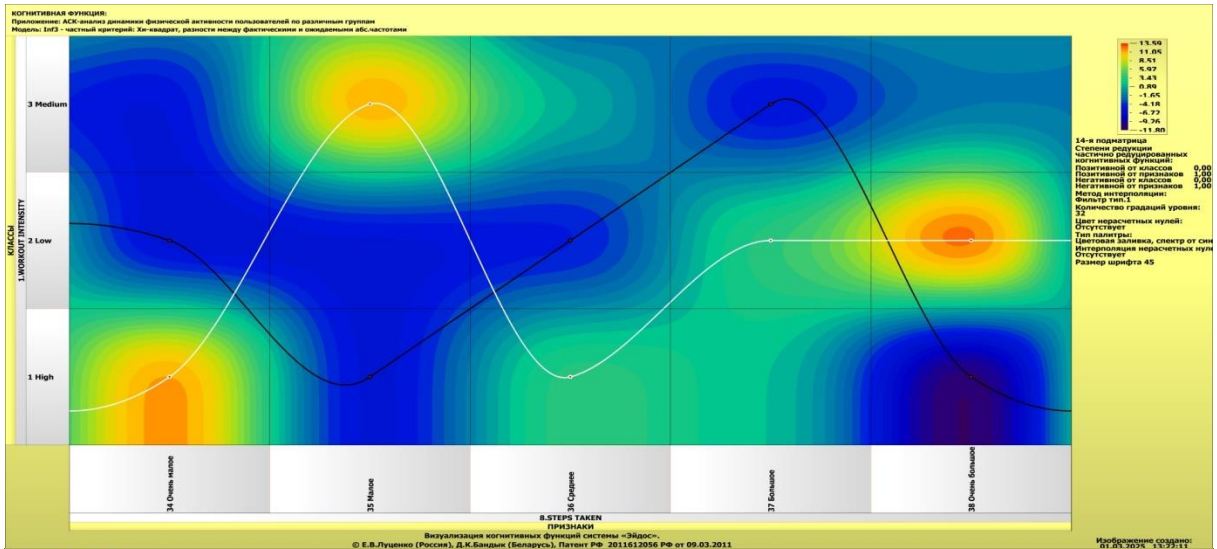
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям

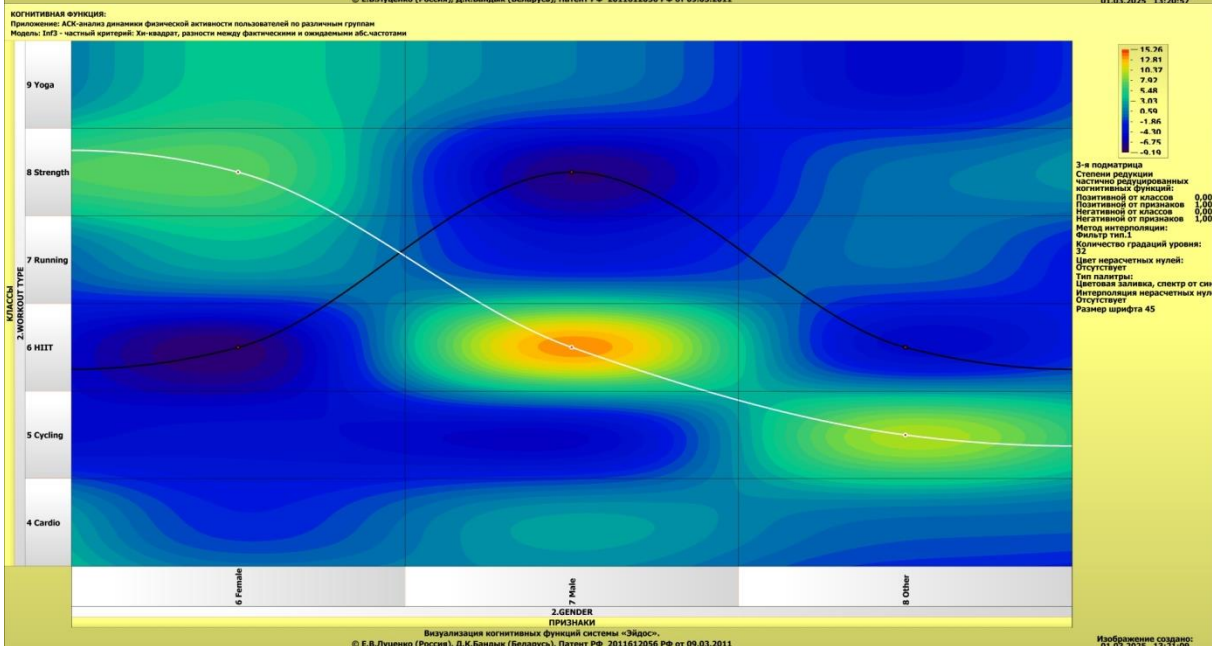
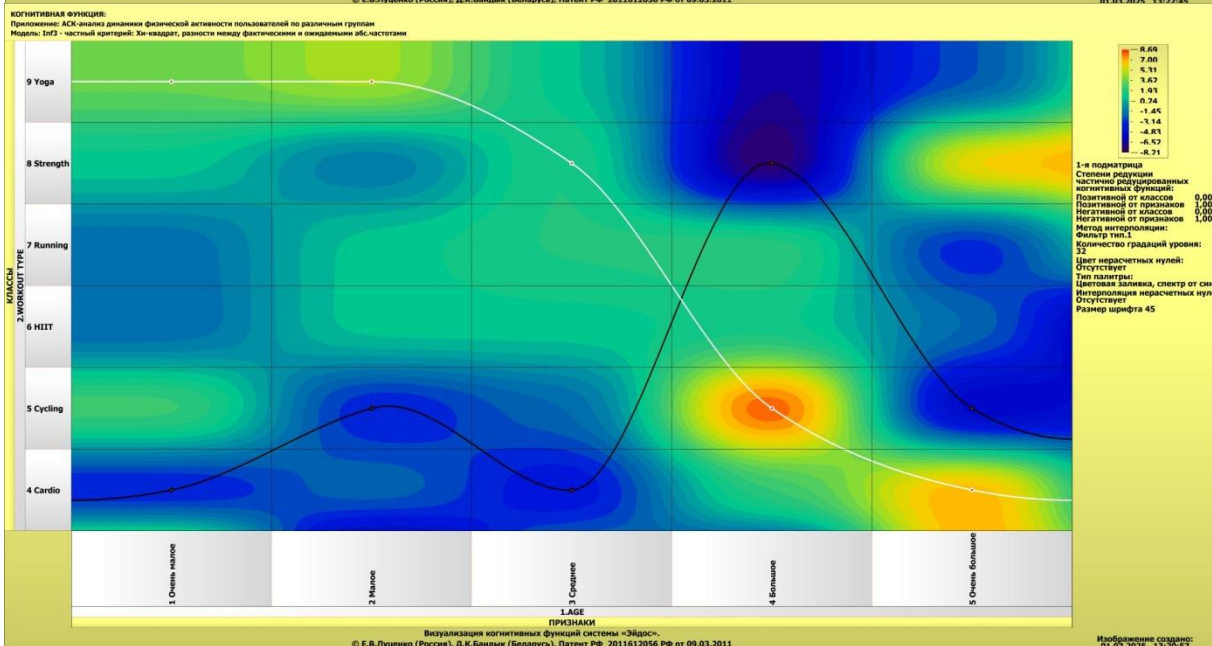
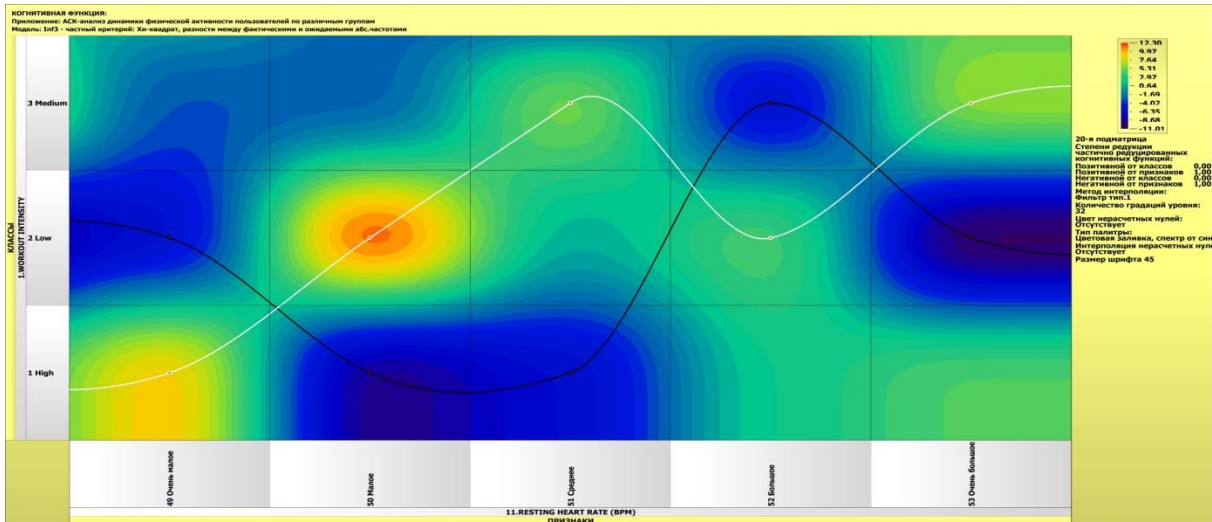
Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями

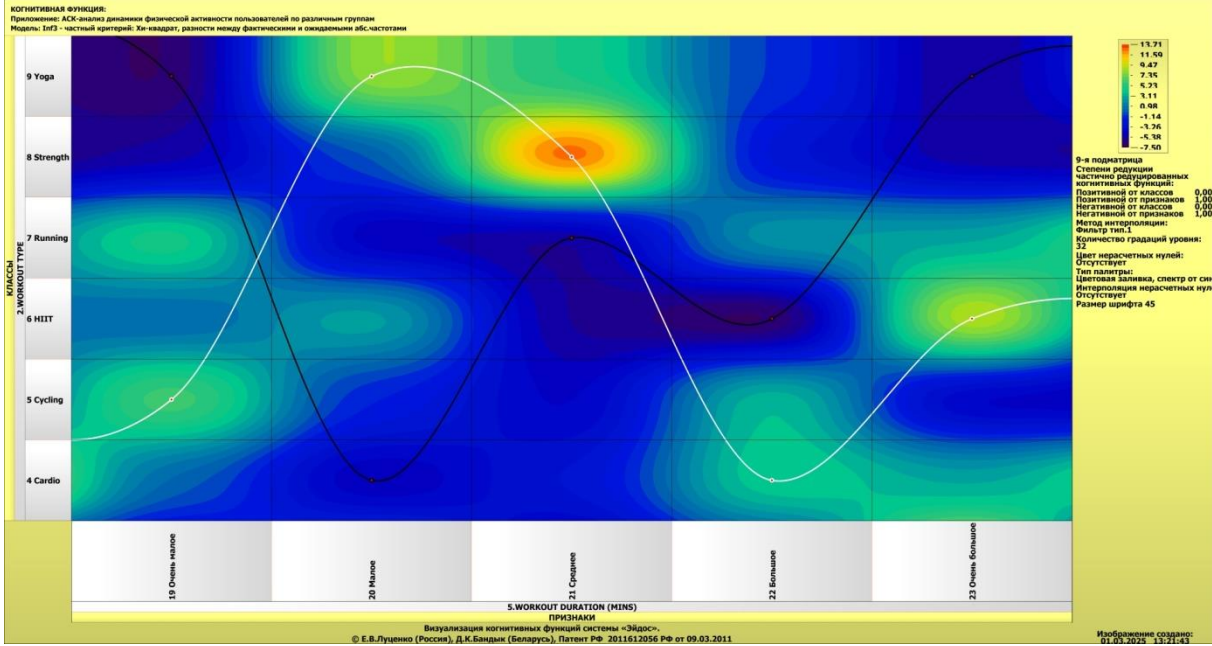
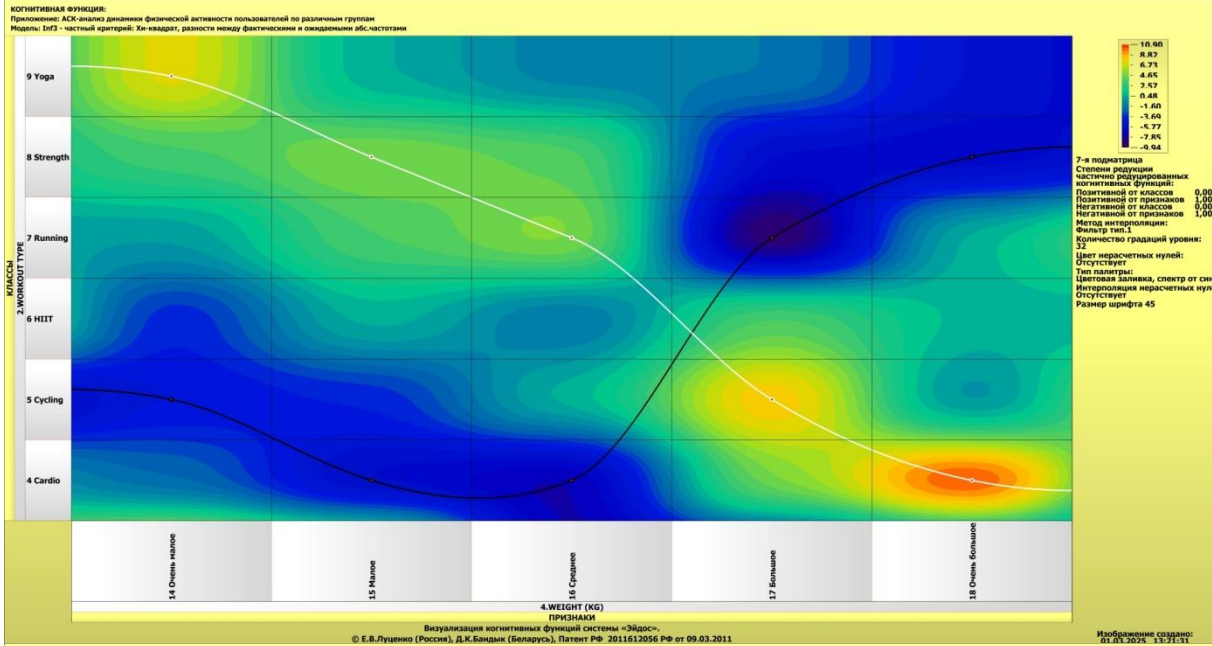
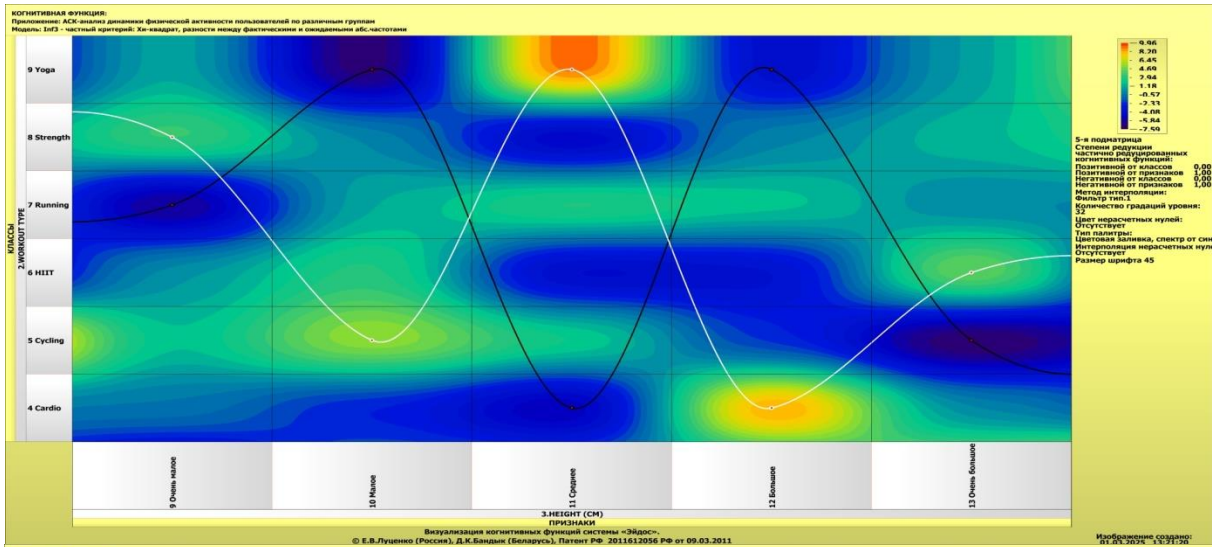


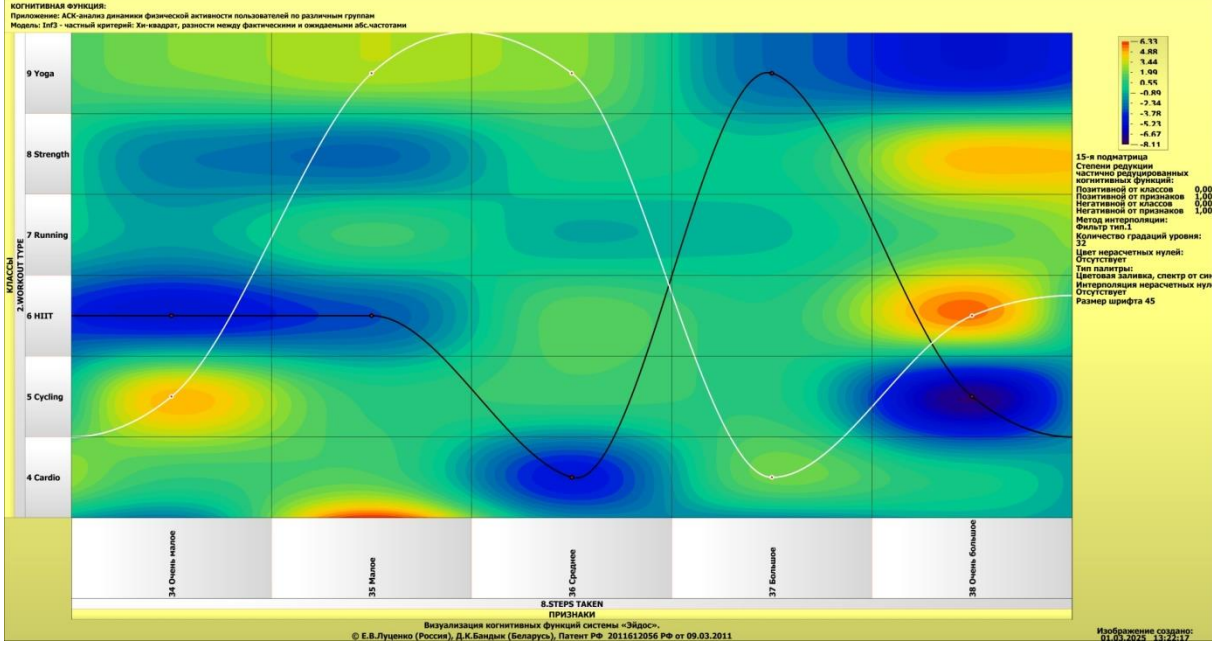
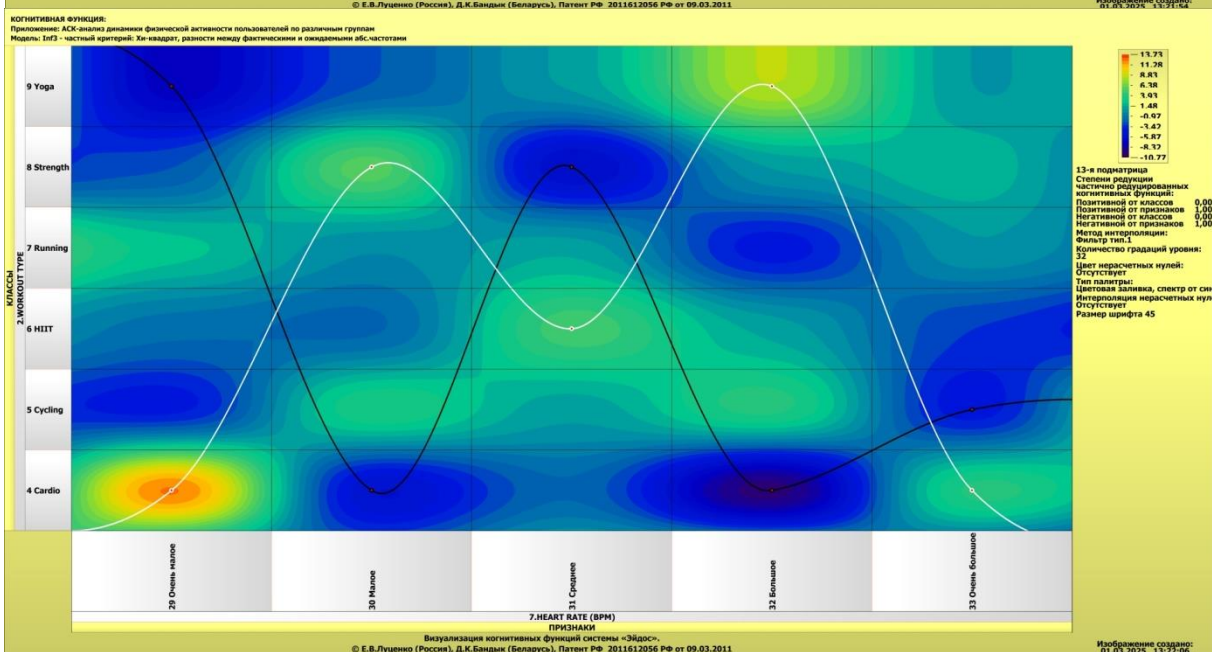
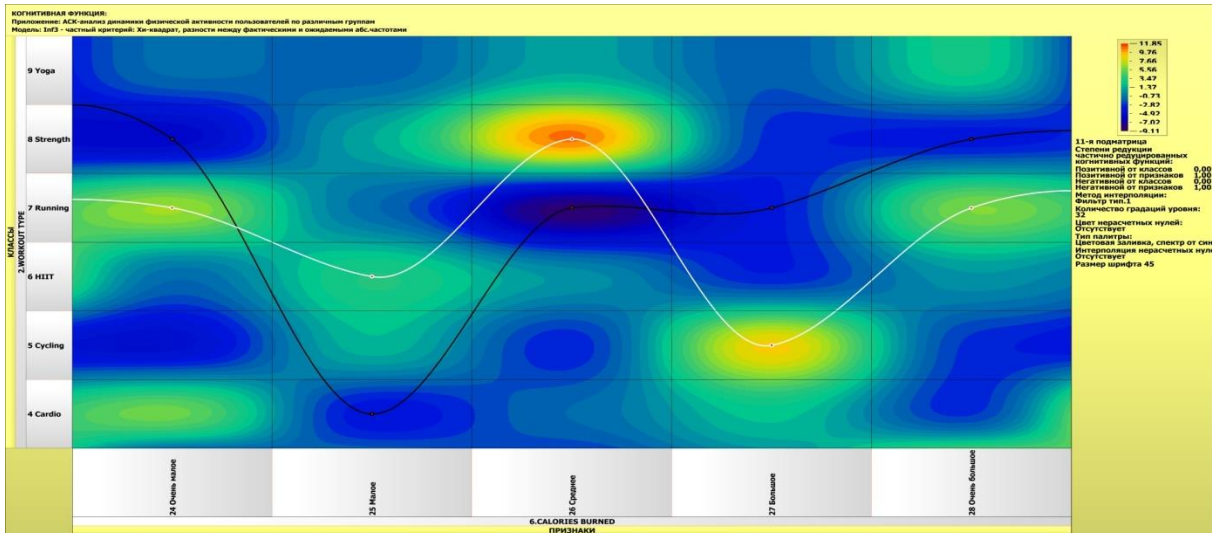












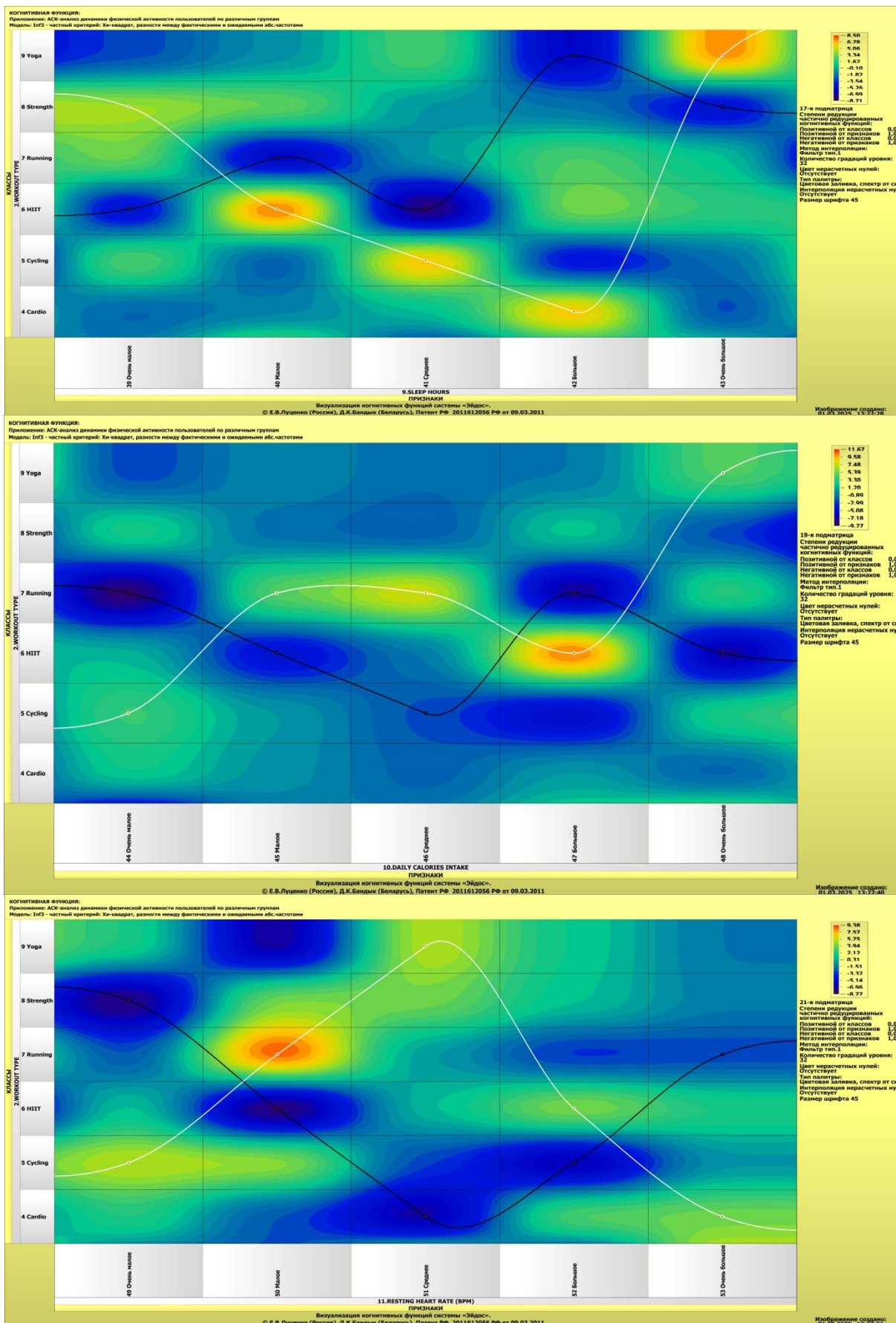


Рисунок 35. Примеры когнитивных функций в СК-модели INF3

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

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 37):

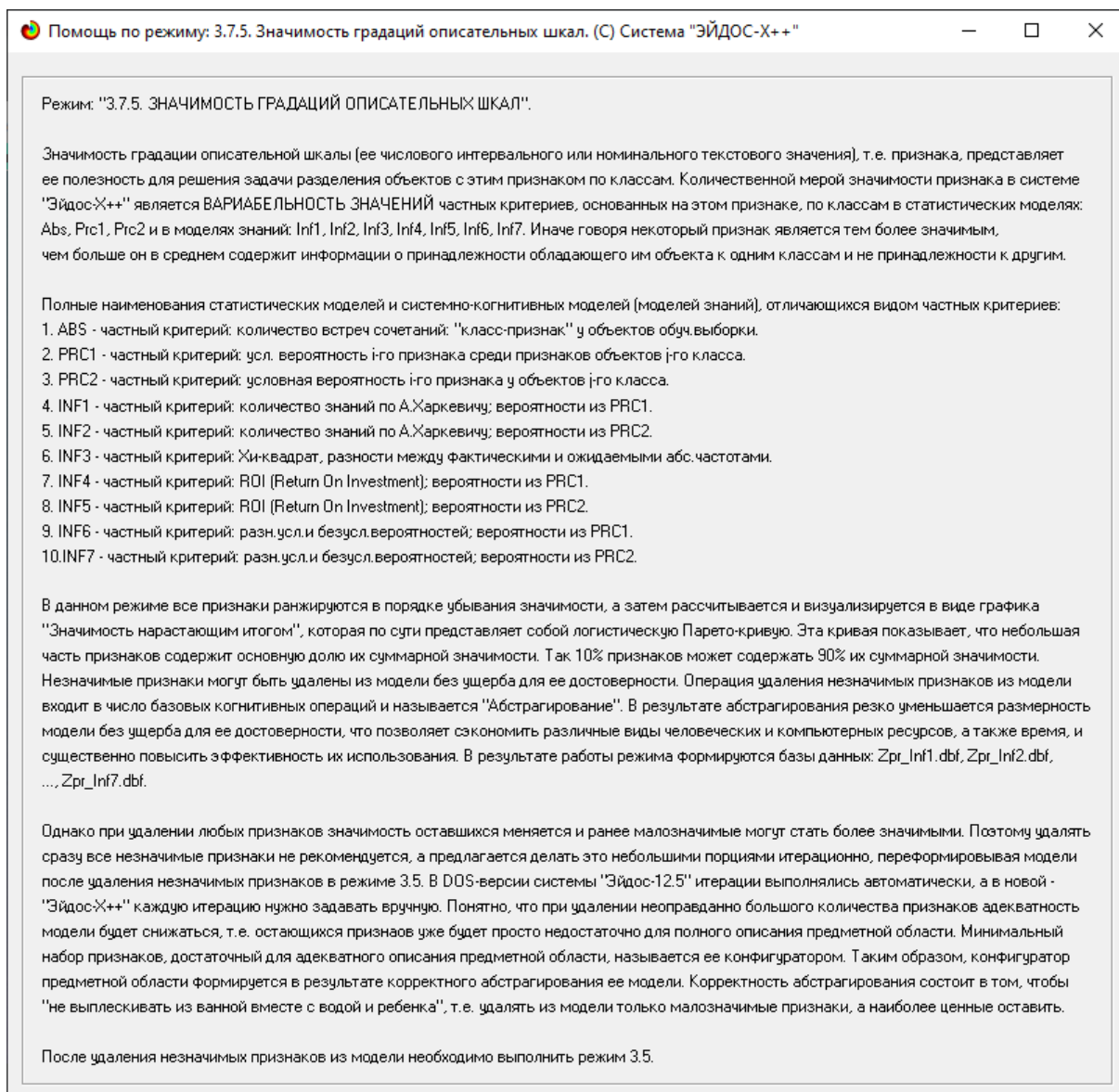


Рисунок 36. Help режима 3.7.5, поясняющий смысл значимости градаций описательных шкал

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.

На рисунке 38 приведена Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3:

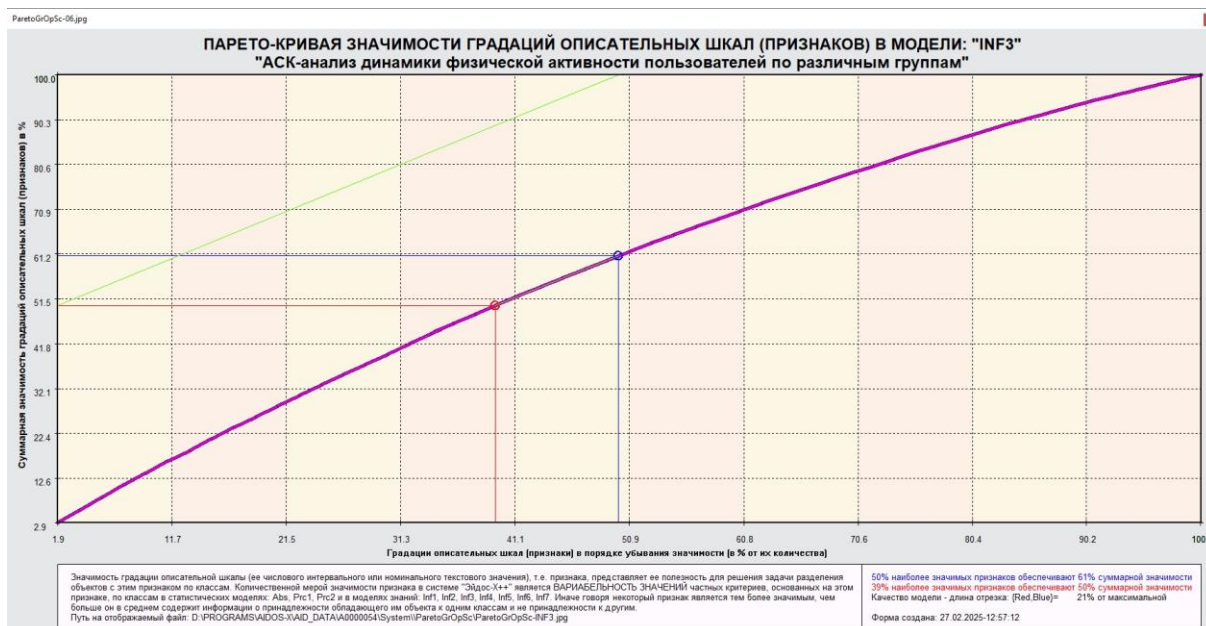


Рисунок 37. Парето-кривая силы влияния значений факторов на поведение объекта моделирования в СК-модели INF3

Из рисунка 38 видно, что 43% наиболее ценных значений факторов обеспечивает половину суммарного влияния всех значений факторов, а половина наиболее ценных значений факторов обеспечивает 58% суммарного влияния. На рисунке 39 система «Эйдос» привела рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей. Кроме того на этом рисунке приведены имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в разных моделях.

В таблице 16 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 38. Из таблицы 16 видно, какую долю от суммарного влияния на переход объекта моделирования в будущее состояния, соответствующие классам, имеет каждое значение каждого фактора.

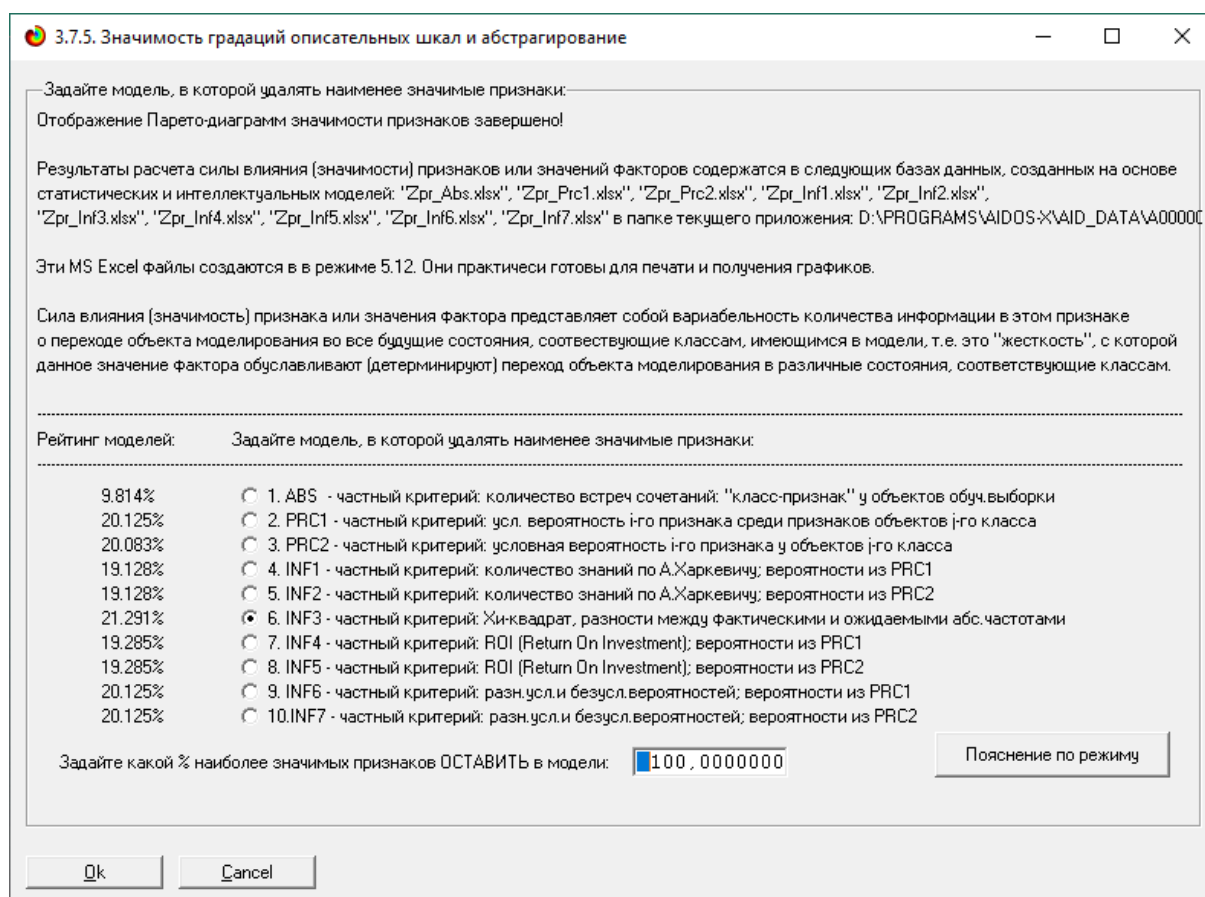


Рисунок 38. Рейтинг качества статистических и системно-когнитивных моделей и имена Excel-файлов с информацией о силе и направлении влияния значений факторов в этих моделях

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

№	№%	Код значения фактора	Наименование фактора и его значения	Кода фактора	Значимость, %	Значимость кумулятивно, %
46	86,7924528	30	HEIGHT (CM)-Очень малое	3	1,2988374	91,7679702
47	88,6792453	34	HEART RATE (BPM)-Малое	7	1,2947507	93,0627209
48	90,5660377	31	HEART RATE (BPM)-Очень большое	7	1,2667680	94,3294888
49	92,4528302	33	HEIGHT (CM)-Малое	3	1,2613037	95,5907925
50	94,3396226	47	HEART RATE (BPM)-Среднее	7	1,1823082	96,7731006
51	96,2264151	20	DAILY CALORIES INTAKE-Среднее	10	1,1703752	97,9434758
52	98,1132075	38	STEPS TAKEN-Среднее	8	1,0795354	99,0230113
53	100,0000000	36	STEPS TAKEN-Большое	8	0,9769887	100,0000000

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000055\System\Zpr_Inf3.xlsx

На экранной форме рисунка 40 приведены имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в разных моделях.

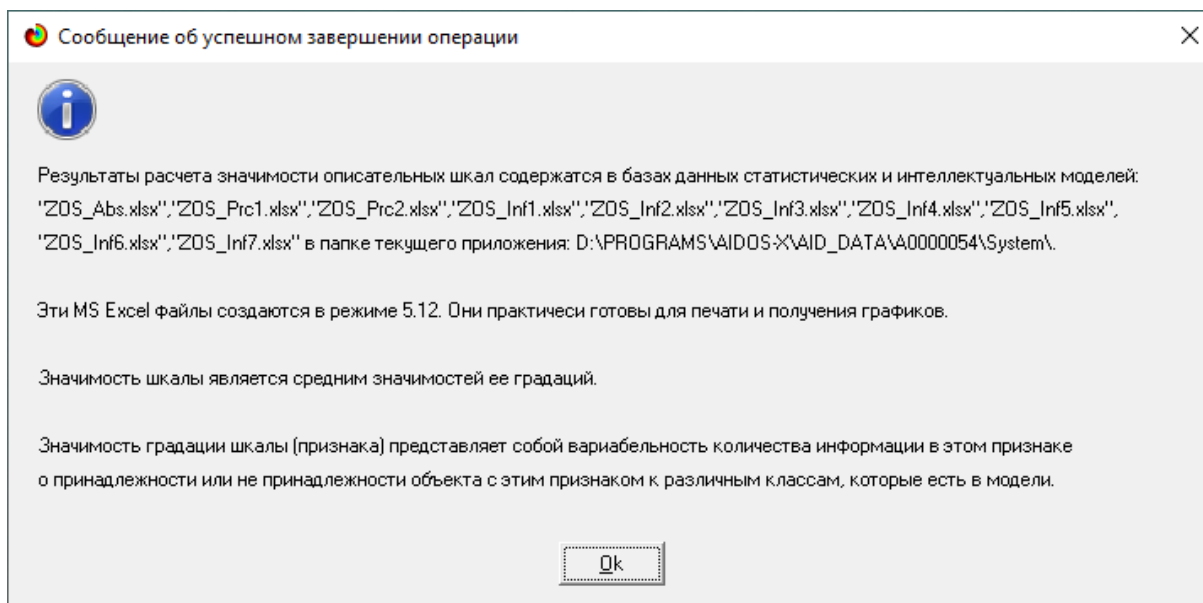


Рисунок 39. Имена Excel-файлов с информацией о силе влияния факторов в статистических и системно-когнитивных моделях

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

№	Код	Наименование фактора	Значимость фактора, %	Значимость фактора кумулятивно, %
1	2	GENDER	10,8363828	10,8363828
2	4	WEIGHT (KG)	10,6347885	21,4711712
3	6	CALORIES BURNED	9,7801201	31,2512913
4	10	DAILY CALORIES INTAKE	9,4937845	40,7450759
5	9	SLEEP HOURS	9,4812981	50,2263740
6	5	WORKOUT DURATION (MINS)	9,3659831	59,5923571
7	11	RESTING HEART RATE (BPM)	9,0888937	68,6812508
8	8	STEPS TAKEN	8,2411771	76,9224279
9	1	AGE	7,9921687	84,9145966
10	7	HEART RATE (BPM)	7,9636271	92,8782237

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000001\System\ZOS_Inf3.xlsx

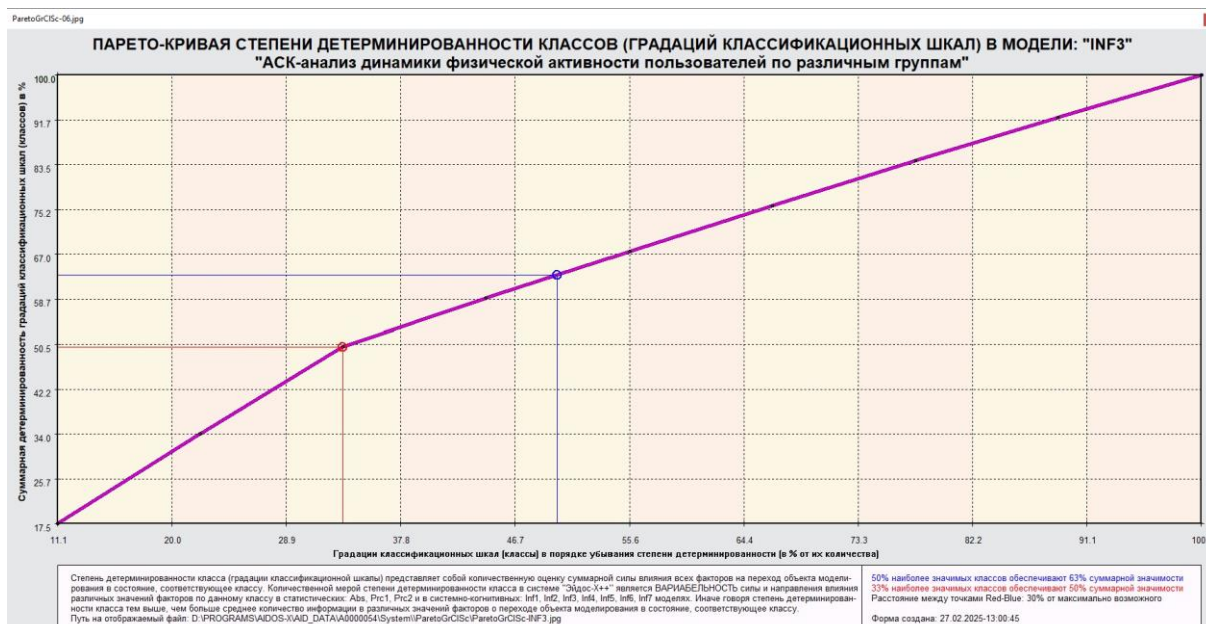
3.8.11. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

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

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

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

На рисунках 41 приведены экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос», содержащие информацию о степени детерминированности (обусловленности) состояний объекта моделирования действующими на него факторами:



Сообщение об успешном завершении операции

Результаты расчета значимости классификационных шкал содержатся в базах данных статистических и интеллектуальных моделей: "ZCS_Abs.xlsx", "ZCS_Prc1.xlsx", "ZCS_Prc2.xlsx", "ZCS_Inf1.xlsx", "ZCS_Inf2.xlsx", "ZCS_Inf3.xlsx", "ZCS_Inf4.xlsx", "ZCS_Inf5.xlsx", "ZCS_Inf6.xlsx", "ZCS_Inf7.xlsx" в папке текущего приложения: D:\PROGRAMS\AIDOS\AID_DATA\A0000054\System\.

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

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

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

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

Ok

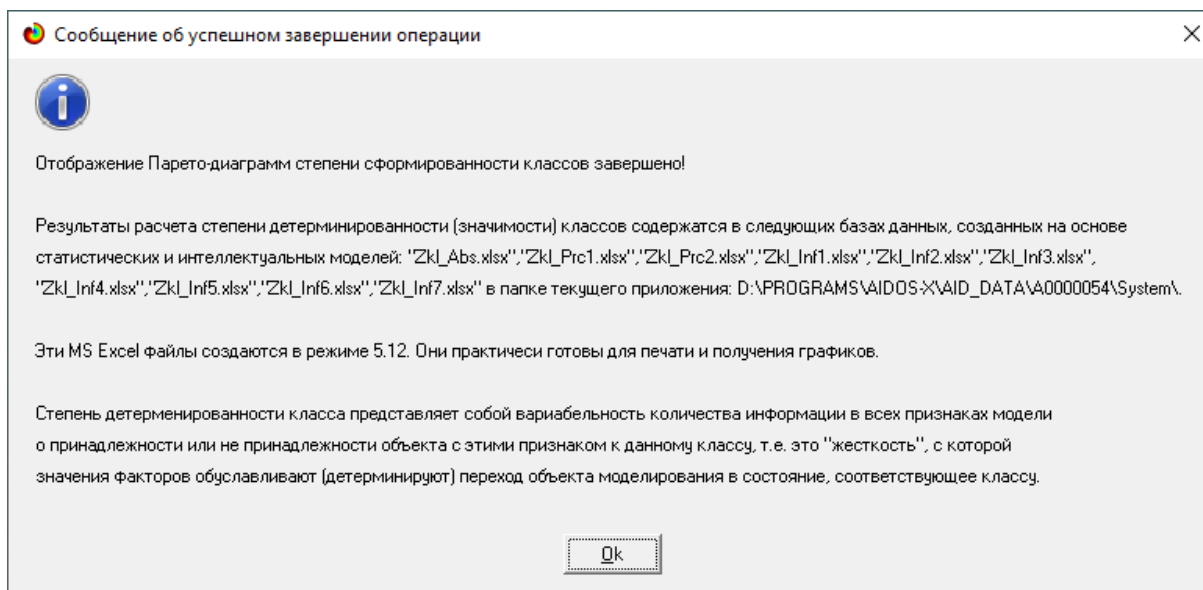


Рисунок 40. Экранные формы режимов 3.7.2 и 3.7.3 системы «Эйдос»

В таблице 18 представлены исходные данные для построения кумулятивной кривой на рисунке 41.

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, 33% наиболее жестко детерминированных классов суммарно обеспечивают примерно 50% степень детерминированности, а 50% суммарной детерминированности обеспечивают 63% наиболее жестко детерминированных классов.

Таблица 18 – Степень детерминированности классов в СК-модели INF3

№	Код	Наименование класса	Значимость, %	Значимость кумулятивно, %
1	2	WORKOUT INTENSITY-Low	17,4674675	17,4674675
2	3	WORKOUT INTENSITY-Medium	16,6166166	34,0840841
3	1	WORKOUT INTENSITY-High	15,9159159	50,0000000
4	9	WORKOUT TYPE-Yoga	8,9589590	58,9589590
5	6	WORKOUT TYPE-HIIT	8,6086086	67,5675676
6	4	WORKOUT TYPE-Cardio	8,3583584	75,9259259
7	7	WORKOUT TYPE-Running	8,3583584	84,2842843
8	5	WORKOUT TYPE-Cycling	8,0080080	92,2922923
9	8	WORKOUT TYPE-Strength	7,7077077	100,0000000

Источник: c:\Aidos-X\AID_DATA\A0000054\System\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.

4. DISCUSSION (ОБСУЖДЕНИЕ)

В результате проведенного исследования удалось достичь поставленной цели и решить задачу анализа динамики физической активности пользователей. Использование Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и программного обеспечения «Эйдос» позволило не только выявить ключевые закономерности поведения различных групп пользователей, но и представить их в виде наглядных моделей, которые могут быть применены для прогнозирования и принятия решений. Полученные результаты подтвердили согласованность с ранее проведенными исследованиями, однако применение АСК-анализа существенно расширило возможности изучения взаимосвязей между факторами, влияющими на уровень физической активности.

Методология АСК-анализа продемонстрировала свою эффективность в создании универсального подхода к моделированию динамики физической активности. Созданные модели позволяют учитывать как качественные характеристики пользователей — возраст, пол, начальную физическую форму, предпочтения в формате занятий, — так и количественные показатели, такие как частота тренировок, продолжительность нагрузки и степень мотивации. Такой комплексный подход делает модели гибкими и применимыми для анализа различных групп населения, что особенно важно при разработке персонализированных программ стимулирования активности.

Помимо этого, использование системно-когнитивных моделей позволяет решать широкий спектр задач: от прогнозирования изменений уровня физической активности до оптимизации программ и оценки их эффективности. Это открывает новые горизонты для организаций, занимающихся развитием здорового образа жизни, предоставляя им инструменты для создания более точных и целенаправленных стратегий.

Дальнейшее развитие исследований может быть направлено на расширение объема исходных данных, что позволит учесть дополнительные факторы, влияющие на динамику физической активности. Например, можно углубиться в анализ сезонных изменений, психологических особенностей пользователей, экономических условий и доступности спортивной инфраструктуры. Интеграция технологических аспектов, таких как использование мобильных приложений или носимых устройств, также может существенно обогатить картину процесса формирования активности.

Особое внимание стоит уделить оценке экономической эффективности программ. Включение стоимостных показателей, таких как затраты на реализацию мероприятий, доходы от участия пользователей и экономический эффект для общества, поможет оценить не только прямые результаты вовлечения людей в активность, но и общую выгоду от проведения подобных инициатив. Мультикритериальный подход к анализу взаимосвязей между различными группами факторов — социальными, психологическими, экономическими — позволит создать более полное понимание процесса формирования физической активности и разработать комплексные рекомендации для организаторов программ.

Таким образом, применение АСК-анализа и системы «Эйдос» демонстрирует значительный потенциал для дальнейших исследований в области динамики физической активности. Эти методы не только помогают глубже понять сложные механизмы взаимодействия факторов, но и обеспечивают практические решения для развития программ, направленных на улучшение качества жизни и здоровья населения. Результаты исследования имеют ценность как для научных кругов, так и для практических применений в здравоохранении, спорте и социальной политике.

5. CONCLUSIONS (ВЫВОДЫ)

В современных условиях, когда вопросы здорового образа жизни и физической активности становятся все более значимыми, возникает необходимость в разработке эффективных программ, учитывающих особенности различных групп населения. Однако успешность таких программ может быть ограничена множеством факторов: от возрастных и гендерных характеристик до сезонных изменений и индивидуальных предпочтений участников. Традиционные методы анализа уже продемонстрировали свою эффективность, указав на важность учета индивидуальных особенностей для повышения мотивации к регулярным занятиям спортом. Тем не менее, различные группы пользователей реагируют на одни и те же стимулы по-разному, что требует более глубокого понимания взаимосвязей между факторами.

В данной работе предлагается применение Автоматизированного системно-когнитивного анализа (АСК-анализ) и его программного обеспечения — интеллектуальной системы «Эйдос» — для изучения динамики физической активности пользователей в разных группах. Исследование сопровождается подробным численным примером, который наглядно демонстрирует возможности АСК-анализа. Этот пример включает множество табличных и графических форм представления данных, позволяющих не только обучаться применению методологии, но и формулировать практические рекомендации для создания более эффективных программ стимулирования активности.

Особенностью рассматриваемой задачи является сочетание качественных (лингвистических) переменных, таких как возрастная группа, пол или предпочитаемый формат тренировок, с количественными параметрами, выраженными в различных единицах измерения (например, частота тренировок, продолжительность нагрузки). Для решения этой задачи АСК-анализ предлагает уникальный подход к построению гибридных моделей, которые могут объединять текстовые и числовые данные в одном анализе. Сопоставимость данных разных типов достигается через процедуру метризации номинальных шкал, то есть преобразования категорий в числовые значения на основе их информационной емкости. Это позволяет оценить влияние каждого фактора на уровень физической активности пользователя.

В рамках статьи представлен краткий обзор методологии АСК-анализа и функционала интеллектуальной системы «Эйдос». Эти инструменты обеспечивают возможность глубокого анализа сложных зависимостей между множеством факторов и уровнем физической активности, а также помогают разрабатывать персонализированные стратегии для разных групп пользователей. Результаты такого анализа могут быть использованы как для научных исследований, так и для практических решений в области организации программ здорового образа жизни.

REFERENCES (ЛИТЕРАТУРА)

1. Луценко, Е. В. Исследование влияния подсистем различных уровней иерархии на эмерджентные свойства системы в целом с применением АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос" (микроструктура системы как фактор управления ее макросвойствами) / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2012. – № 75. – С. 321-363. – EDN OOSCAV.
2. Луценко, Е. В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами : (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем) / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2002. – 605 с. – ISBN 5-94672-020-1. – EDN OCZFHC.
3. Орлов, А. И. Системная нечеткая интервальная математика / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 600 с. – ISBN 978-5-94672-757-0. – EDN RZJXZZ.
4. Работы проф.Е.В.Луценко по информационным мерам уровня системности (коэффициентам эмерджентности) и системному обобщению математики http://lc.kubagro.ru/aidos/Work_on_emergence.htm
5. Сайт Е.В.Луценко: <http://lc.kubagro.ru/>.
6. Страница Е.В.Луценко в РесечГейт <https://www.researchgate.net/profile/Eugene-Lutsenko>
7. Страница Е.В.Луценко в РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=123162.
8. Луценко, Е. В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в

системно-когнитивном анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 92. – С. 61-71. – EDN RNEGHR.

9. Луценко, Е. В. Инвариантное относительно объемов данных нечеткое мультиклассовое обобщение F-меры достоверности моделей Ван Ризбергера в АСК-анализе и системе "Эйдос" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 126. – С. 1-32. – DOI 10.21515/1990-4665-126-001. – EDN XXXBDV.

10. Луценко, Е. В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы "Эйдос-X++" / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 101. – С. 1367-1409. – EDN SZVWRV.

11. Луценко, Е. В. Сценарный и спектральный автоматизированный системно-когнитивный анализ / Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2021. – 288 с. – DOI 10.13140/RG.2.2.22981.37608. – EDN ZQLITW.

12. Орлов, А. И. Анализ данных, информации и знаний в системной нечеткой интервальной математике / А. И. Орлов, Е. В. Луценко. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, 2022. – 405 с. – ISBN 978-5-907550-62-9. – DOI 10.13140/RG.2.2.15688.44802. – EDN OQULUW.

13. Луценко, Е. В. Автоматизация функционально-стоимостного анализа и метода "Директ-костинг" на основе АСК-анализа и системы "Эйдос" (автоматизация управления натуральной и финансовой эффективностью затрат без содержательных технологических и финансово-экономических расчетов на основе информационных и когнитивных технологий и теории управления) / 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 OIGYVB.

17. Луценко, Е. В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 1-60. – DOI 10.21515/1990-4665-127-001. – EDN YLZTMX.

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

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

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

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

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

23. Луценко, Е. В. Системы представления и приобретения знаний / Е. В. Луценко, В. И. Лойко, В. Н. Лаптев. – Краснодар : Экоинвест, 2018. – 513 с. – ISBN 978-5-94215-415-8. – EDN UZZBLC.

24. Луценко, Е. В. Проблемы и перспективы теории и методологии научного познания и автоматизированный системно-когнитивный анализ как автоматизированный метод научного познания, обеспечивающий содержательное феноменологическое моделирование / Е. В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 127. – С. 1-60. – DOI 10.21515/1990-4665-127-001. – EDN YLZTMX.

25. Влияние сроков применения борной кислоты на генеративную деятельность косточковых культур / Т. Н. Дорошенко, Л. Г. Рязанова, Н. В. Захарчук, Д. В. Максимцов // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2016. – № 41(5). – С. 121-130. – EDN WKBFHT, <https://journalkubansad.ru/pdf/16/05/12.pdf>

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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