

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра информационных образовательных технологий

КУРСОВАЯ РАБОТА

Тема

**АСК-анализ зависимости учебных достижений учащихся
от характеристик их почерка (по данным МБОУ СОШ №2 г. Темрюка)**

Работу выполнила _____ Д.А.Мурадян
(подпись, дата)

Факультет математики и компьютерных наук курс 3

Направление 44.03.05 Педагогическое образование

Научный _____ Е.В.Луценко
руководитель (подпись, дата)
д.э.н., к.т.н., профессор

Нормоконтролер _____
канд. пед. наук, доцент (подпись, дата)

Краснодар 2020

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМА, ГИПОТЕЗА, ЦЕЛЬ, МЕТОД, ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ	3
1.1. Краткое обоснование выбора метода исследования	5
1.2. Задачи исследования	7
2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ	8
Задача 1. Когнитивная структуризация и формализация предметной области;.....	8
Задача-2. Синтез и верификация моделей.....	13
2.1. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей (многопараметрическая типизация), частные критерии знаний	13
2.2. Верификация моделей	14
Задача-3. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ СИСТЕМНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ, ИНТЕГРАЛЬНЫЕ КРИТЕРИИ	17
Задача-4. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ (РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ТИПИЗАЦИИ КЛАССОВ).....	20
4.1. SWOT-анализ классов	20
4.2. Инвертированные SWOT-диаграммы характеристик почерка.....	23
Задача-5. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИРУЕМОЙ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПУТЕМ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕЕ МОДЕЛИ	23
5.1. Кластерно-конструктивный анализ классов	23
5.2. Кластерно-конструктивный анализ признаков почерка	25
5.3. Нелокальные нейроны	27
5.4. Нелокальная нейронная сеть	30
5.5. 3D-интегральные когнитивные карты	32
5.6. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов	34
5.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения признаков почерка	36
5.8. Когнитивные функции	37
5.9. Значимость факторов и их значений.....	43
5.10. Степень детерминированности классов и классификационных шкал.....	46
3. ВЫВОДЫ	47
ЛИТЕРАТУРА	48

1. ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ, ПРОБЛЕМА, ГИПОТЕЗА, ЦЕЛЬ, МЕТОД, ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются ученики 10 класса.

Предметом исследования является влияние почерка учеников на их учебные достижения по математике.

Традиционно на практике не используется информация прогнозного характера о возможных учебных достижениях школьников по различным дисциплинам. А между тем в ряде случаев возможность использования подобной прогнозной информации в качестве дополнительной для принятия решений была бы весьма желательной.

Гипотеза: в данной работе предлагается разрабатывать подобные прогнозы на основе анализа генотипа ученика по косвенным признакам, на которые он также влияет, как и на учебные достижения, т.е. по признакам почерка. Лучшим будем считать генотип, детерминирующий наивысшие учебные достижения. Здесь конечно возникает вопрос о том, насколько конституционные психологические качества учеников, детерминируемые геномом, являются благоприятными для освоения различных учебных дисциплин.

Однако чтобы получить подобную прогнозную информацию обычно необходимо провести достаточно трудоемкие дополнительные опросы или психологические тестовые испытания учащихся, что проблематично с юридической точки зрения, кроме того, отсутствуют или практически недоступны необходимые для этого локализованные и адаптированные методики и программный инструментарий.

Исследования на уровне генома, которые также могли бы дать информацию о том, какие конкретно гены или их сочетания детерминируют высокие учебные достижения учеников по тем или иным дисциплинам, весьма дороги, трудоемки, требуют очень высокого уровня квалификации исследователей, значительного времени и первоклассного оборудования. Все это делает весьма проблематичным и даже практически невозможным проведение подобных исследований в наших условиях.

Проблема состоит в том, что с одной стороны желательно иметь прогнозную информацию о возможных учебных достижениях будущих абитуриентов по различным дисциплинам, а с другой стороны нет доступных на практике методик и инструментальных средств, которые обеспечивают получение такой информации. В работе данная проблема решается путем разработки методики, обеспечивающей на основе непосредственно-наблюдаемых признаков почерка учащихся прогнозирование их учебных достижений.

Идея решения проблемы состоит в том, что генотип ученика детерминирует не только его учебные достижения, но и непосредственно внешне наблюдаемые признаки почерка, поэтому между учебными

достижениями и признаками почерка должна быть взаимосвязь (рисунок 1).

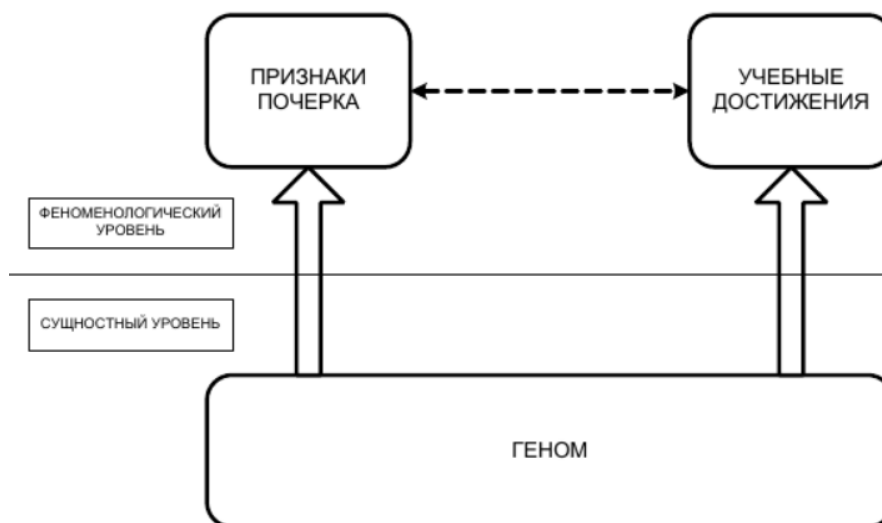


Рисунок 1. Принципиальная схема детерминации феноменологических свойств учащегося его конституционными качествами

Предполагается, что, зная эту взаимосвязь, обозначенную на рисунке 1 пунктирной линией, по признакам почерка учащегося можно судить не только о его генотипе, но и его потенциальных учебных достижениях. Признаки почерка устанавливаются непосредственно визуально и их оценка несопоставимо проще, чем непосредственное исследование генотипа.

Предлагается выявить зависимости между учебными достижениями учащихся и особенностями (признаками) их почерка, а затем по непосредственно-наблюдаемым признакам косвенно оценивать, т.е. по сути, измерять, предрасположенность учащегося к тем или иным учебным достижениям при изучении различных учебных дисциплин. Безусловно, косвенные измерения всегда имеют определенную погрешность, которую необходимо знать и уметь контролировать в каждом конкретном прогнозе.

Правда необходимо отметить, что на признаки почерка, кроме генотипа учащегося, по-видимому, могут оказывать влияние также и другие факторы, например, текущее психофизиологическое и эмоциональное состояние учащегося, зависящее от степени комфортности-экстремальности обстановки, в которой производилась запись. Эти внешние факторы можно разделить на две основные группы по степени их зависимости от воли человека:

1 Факторы окружающей среды, которые практически не зависят от человека.

2 Технологические факторы самого учебного процесса, связанные с использованием различных учебно-образовательных технологий, которые во многом зависят от человека.

Цель исследования: выявление зависимостей между особенностями почерка учащихся и их учебными достижениями по дисциплинам, изучаемым в МБОУ СОШ №2, и, на основе этого, разработка методики прогнозирования учебных достижений и предоставления дополнительной информации для принятия решений о дальнейшем поступлении и выборе специализации.

1.1. Краткое обоснование выбора метода исследования

В качестве метода исследования, решения проблемы и достижения цели предлагается применить новый новационный¹ метод искусственного интеллекта: Автоматизированный системно-когнитивный анализ (АСК-анализ).

Основной причиной выбора АСК-анализа является то, что он включает теорию и метод количественного выявления в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных типах шкал и единицах измерения.

Очень важным является также то, что АСК-анализ имеет свой развитый и доступный программный инструментарий, в качестве которого в настоящее время выступает Универсальная когнитивная аналитическая система «Эйдос».

Существует много систем искусственного интеллекта, но система «Эйдос» отличается от них следующими параметрами:

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

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

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

- обеспечивает устойчивое выявление в сопоставимой форме силы и направления причинно-следственных зависимостей в неполных зашумленных взаимозависимых (нелинейных) данных очень большой размерности числовой и не числовой природы, измеряемых в различных

¹ Инновационный – готовый к внедрению, новационный – успешно внедренный в эксплуатацию.

типах шкал (номинальных, порядковых и числовых) и в различных единицах измерения (т.е. не предъявляет жестких требований к данным, которые невозможно выполнить, а обрабатывает те данные, которые есть);

- содержит большое количество локальных (поставляемых с инсталляцией) и облачных учебных и научных приложений (в настоящее время их 31 и [203](http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf), соответственно) (http://lc.kubagro.ru/aidos/Presentation_Aidos-online.pdf);

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

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

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

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

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

Система «Эйдос» обеспечивает преобразование исходных данных в информацию, а ее в знания и позволяет решать на основе этих знаний задачи идентификации, прогнозирования, принятия решений и исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели (рисунки 1 и 2):

О соотношении содержания понятий: «Данные», «Информация» и «Знания»

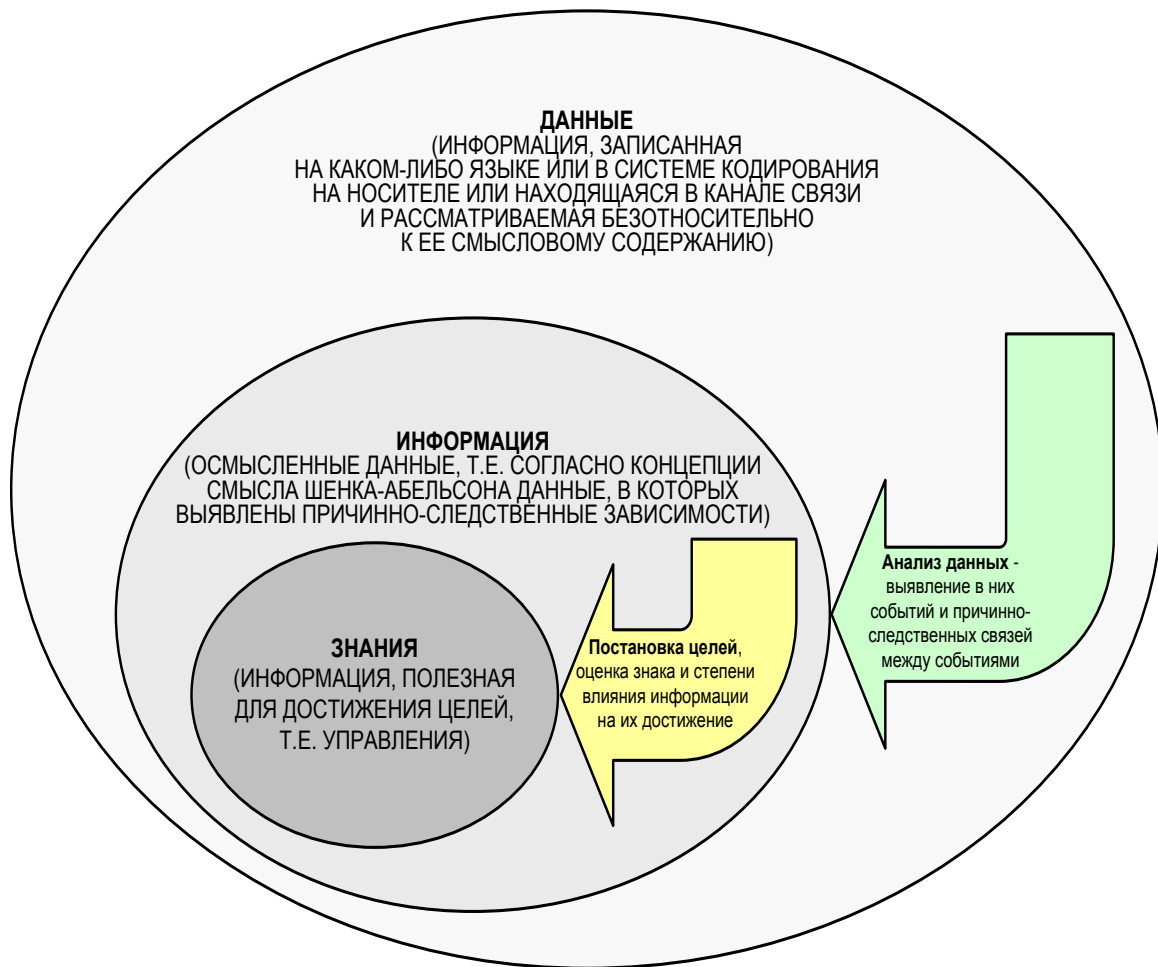


Рисунок 1

1.2. Задачи исследования

Поставленная цель может быть достигнута путем решения следующих задач:

- **задача-1:** когнитивная структуризация и формализация предметной области;
- **задача-2:** синтез и верификация моделей;
- **задача-3:** решение задачи прогнозирования (системная идентификация);
- **задача-4:** решение задачи принятия решений (многопараметрическая типизация классов);
- **задача-5:** решение задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели.

Эти задачи по сути являются этапами АСК-анализа. Рассмотрим их решение в интеллектуальной системе «Эйдос», которая в настоящее время является программным инструментарием АСК-анализа (рисунок 3).

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

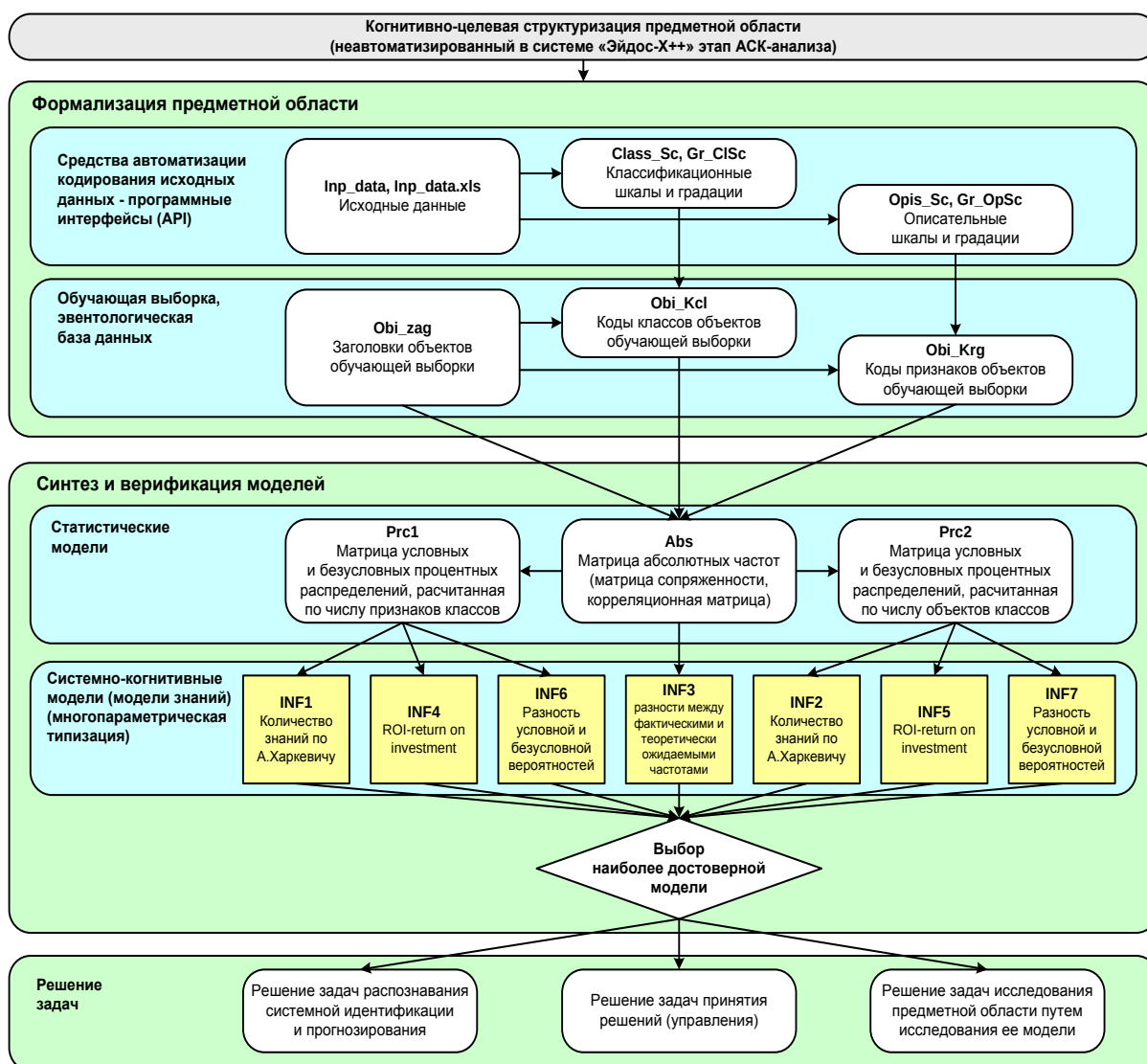


Рисунок 2

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ

Задача 1. Когнитивная структуризация и формализация предметной области;

При **когнитивной структуризации** решается, что мы будем рассматривать как объект моделирования, что как влияющие на него факторы, и что как результаты действия этих факторов. Это единственный не автоматизированный в системе «Эйдос» этап АСК-анализа.

В данном случае в качестве объекта моделирования мы рассматриваем систему: «особенностей почерка учеников по уровням их предметной обученности»

Исходные данные представляют собой оценки и характеристики почерка каждого ученика за одно полугодие.

Таблица 1 – Исходные данные (фрагмент)

Фамилии	Дата	№ ученика	Пол	Оценка	Размер букв	Наклон букв	Форма букв	Направление почерка	Сила нажима	Характер написания слов	Общая оценка почерка
Аксанин И	2019_09_04	Ученик 1	м		средние	вправо	округлые	строчки прямые	легкая	смешанный стиль	старательный
Аксанин И	2019_09_05	Ученик 1	м		средние	вправо	округлые	строчки прямые	легкая	смешанный стиль	старательный
Аксанин И	2019_09_07	Ученик 1	м	3	средние	вправо	округлые	строчки прямые	легкая	смешанный стиль	старательный
Аксанин И	2019_09_11	Ученик 1	м		средние	вправо	округлые	строчки прямые	легкая	смешанный стиль	старательный
Аксанин И	2019_09_14	Ученик 1	м	3	средние	вправо	округлые	строчки прямые	легкая	смешанный стиль	старательный
Аксанин И	2019_09_17	Ученик 1	м	3	средние	вправо	округлые	строчки прямые	легкая	смешанный стиль	старательный

Таблица исходных данных имеет следующую структуру:

- строки содержат данные наблюдений, в данном случае их 1088.
- 1-я колонка содержит фамилии учеников 10 класса МБОУ СОШ

№2 г. Темрюка;

- 2-я колонка содержит дату получения оценки учеником;
- 3-я колонка содержит нумерацию учеников;
- затем идут колонки (в нашем случае их 2, выделены желтым фоном), описывающих **результаты** воздействия факторов;
- затем идут колонки (в нашем случае их 7), описывающих сами факторы

Полностью таблица исходных данных 1 размещена в Эйдос-облаке по ссылке: http://aidos.byethost5.com/Source_data_applications/Applications-000203/Inp_rasp.xlsx.

Колонки с результатами называются классификационными шкалами, а их градации — классами, а колонки с факторами называются описательными шкалами, а их градации — значениями факторов или признаками. Тип данных в этих колонках может быть числовой или текстовый.

Для осуществления автоматизированной формализации предметной области записываем файл исходных Inp_data.xlsx данных в папку:

c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\Inp_data.xlsx

и запускаем систему «Эйдос» (рисунок 4):

c:\Aidos-X__START_AIDOS-X.exe

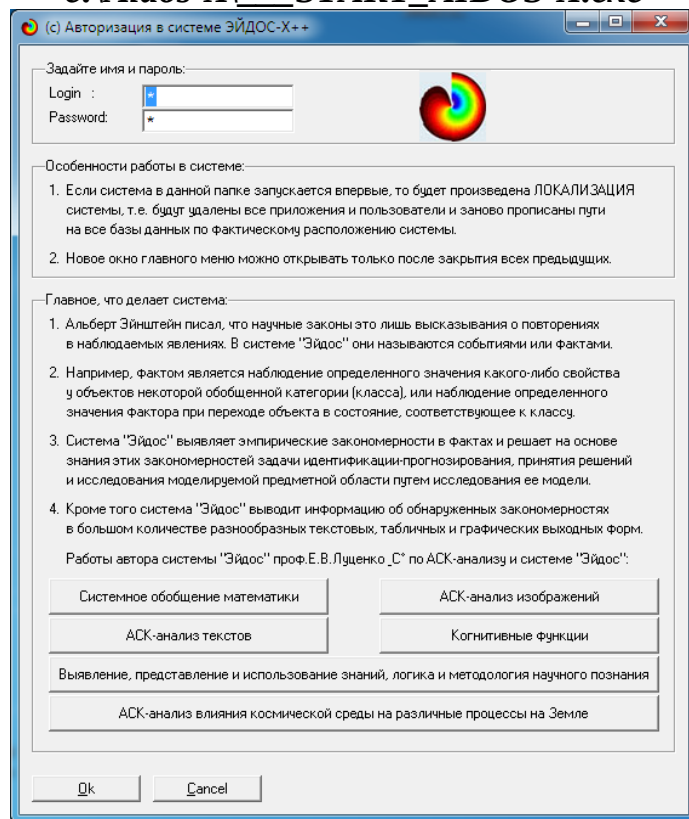


Рисунок 3

Затем заходим в режим 2.3.2.2, представляющий собой автоматизированный программный интерфейс (API) системы «Эйдос» с табличными внешними данными, и задаем параметры, приведенные на рисунках 5, 6, 7:

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

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 - Comma-Separated Values Стандарт CSV-файла

Задайте параметры:

☒ Нули и пробелы считать ОТСУТСТВИЕМ данных

☐ Нули и пробелы считать ЗНАЧЕНИЯМИ данных

☐ Создавать БД средних по классам "Inp_davg.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")

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

Рисунок 4

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

ИНФОРМАЦИЯ О РАЗМЕРНОСТИ МОДЕЛИ

Суммарное количество градаций классификационных и описательных шкал: [7 x 24]

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	0	0	0,00
Текстовые	2	7	3,50	7	24	3,43
ВСЕГО:	2	7	3,50	7	24	3,43

Задайте число интервалов (градаций) в шкале:

Пересчитать шкалы и градации Выйти на создание модели

Рисунок 5

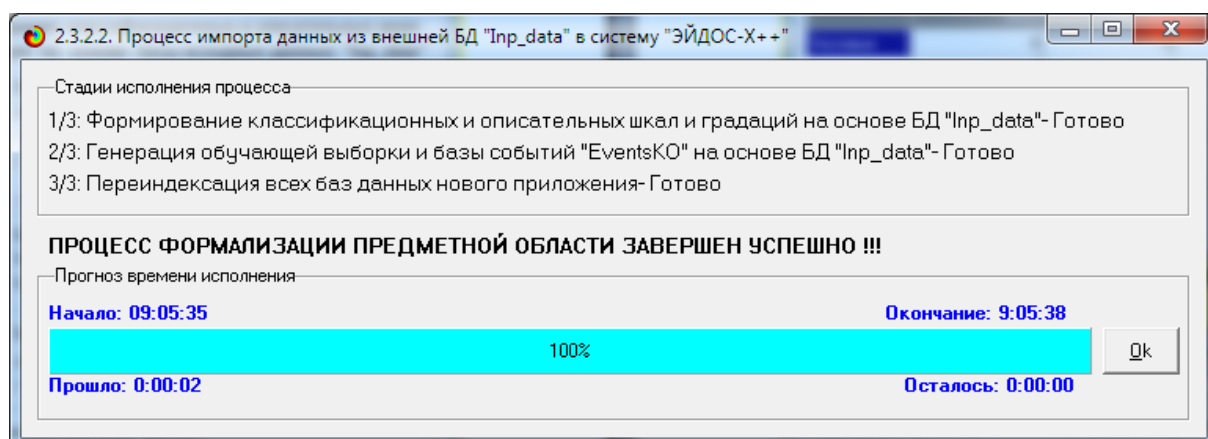


Рисунок 6

Таблица 2 – Классификационные шкалы и градации

KOD_CLS	NAME_CLS
1	ПОЛ-ж
2	ПОЛ-м
3	ОЦЕНКА-2
4	ОЦЕНКА-3
5	ОЦЕНКА-4
6	ОЦЕНКА-5

Таблица 3 – Описательные шкалы и градации

KOD_ATR	NAME_ATR
1	РАЗМЕР БУКВ-крупные
2	РАЗМЕР БУКВ-мелкие
3	РАЗМЕР БУКВ-очень мелкие
4	РАЗМЕР БУКВ-средние
5	НАКЛОН БУКВ-влево
6	НАКЛОН БУКВ-вправо
7	НАКЛОН БУКВ-легкий влево
8	НАКЛОН БУКВ-прямое написание
9	НАКЛОН БУКВ-резкий вправо
10	ФОРМА БУКВ-бесформенные
11	ФОРМА БУКВ-округлые
12	ФОРМА БУКВ-угловатые
13	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки "ползут" вверх
14	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки "сползают" вниз
15	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки прямые
16	СИЛА НАЖИМА-легкая
17	СИЛА НАЖИМА-сильная
18	СИЛА НАЖИМА-средняя
19	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ-отделение букв друг от друга
20	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ-склонность к соединению букв
21	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ-смешанный стиль
22	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-неразборчивый
23	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-неровный
24	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-старательный

Задача-2. Синтез и верификация моделей

2.1. Синтез статистических и системно-когнитивных моделей (многопараметрическая типизация), частные критерии знаний

Для синтеза статистических и системно-когнитивных моделей запускаем режим 3.5 с параметрами, приведенными на рисунке 7. Обращаем внимание на то, что для расчетов на экранной форме выбираем центральный процессор (CPU), т.к. модели расчета и верификации моделей на графическом процессоре находятся в процессе отладки. Из рисунка 8 видно, что расчет и верификация всех статистических и системно-когнитивных моделей на обучающей выборке наблюдений заняли 2 минуты 4 секунды (рисунок 8).

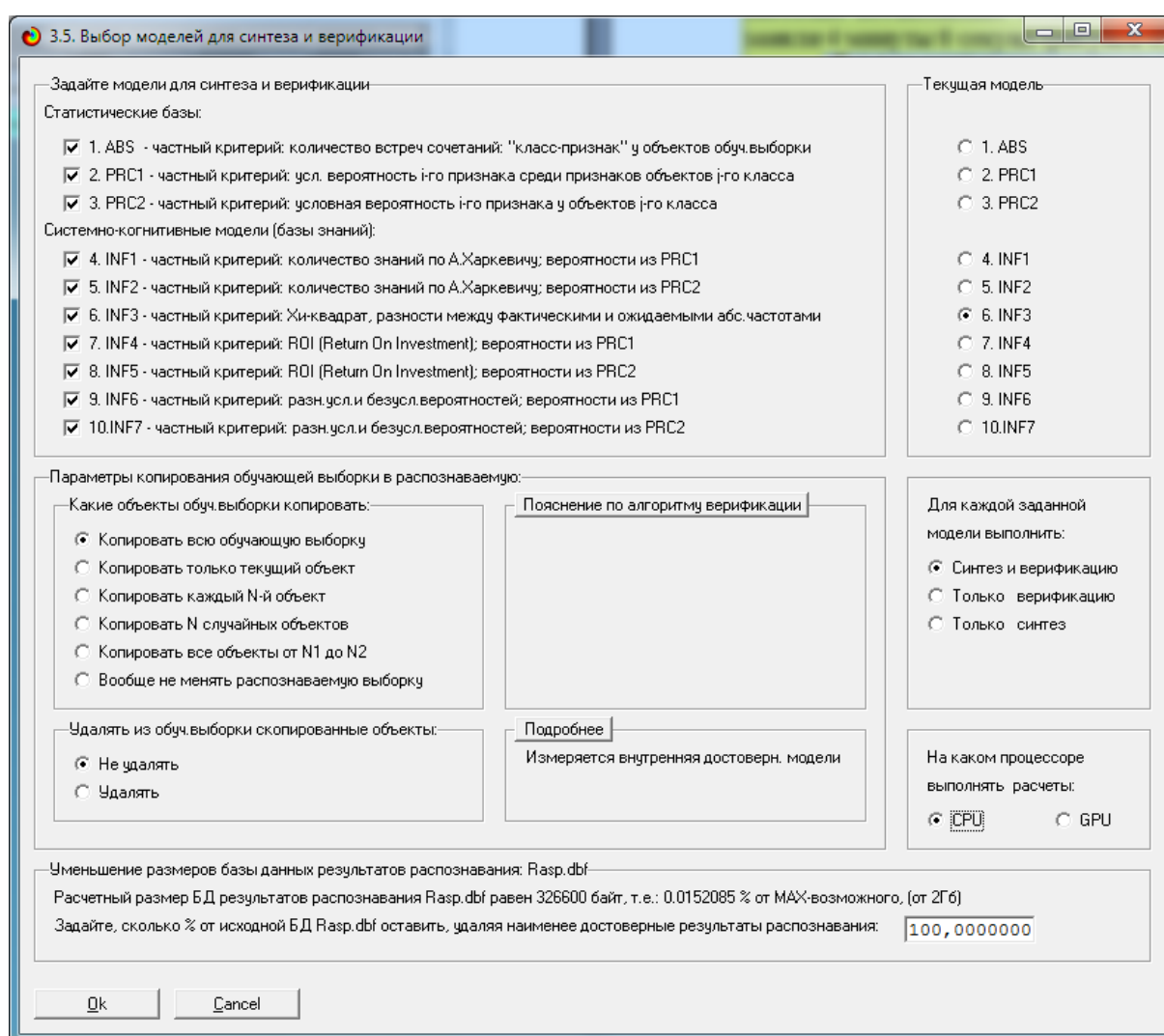


Рисунок 7

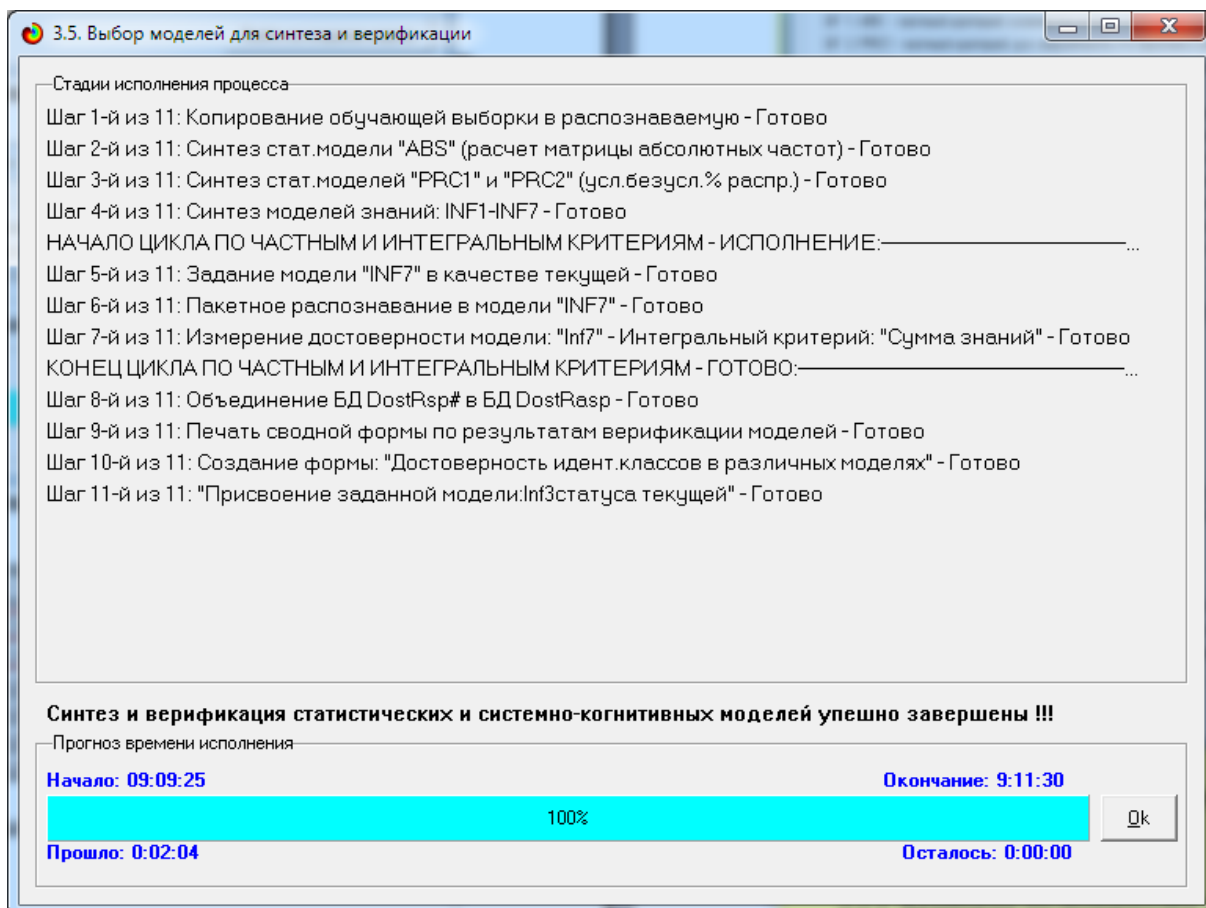


Рисунок 8

2.2. Верификация моделей

2.2.1. Критерии достоверности моделей

Для оценки достоверности созданных статистических и системно-когнитивных моделей служит режим 3.4 (рисунок 9):

Наименование модели и частного критерия	Интегральный критерий	Лог. критерий (FP)	Число лог. отрицательных решений (FN)	Точность модели	Полнота модели	Фигура Ван Рыббергена	Сумма мод. уровней сго. истинно-поло. решений (ST)	Сумма мод. уровней сго. истинно-отриц. решений (ST)	Сумма мод. уровней сго. ложно-поло. решений (SFP)	Сумма мод. уровней сго. ложно-отриц. решений (SF)	S-Точность модели	S-Полнота модели	L1-мера проф. Е.В. Паденко
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Корреляция абс. частот с обр...	4414	14	0.294	0.992	0.454	1064.424	38.204	2127.324	0.978	0.333	0.999	0.500
1. ABS - частный критерий: количество встреч сочетаний: "клас...	Сумма абс. частот по призна...	4672		0.284	1.000	0.443	891.323		1067.513		0.455	1.000	0.625
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Корреляция усл.отн. частот с о...	4414	14	0.294	0.992	0.454	1064.424	38.204	2127.324	0.978	0.333	0.999	0.500
2. PRC1 - частный критерий: усл. вероятность i-го признака сред...	Сумма усл.отн. частот по приз...	4672		0.284	1.000	0.443	1337.686		3059.851		0.304	1.000	0.446
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Корреляция усл.отн. частот с о...	4414	14	0.294	0.992	0.454	1064.424	38.204	2127.263	0.978	0.333	0.999	0.500
3. PRC2 - частный критерий: условная вероятность i-го признака...	Сумма усл.отн. частот по приз...	4672		0.284	1.000	0.443	1337.686		3059.851		0.304	1.000	0.446
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	2187	575	0.369	0.690	0.481	383.182	993.521	472.641	145.250	0.448	0.725	0.554
4. INF1 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма знаний	1861	589	0.405	0.683	0.508	316.511	830.923	239.210	98.166	0.570	0.763	0.652
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Семантический резонанс зна...	2187	575	0.369	0.690	0.481	383.182	993.521	472.641	145.250	0.448	0.725	0.554
5. INF2 - частный критерий: количество знаний по А.Харкевичу: в...	Сумма знаний	1861	589	0.405	0.683	0.508	316.511	830.923	239.210	98.166	0.570	0.763	0.652
6. INF3 - частный критерий: "Инкладрат: разности между факти...	Семантический резонанс зна...	1726	488	0.442	0.737	0.553	588.291	1166.673	612.419	150.695	0.490	0.796	0.607
6. INF3 - частный критерий: "Инкладрат: разности между факти...	Сумма знаний	1726	488	0.442	0.737	0.553	497.105	590.232	187.155	84.038	0.722	0.853	0.762
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Семантический резонанс зна...	1609	643	0.430	0.654	0.519	344.534	1179.355	408.857	167.148	0.457	0.648	0.536
7. INF4 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Сумма знаний	2016	472	0.407	0.748	0.527	289.610	356.696	228.684	39.050	0.559	0.881	0.684
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Семантический резонанс зна...	1609	643	0.430	0.654	0.519	344.534	1179.355	408.857	167.148	0.457	0.648	0.536
8. INF5 - частный критерий: ROI (Return On Investment), веротно...	Сумма знаний	2016	472	0.407	0.748	0.527	289.610	356.696	228.684	39.050	0.559	0.881	0.684
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безуслов.вероятностей; вер...	Семантический резонанс зна...	1693	557	0.434	0.700	0.536	549.657	1223.628	593.881	163.379	0.481	0.771	0.592
9. INF6 - частный критерий: разн.усли и безуслов.вероятностей; вер...	Сумма знаний	1760	488	0.437	0.737	0.549	364.938	580.337	310.659	64.077	0.540	0.851	0.661
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безуслов.вероятностей; ве...	Семантический резонанс зна...	1693	557	0.434	0.700	0.536	549.657	1223.628	593.881	163.379	0.481	0.771	0.592
10. INF7 - частный критерий: разн.усли и безуслов.вероятностей; ве...	Сумма знаний	1760	488	0.437	0.737	0.549	364.938	580.337	310.659	64.077	0.540	0.851	0.661

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

Рисунок 9

Оценка достоверности моделей в системе «Эйдос» осуществляется в соответствии с F-мерой Ван Ризбергена и двумя ее обобщениями (L1 и L2), разработанными проф. Е.В.Луценко [1].

Из рисунка 9 мы видим, что по критерию L1 достоверность модели INF3 составляет 0,782 при максимуме 1,000, что является сравнительно неплохим результатом, учитывая сложность задачи.

Есть три аспекта оценки достоверности модели:

1. Рассмотрение частотных распределений истинных и ложных положительных и отрицательных решений в различных моделях.
 2. Сравнение достоверности положительных и отрицательных решений в модели с вероятностью случайного угадывания.
 3. Оценка информационной мощности модели.
- Ниже рассмотрим все эти три аспекта.

2.2.2. Рассмотрение частотных распределений истинных и ложных положительных и отрицательных решений в различных моделях

Уверенность в том, что созданные модели позволяют качественно решить все эти задачи основывается на том, что эти модели правильно отражают объект моделирования, т.е. имеют высокую достоверность (адекватность). Если модели имеют высокую достоверность, то и решение перечисленных задач будет успешным. Если же достоверность моделей низка или неизвестна, то применять их некорректно, рискованно и даже может быть опасно.

Если модели достоверны, то извлеченные из них знания действительно можно обоснованно считать знаниями об объекте моделирования.

В режиме 3.4, кликнув по кнопке [TP,TN,FP,FN] и расположенным правее нее, получаем частотные распределения числа положительных и отрицательных истинных и ложных решений, их разностей и их нормированных разностей (рисунки 10).

Главное, что мы видим из рисунка 10, это то, что существуют ярко-выраженные зависимости между характеристиками почерка учащихся и их учебными достижениями.

Для отрицательных решений (решений о непринадлежности к классу), истинных решений всегда, т.е. при всех уровнях сходства, больше, чем ложных.

При положительных решениях картина более сложная:

- при уровнях сходства ниже 30% преобладают ложные решения;
- при уровнях сходства от 30% до 40% есть и истинные, и ложные решения и преобладают истинные решения, причем доля истинных решений возрастает при увеличении уровня сходства;
- при уровнях сходства выше 40% ложных решений практически не наблюдается.

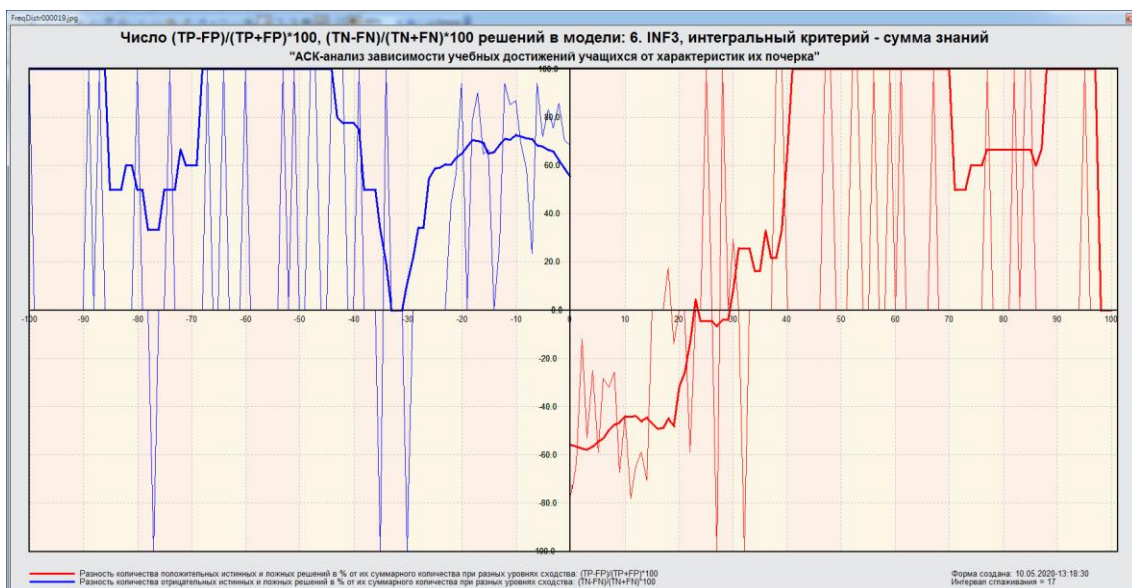
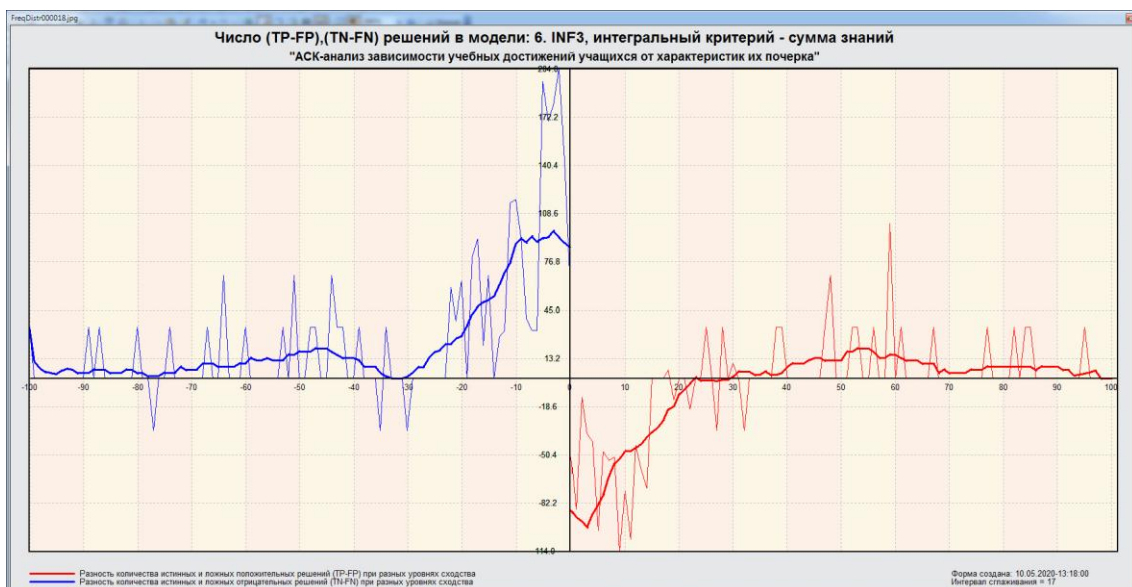
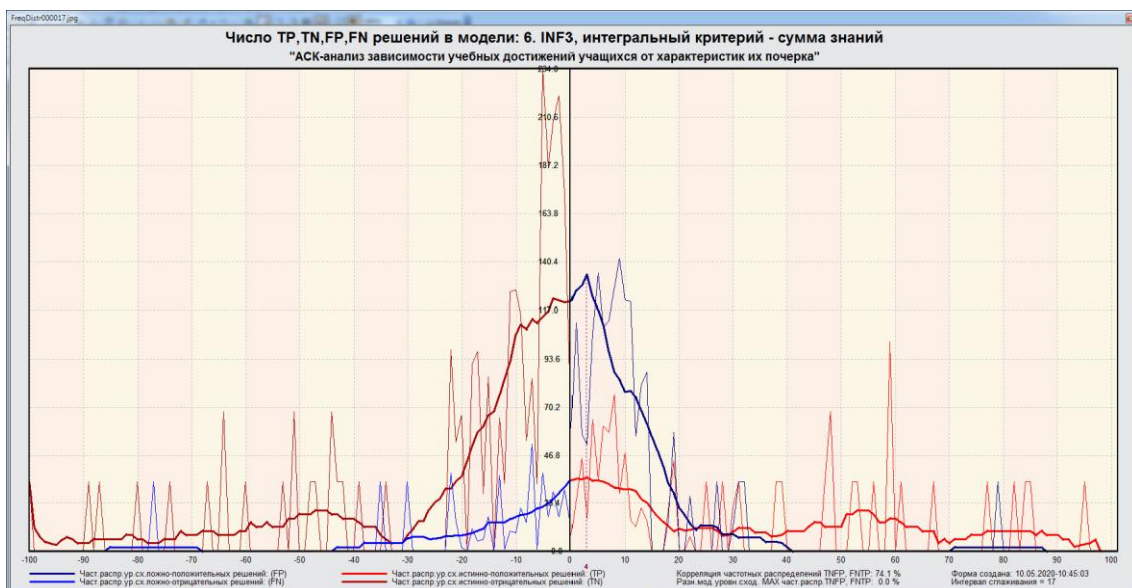


Рисунок 10

Все это и позволяет решать задачу идентификации и прогнозирования с использованием модели.

Если бы никакой зависимости между характеристиками почерка и успеваемостью учащихся не существовало бы, т.е. выдвинутая нами гипотеза не подтверждалась бы, то приведенная на рисунке 10 зависимость не наблюдалась бы. Вместо этого на рисунках 10 число истинных и ложных решений совпадало бы как для положительных, так и для отрицательных решений.

Однако все это наблюдается, что и подтверждает нашу гипотезу.

Задача-3. Решение задачи системной идентификации, интегральные критерии

Для решения задачи идентификации и прогнозирования в наиболее достоверной модели INF3, необходимо присвоить ей статус текущей в режиме 5.6(рисунок 11):

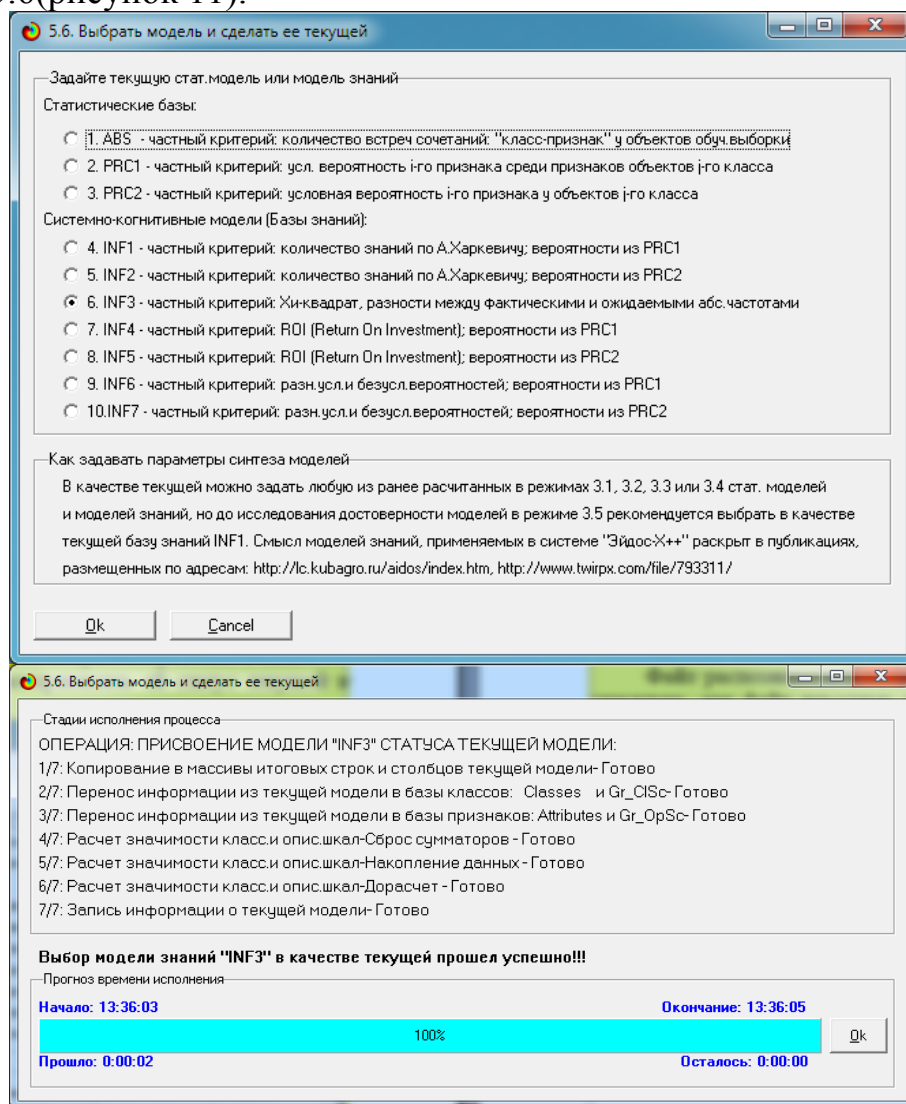


Рисунок 11

Затем необходимо ввести **распознаваемую** выборку в систему.

Файл распознаваемой выборки должен иметь абсолютно такую же структуру, как файл исходных данных, но колонки классификационных шкал могут быть пустыми. Этот файл должен иметь имя: Inp_rasp.xls(x) и должен находиться в той же папке, что и файл исходных данных, например по пути: c:\Aidos-X\AID_DATA\Inp_data\Inp_rasp.xlsx.

Сам ввод распознаваемой выборки осуществляется в уже ранее рассмотренном программном интерфейсе 2.3.2.2 с параметрами, приведенными на рисунке 12. Эти параметры такие же, как приведенные на рисунке 4, за исключением того, что в группе: «Задайте режим» (в левой средней части окна) выбран опция не «формализация предметной области», а «Генерация распознаваемой выборки»:

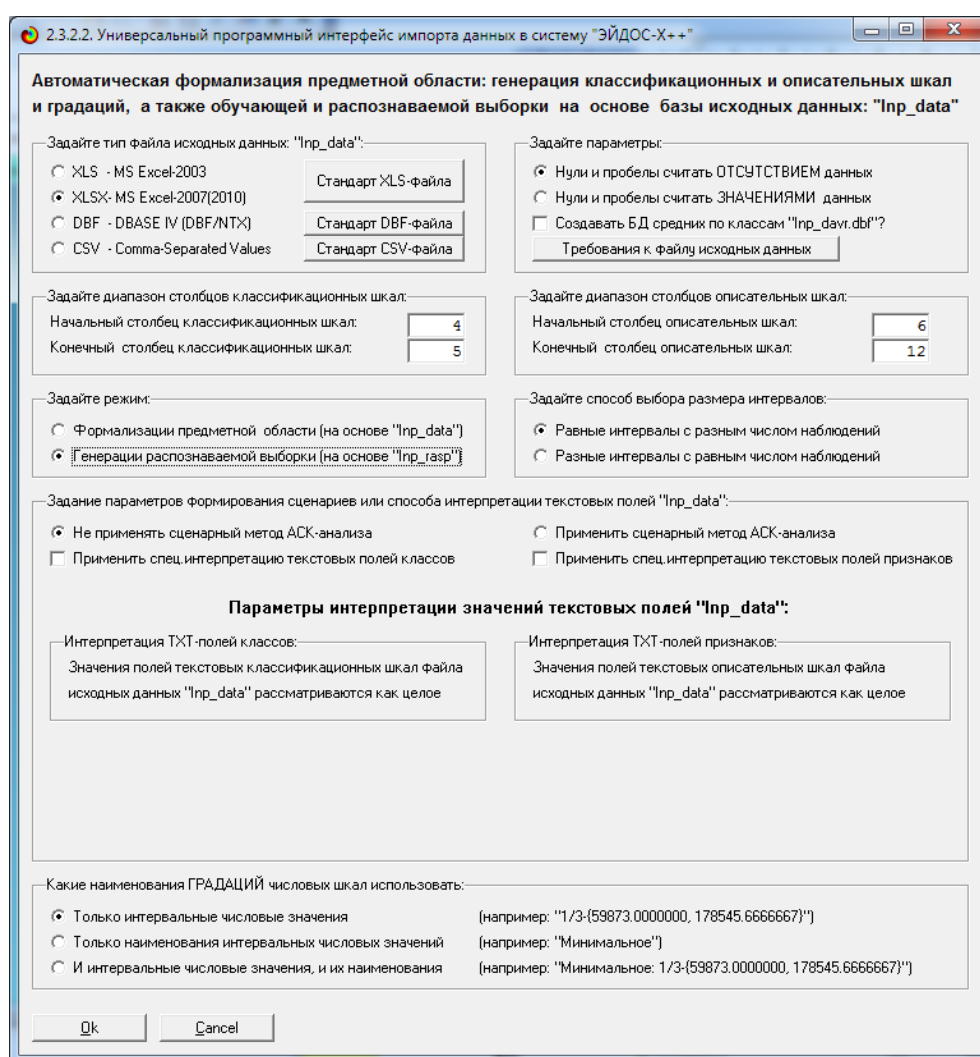


Рисунок 12

Распознавание (прогнозирование) проводится в режиме 4.1.2 на центральном процессоре, т.к. модуль распознавания с использованием графического процессора в настоящее время находится в процессе отладки:

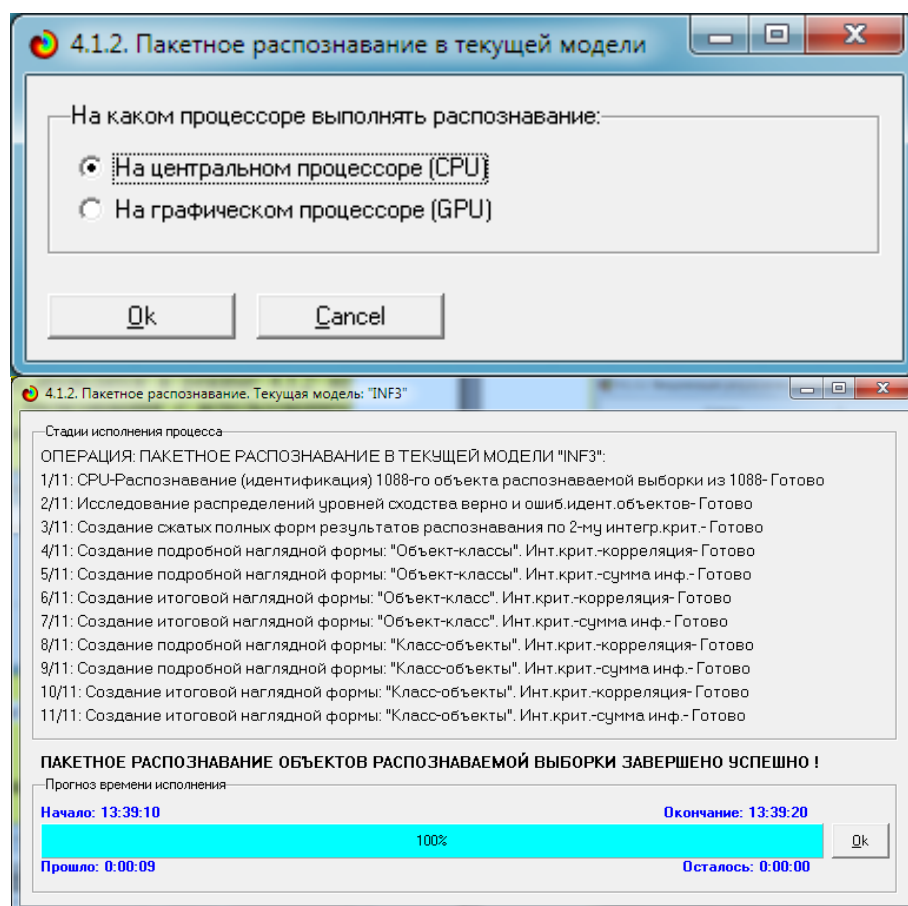
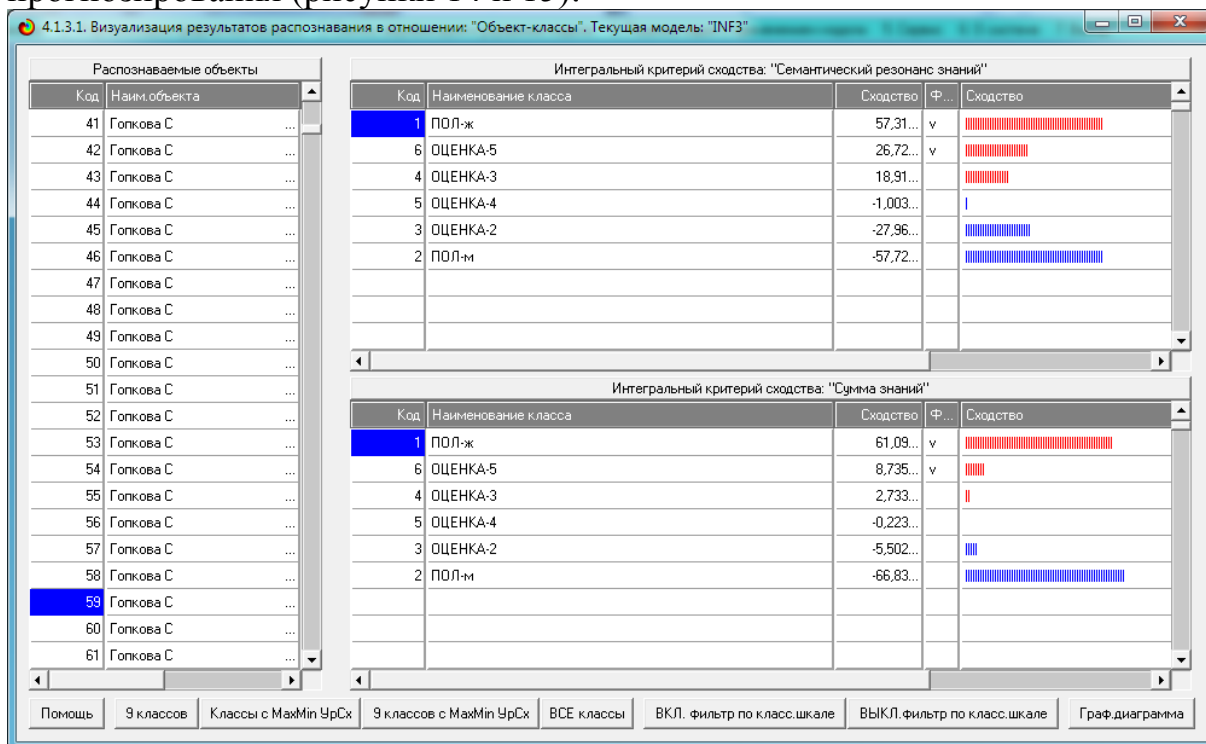
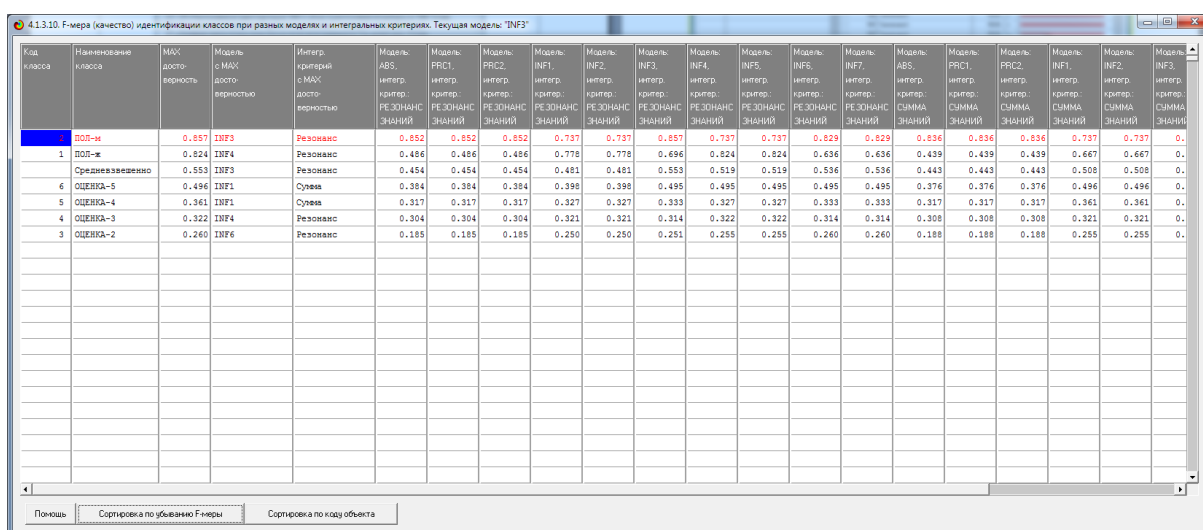
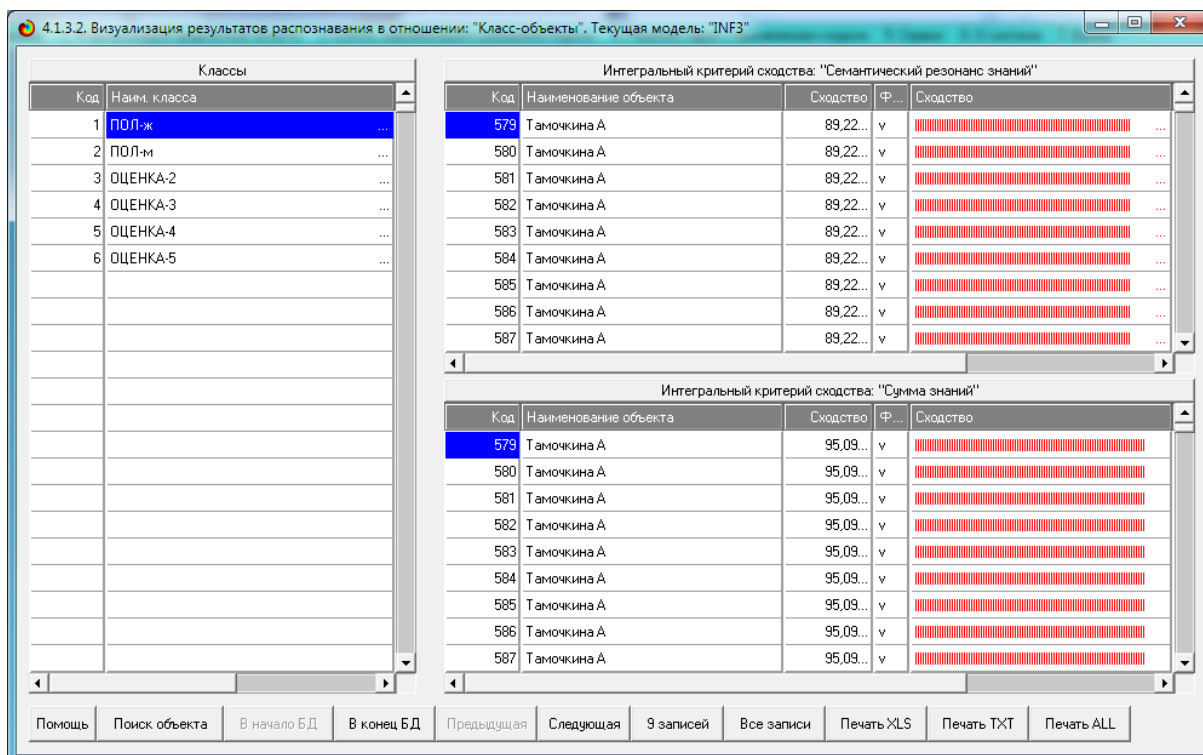


Рисунок 13

Ниже приведены экранные формы с результатами решения задачи прогнозирования (рисунки 14 и 15):





характерны, а какие и в какой степени нехарактерны для каждого класса, т.е. каждого результата влияния этих значений факторов. Результаты этой многопараметрической типизации представляют собой большой научный интерес.

На рисунках 17 приведены результаты этой многопараметрической типизации зависимости учебных достижений учащихся на основе характеристик их почерка в исследуемой модели в виде SWOT-диаграмм [8]. Эти экранные формы можно получить в режиме 4.4.8 системы «Эйдос» (рисунок 16).

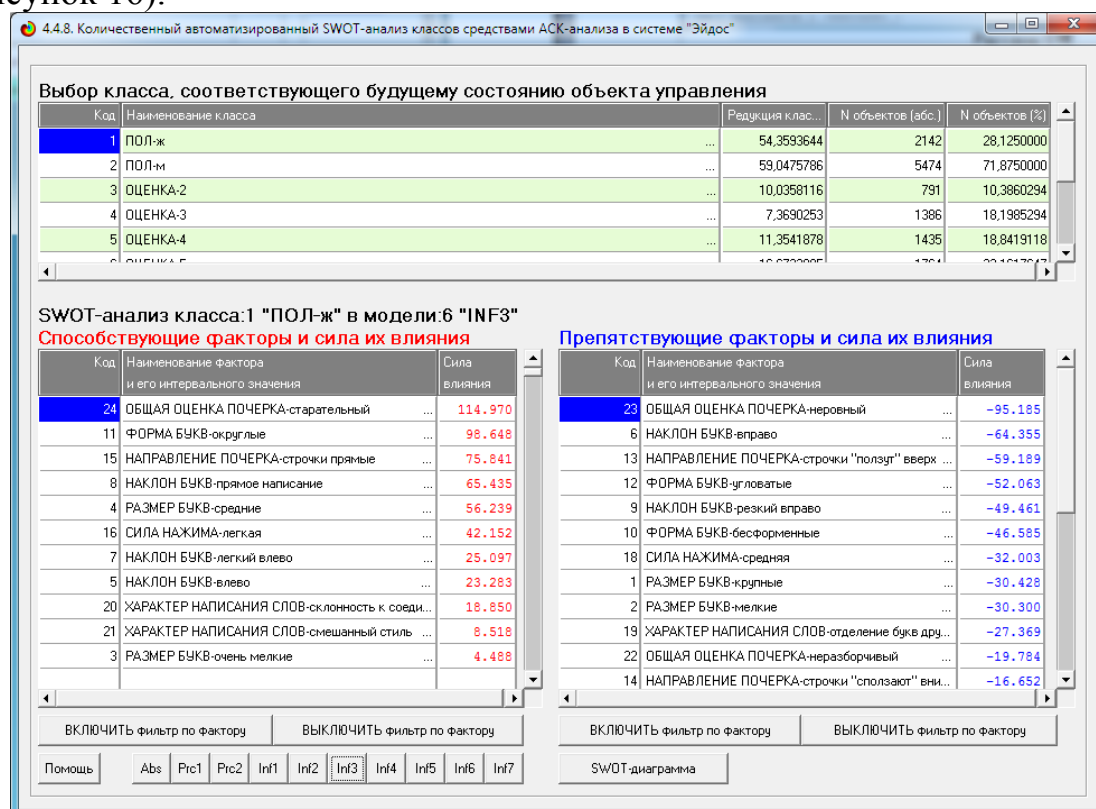
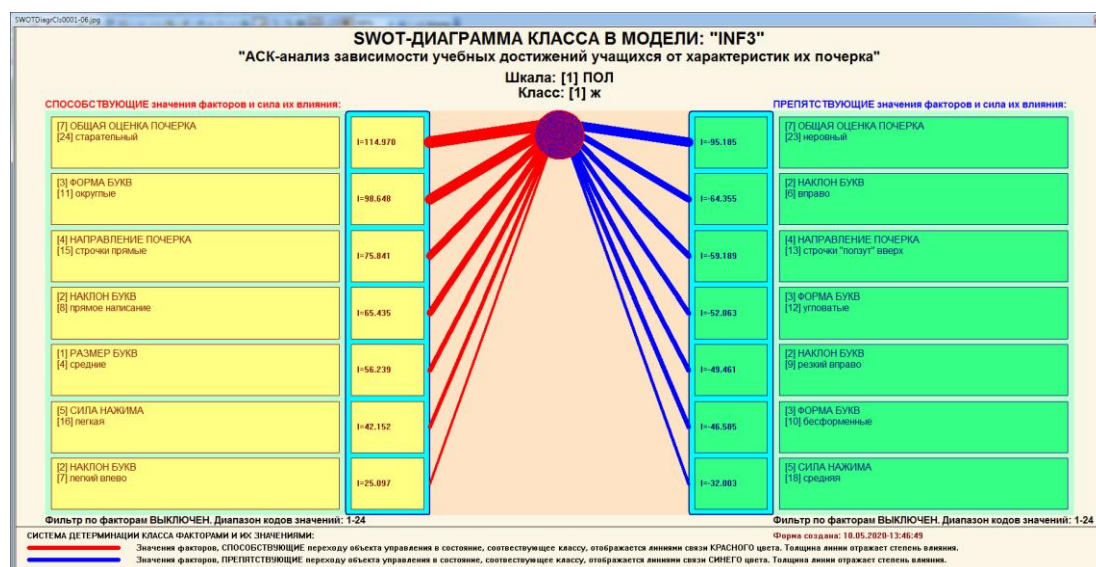
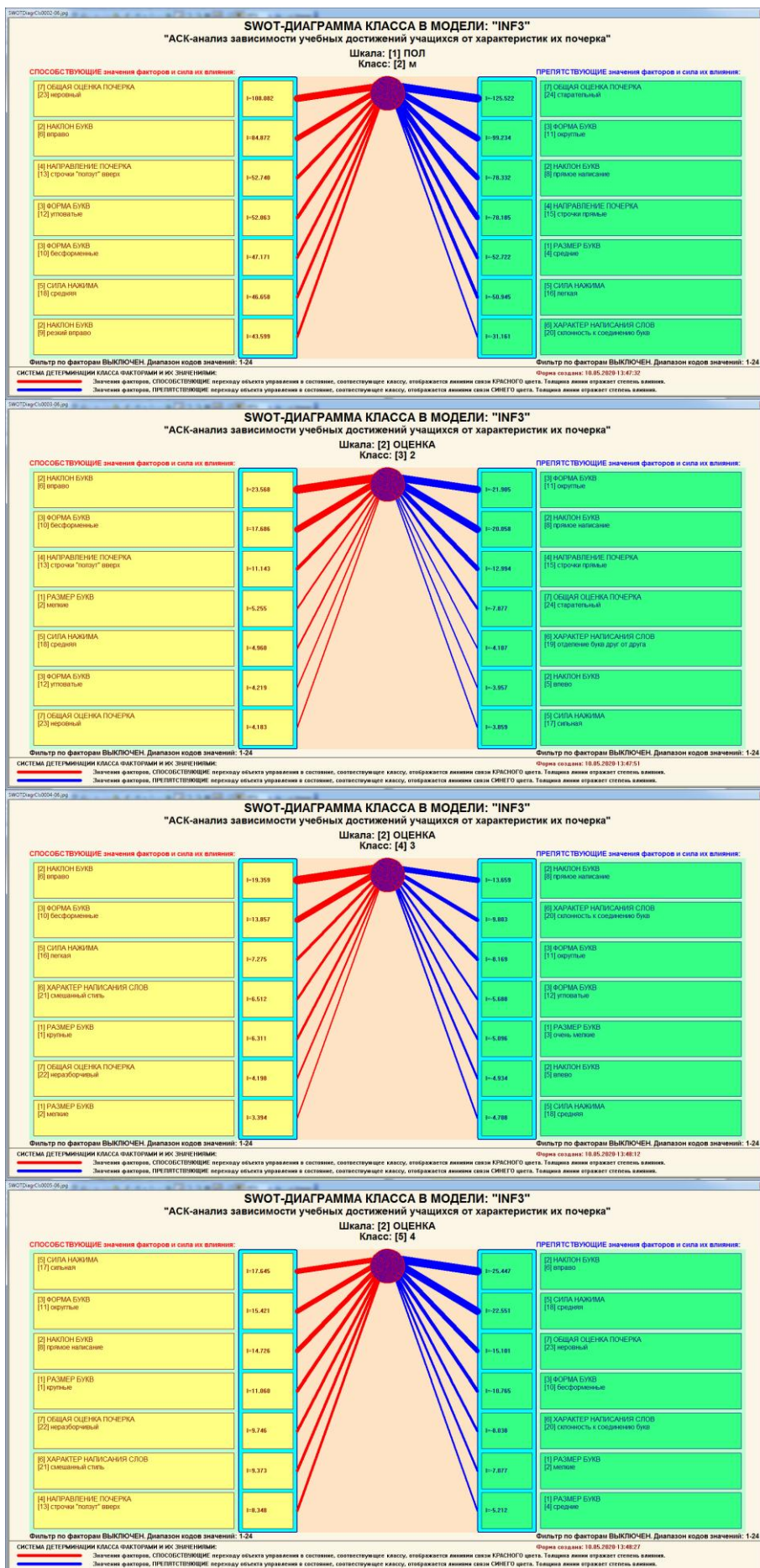


Рисунок 16





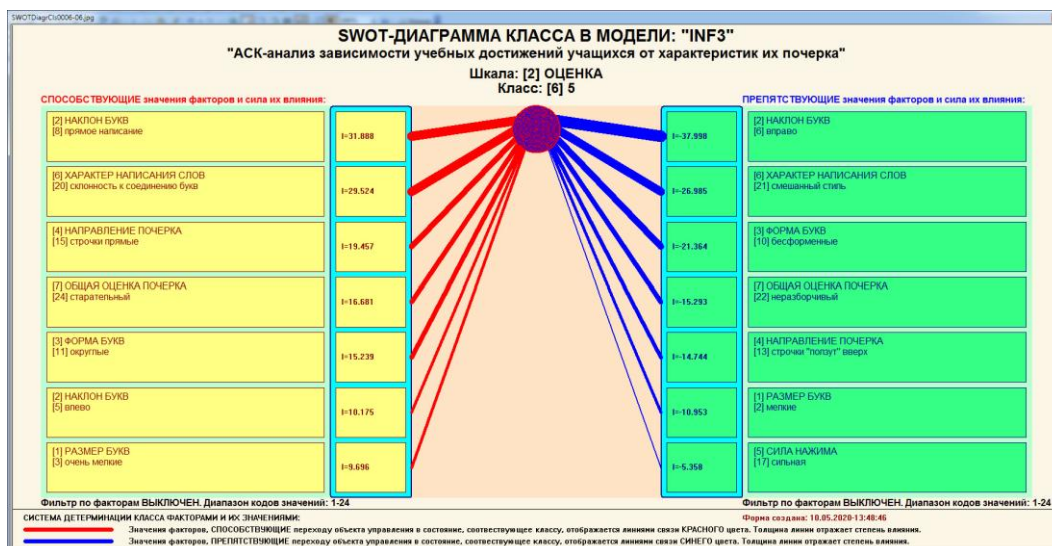


Рисунок 17

4.2. Инвертированные SWOT-диграммы характеристик почерка

Инвертированные SWOT-диаграммы [8] характеристик почерка отражают смысл той или иной особенности почерка. Эти экранные формы можно получить в режиме 4.4.9 системы «Эйдос» (рисунок 18).

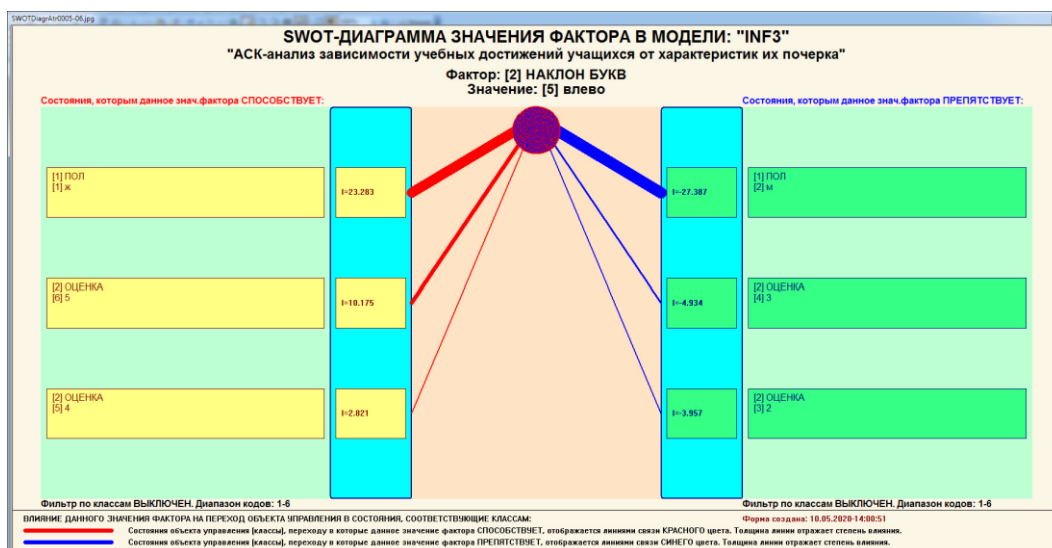


Рисунок 18

Задача-5. Решение задачи исследования моделируемой предметной области путем исследования ее модели

5.1. Кластерно-конструктивный анализ классов

Ранее мы решили задачу идентификации конкретного объекта с обобщенными образами классов. Теперь же мы решим задачу сравнения самих обобщенных образов классов друг с другом по значениями критериев классификации. Для этого сначала необходимо в режиме 4.2.2.1 рассчитать матрицу сходства обобщенных образов классов (рисунок 18).

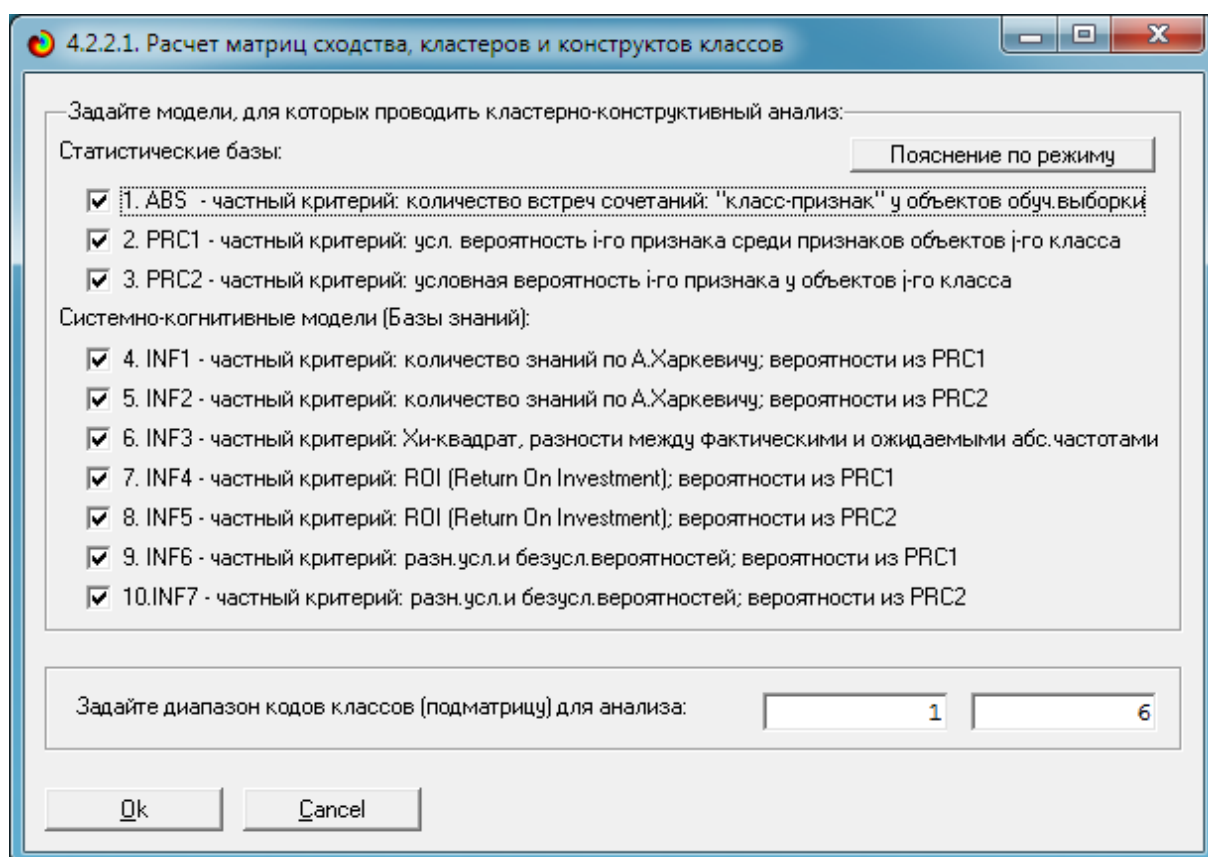


Рисунок 19

Информация из матрицы сходства классов может быть отображена в системе «Эйдос» в форме круговой 2d-когнитивной диаграммы в режиме 4.2.2.2 (рисунок 20), а также в форме когнитивной агломеративной дендрограммы [2] в режиме 4.2.2.3 (рисунок 21):

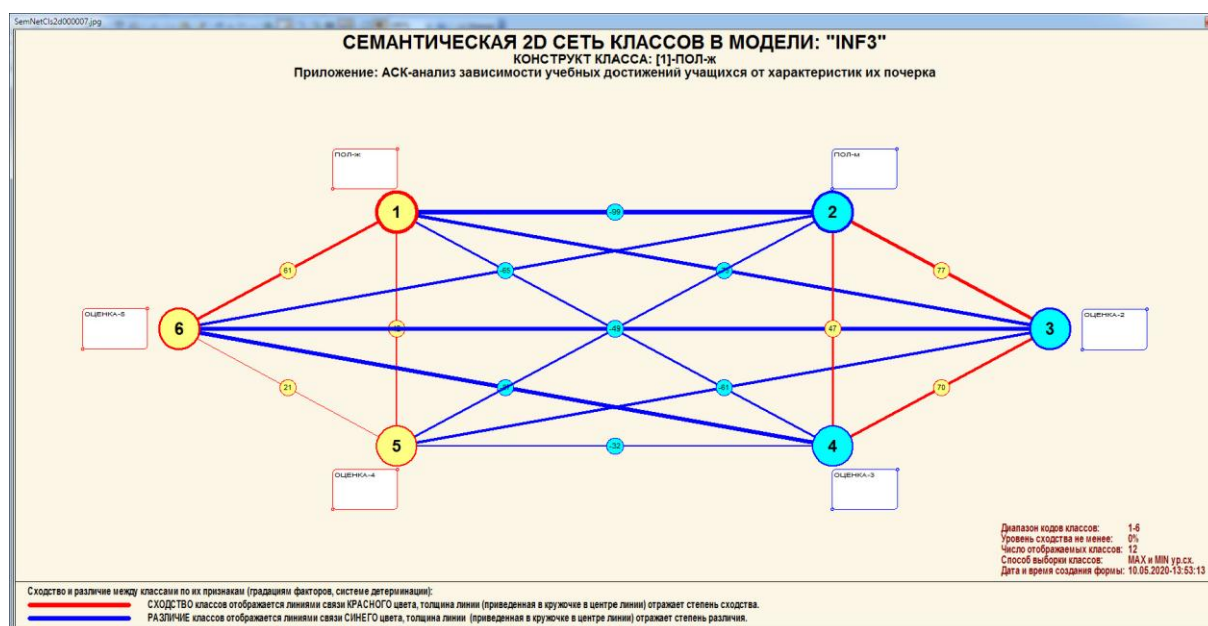


Рисунок 20

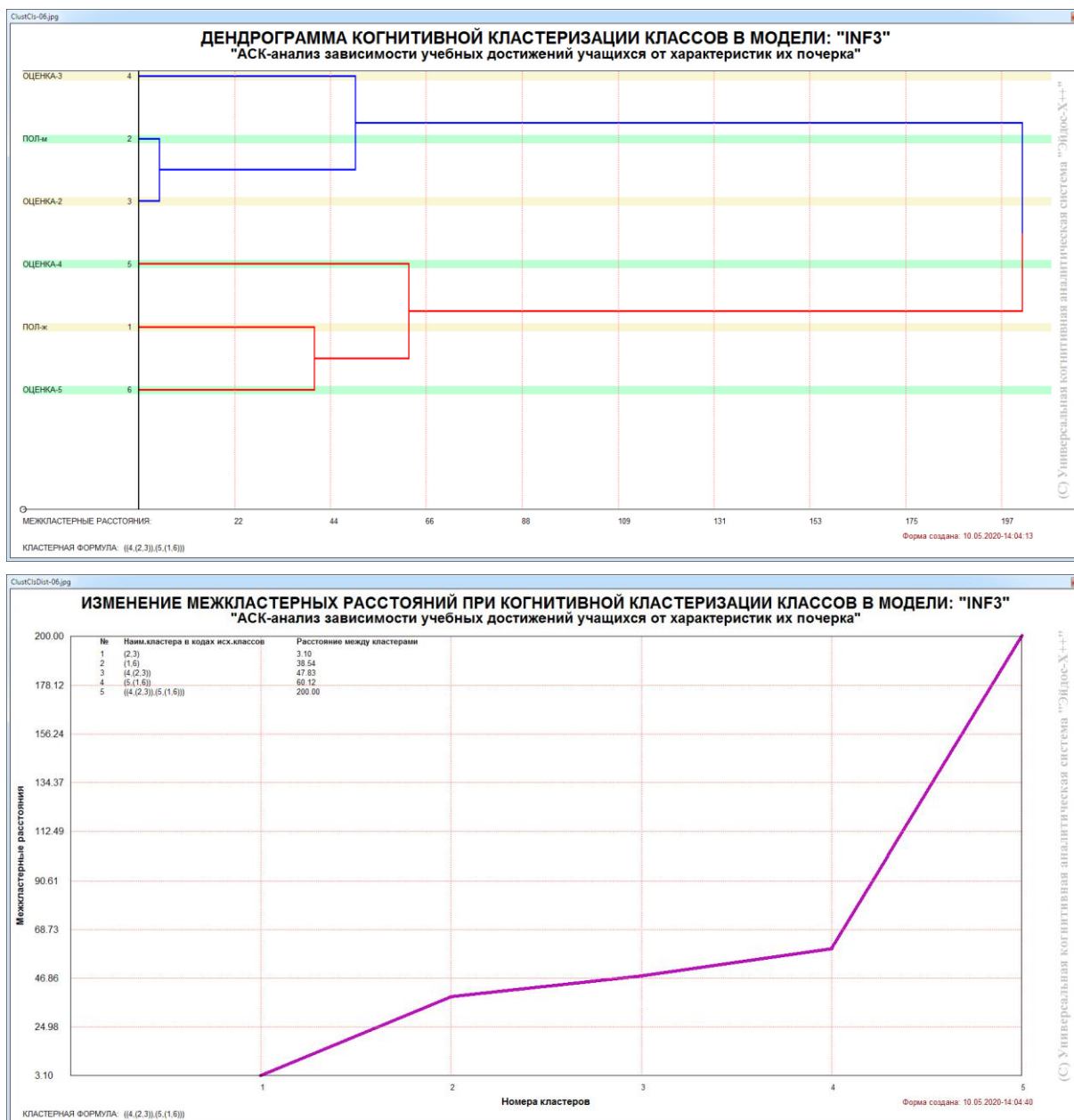


Рисунок 21

5.2. Кластерно-конструктивный анализ признаков почерка

Решим задачу сравнения самих обобщенных образов характеристик почерка друг с другом по их смыслу. Для этого сначала необходимо в режиме 4.3.2.1 рассчитать матрицу сходства обобщенных образов классов (рисунок 22).

Информация из матрицы сходства характеристик почерка может быть отображена в системе «Эйдос» в форме круговой 2d-когнитивной диаграммы в режиме 4.3.2.2 (рисунок 23), а также в форме когнитивной агломеративной дендрограммы [2] в режиме 4.3.2.3 (рисунок 24):

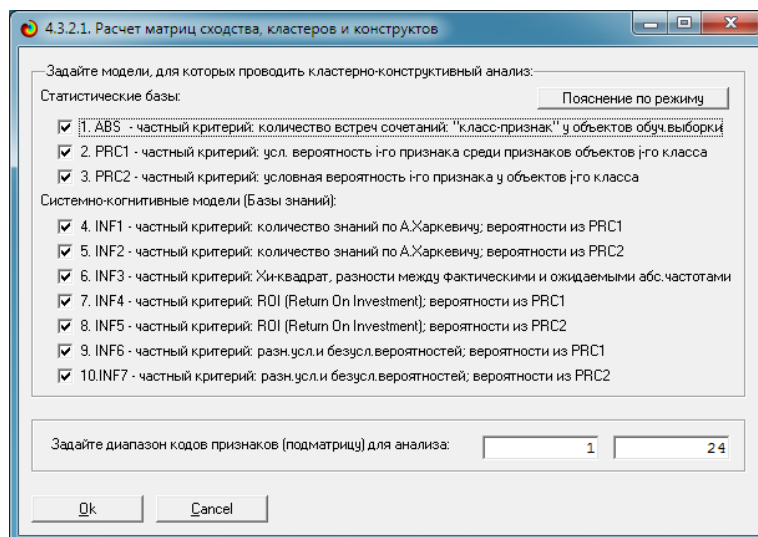


Рисунок 22

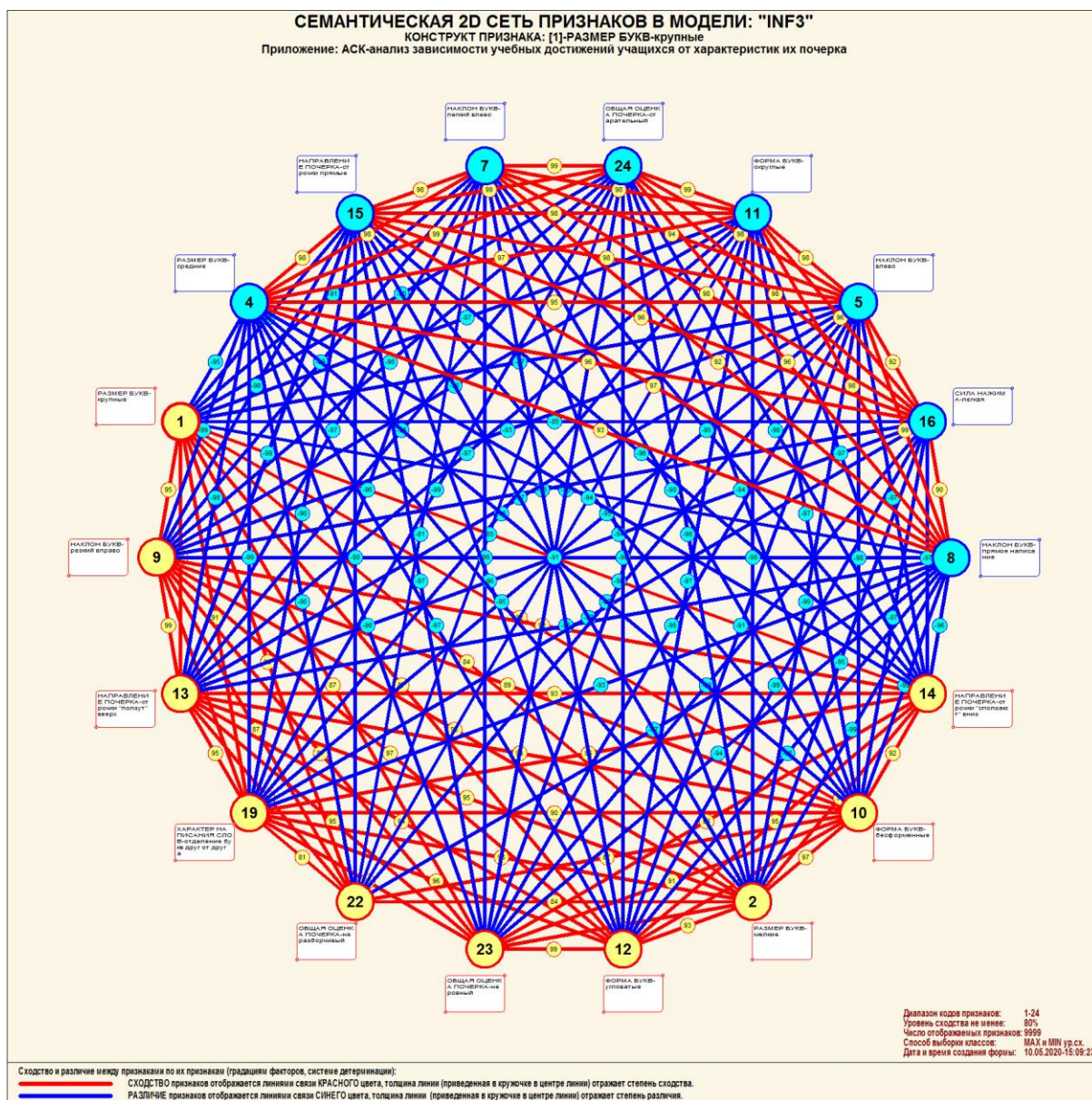


Рисунок 23

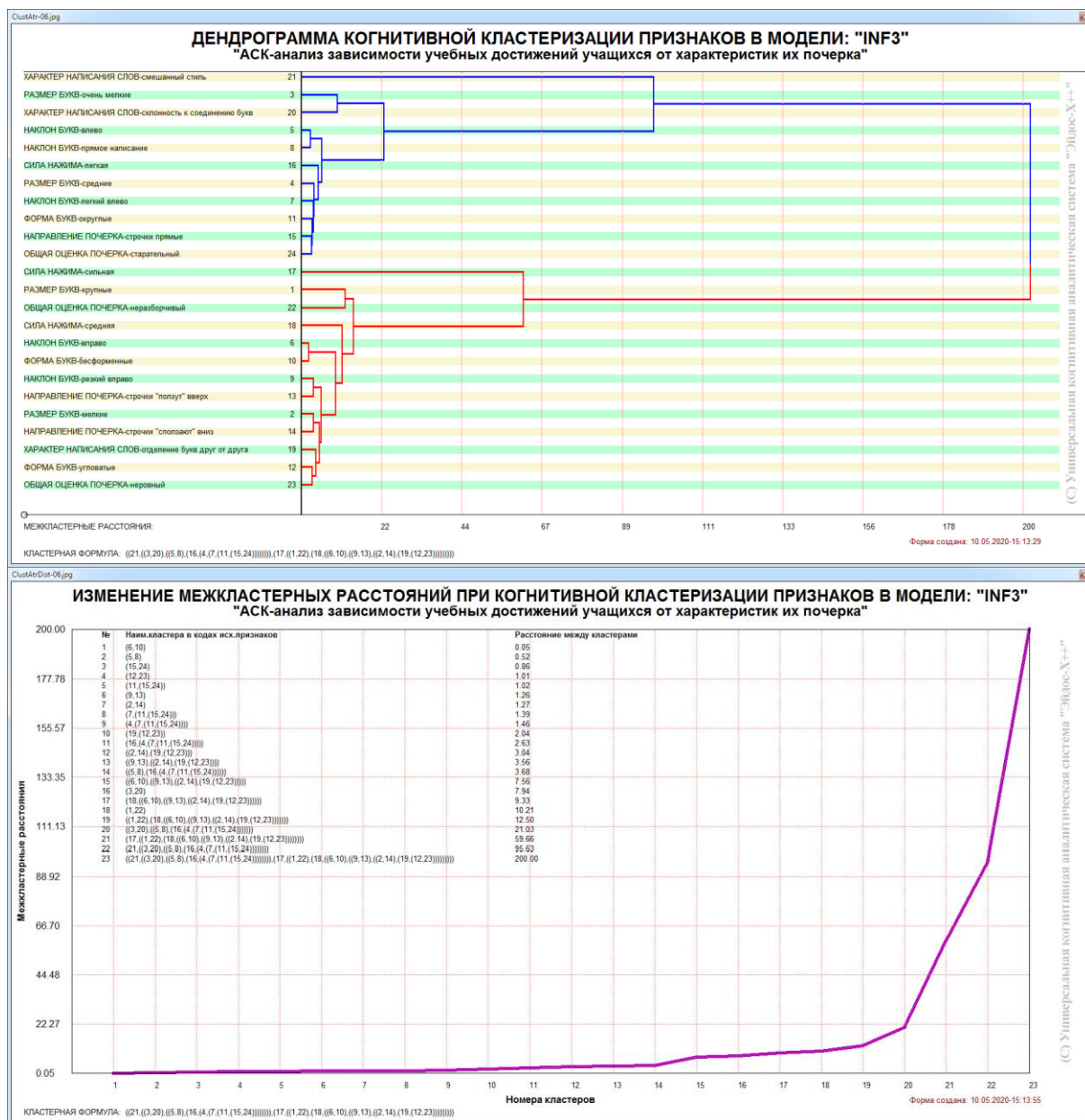


Рисунок 24

5.3. Нелокальные нейроны

Нелокальные нейроны и нелокальная нейронная сеть были предложены Луценко Е.В. в 2003 году [3]. В системе «Эйдос» они были программно реализованы *всегда*, т.е. с самых первых версий: с 1981 года, а в математической модели с 1979 года. Суть этого предложения состоит в том, что весовые коэффициенты на рецепторах нейронов было предложено не определять методов обратного распространения ошибки, а рассчитывать прямым счетом на основе системной теории информации, предложенной Луценко Е.В. в 2002 году [4]. В настоящее время весьма модными являются нейробайесовские сети, в которых делается практически тоже самое, но не на основе системного обобщения формулы А.Харкевича, а на основе формулы Байеса. При этом нужно отметить, что

количество информации по А.Харкевичу по сути представляет собой логарифм формулы Байеса.

Ниже на рисунке 25 приведена экранная форма задания параметров рисования нелокальных нейронов.

4.4.10.Графическое отображение нелокальных нейронов в системе "Эйдос"

Выбор нелокального нейрона (класса) для визуализации

Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
1	ПОЛ-ж
2	ПОЛ-м
3	ОЦЕНКА-2
4	ОЦЕНКА-3
5	ОЦЕНКА-4
6	ОЦЕНКА-5

Подготовка визуализации нейрона: 1 "ПОЛ-ж" в модели: 6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
24	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-старательный	114.970
11	ФОРМА БУКВ-округлые	98.648
15	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки прямые	75.841
8	НАКЛОН БУКВ-прямое написание	65.435
4	РАЗМЕР БУКВ-средние	56.239
16	СИЛА НАЖИМА-легкая	42.152
7	НАКЛОН БУКВ-легкий влево	25.097
5	НАКЛОН БУКВ-влево	23.283

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
23	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-неровный	-95.185
6	НАКЛОН БУКВ-вправо	-64.355
13	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки "ползуг" вверх	-59.189
12	ФОРМА БУКВ-угловатые	-52.063
9	НАКЛОН БУКВ-резкий вправо	-49.461
10	ФОРМА БУКВ-бесформенные	-46.585
18	СИЛА НАЖИМА-средняя	-32.003
1	РАЗМЕР БУКВ-крупные	-30.428

ВКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору ВЫКЛЮЧИТЬ фильтр по фактору

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

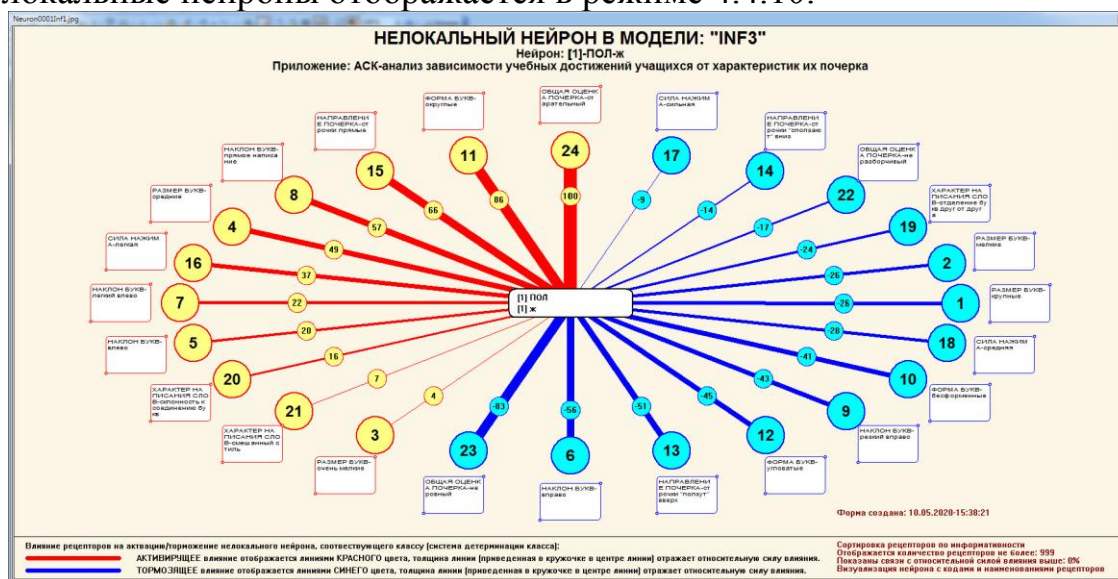
НЕЙРОН Максимальное количество отображаемых рецепторов: 999 Минимальный вес коэф. отображаемых рецепторов: 0,000

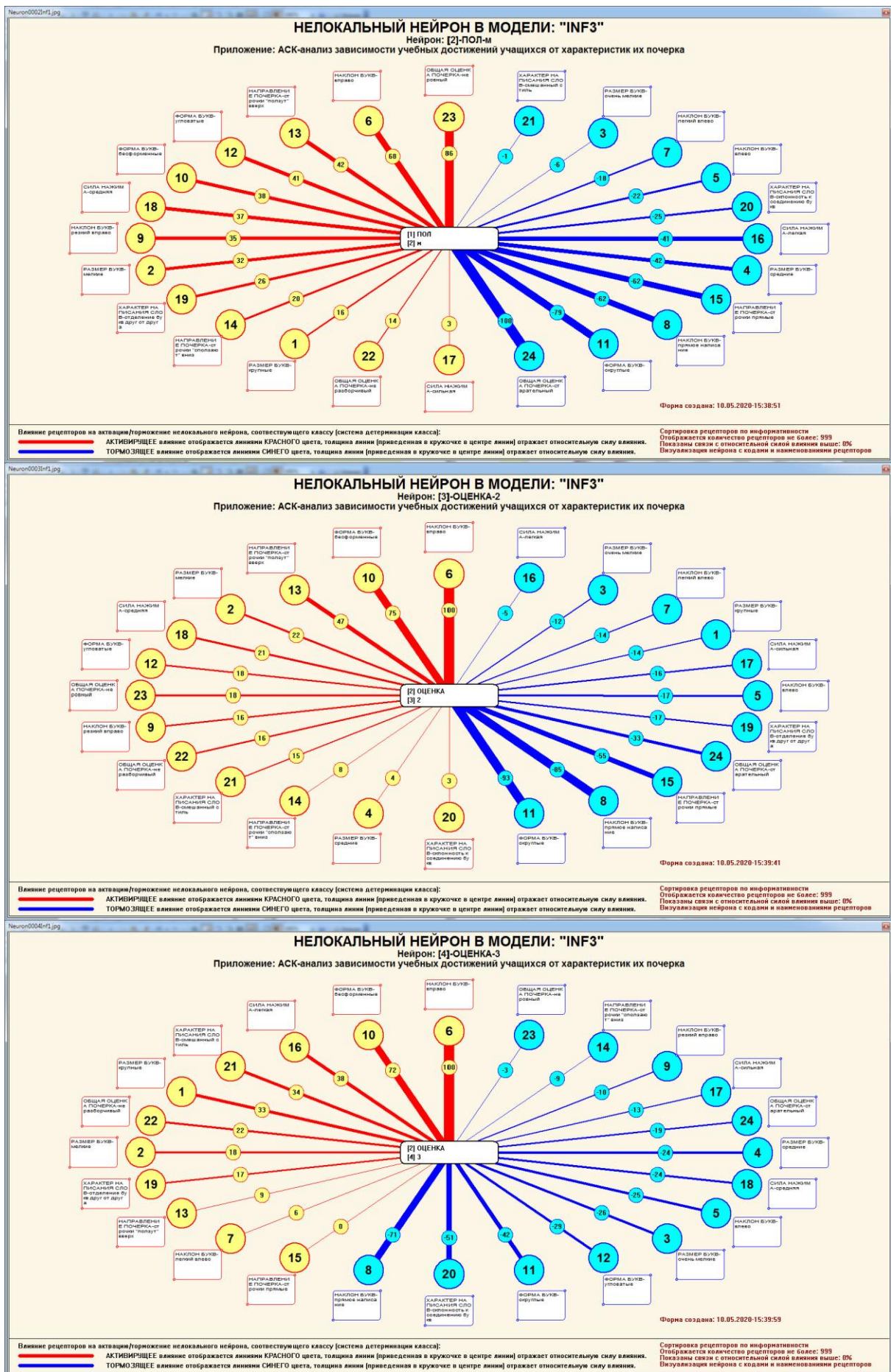
Сортировать рецепторы: ☒ по информативности ☐ по модулю информативности

Отображать рецепторы: ☒ с наименованиями ☐ только с кодами

Рисунок 25

Сами изображения нелокальных нейронов для некоторых классов приведены на рисунках 26. В текущей версии системы «Эйдос» нелокальные нейроны отображаются в режиме 4.4.10.





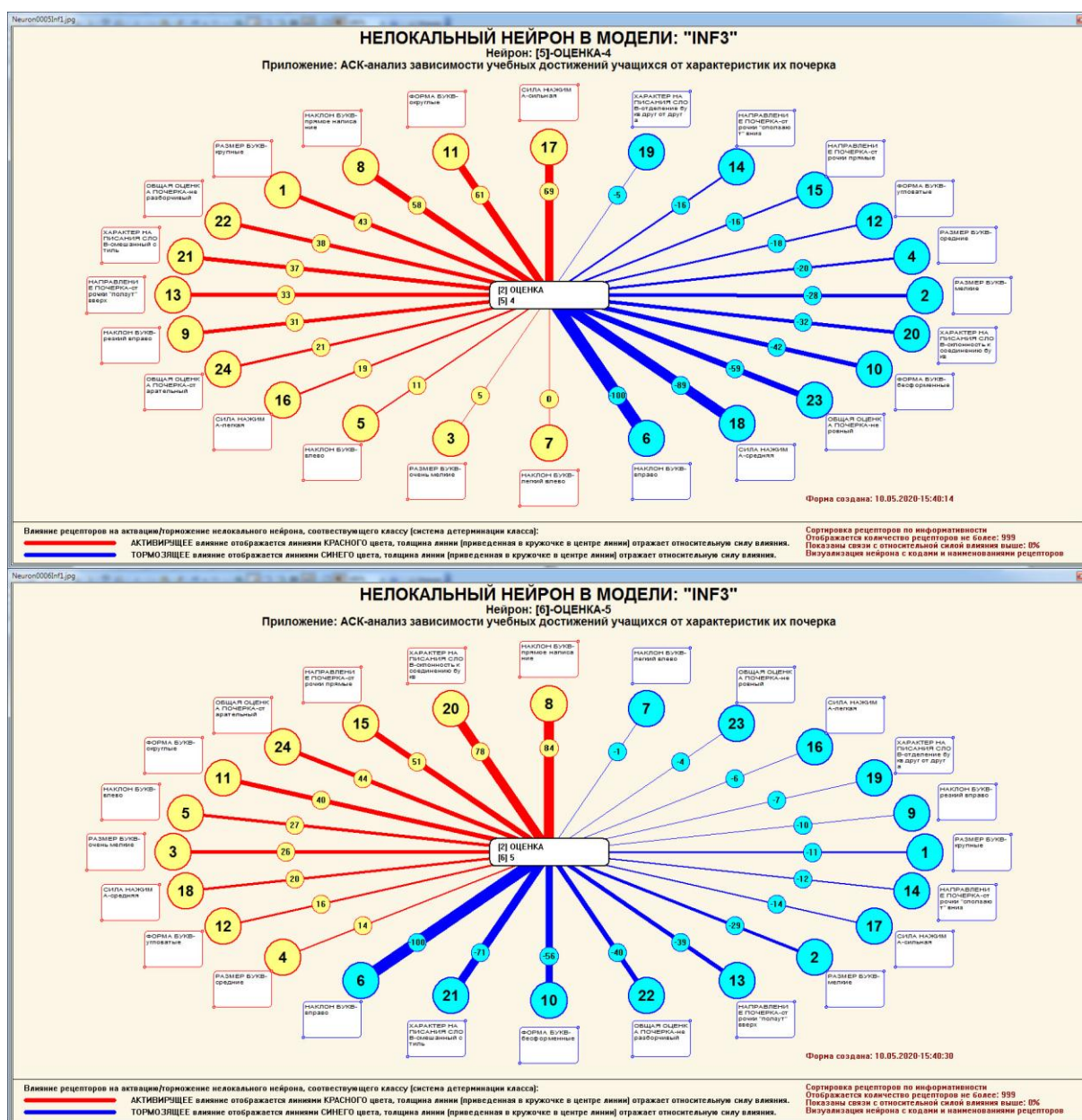


Рисунок 26

По смыслу нелокальные нейроны отображают систему детерминации классов значениям факторов, т.е. имеют тот же смысл, что и SWOT-диаграммы классов. Но отображают эту информацию в другой графической форме.

5.4. Нелокальная нейронная сеть

Как уже упоминалось в предыдущем разделе нелокальные нейроны и нелокальная нейронная сеть были предложены Луценко Е.В. в 2003 году [3]. В системе «Эйдос» они были реализованы всегда, с самых первых версий, т.е. с 1981 года. В системе «Эйдос» один слой нелокальной нейронной сети отображается в режиме 4.4.11. Параметры рисования слоя приведены на рисунке 27, а сама нейронная сеть на рисунке 28.

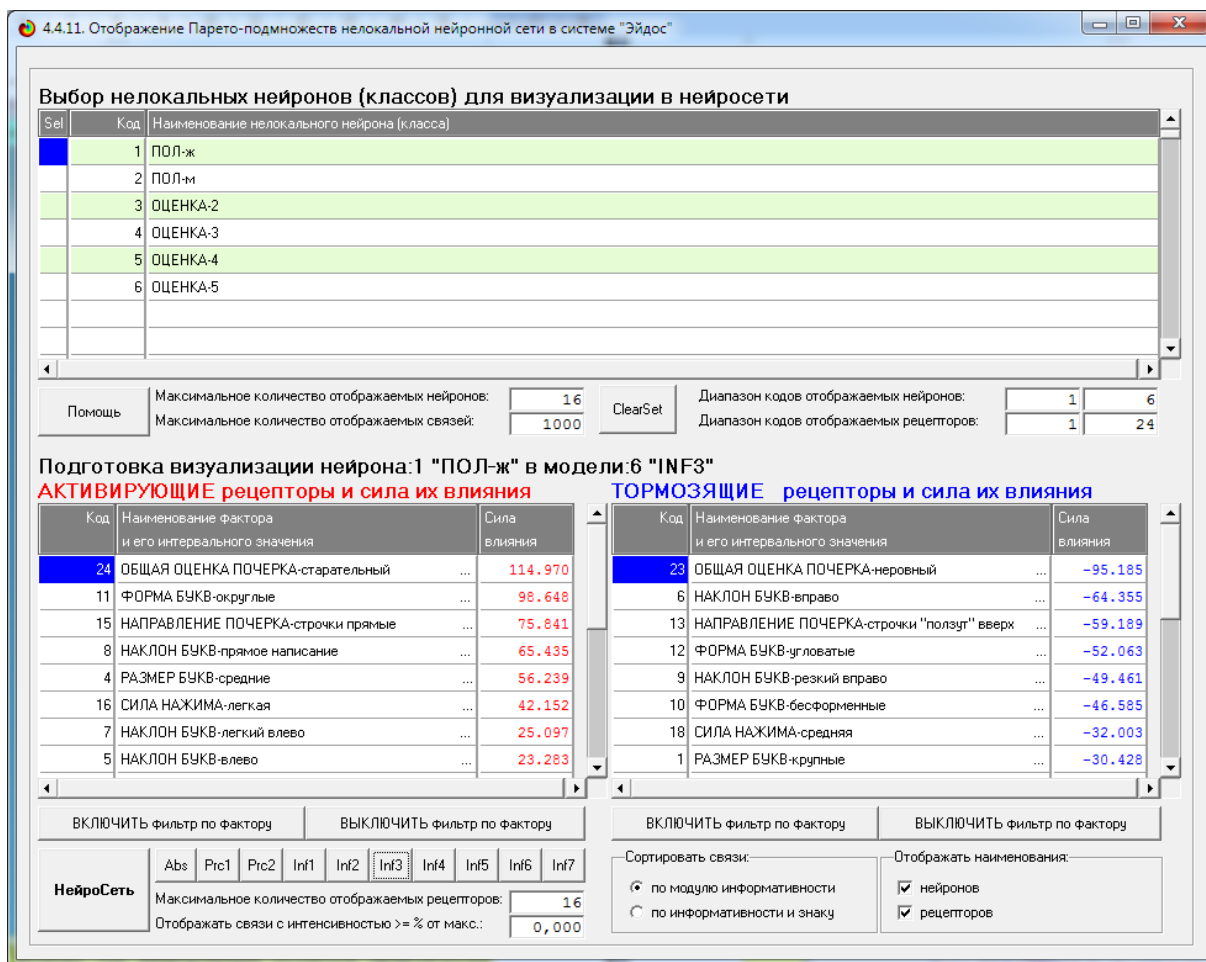


Рисунок 27

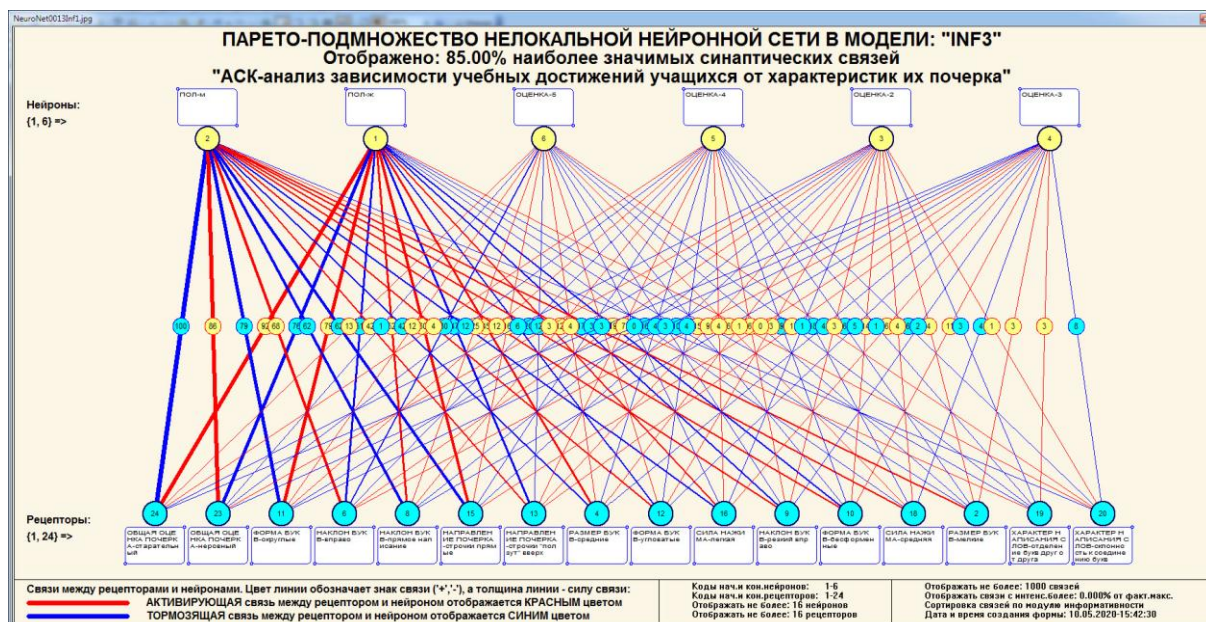


Рисунок 28

Каждый признак почерка несет информацию о принадлежности учащегося с этим признаком ко всем классам (пол и оценка), и имеет знак (способствует или препятствует) и силу влияния (модуль).

Сила связи каждого признака почерка с классами отображается в виде линии, цвет которой означает: характерно (**красный**) или нехарактерно (**синий**) данное значение критерия для данной формы сознания. Толщина линии связи соответствует модулю силы влияния.

5.5. 3D-интегральные когнитивные карты

В то время как современные ведущие ученые в области искусственного интеллекта пишут о том, что в принципе могут быть созданы автоматизированные системы, отображающие 3d-интегральные когнитивные карты, в системе «Эйдос» **эта возможность была реализована всегда, еще с начала 90-х годов**. Причем все модели в системе «Эйдос» рассчитываются непосредственно на основе эмпирических данных, и выходные формы отображают различные аспекты этих моделей, а не являются визуализацией экспертных оценок, как чаще всего бывает.

Система «Эйдос» довольно популярна и широко используется во всем мире (рисунок 29):

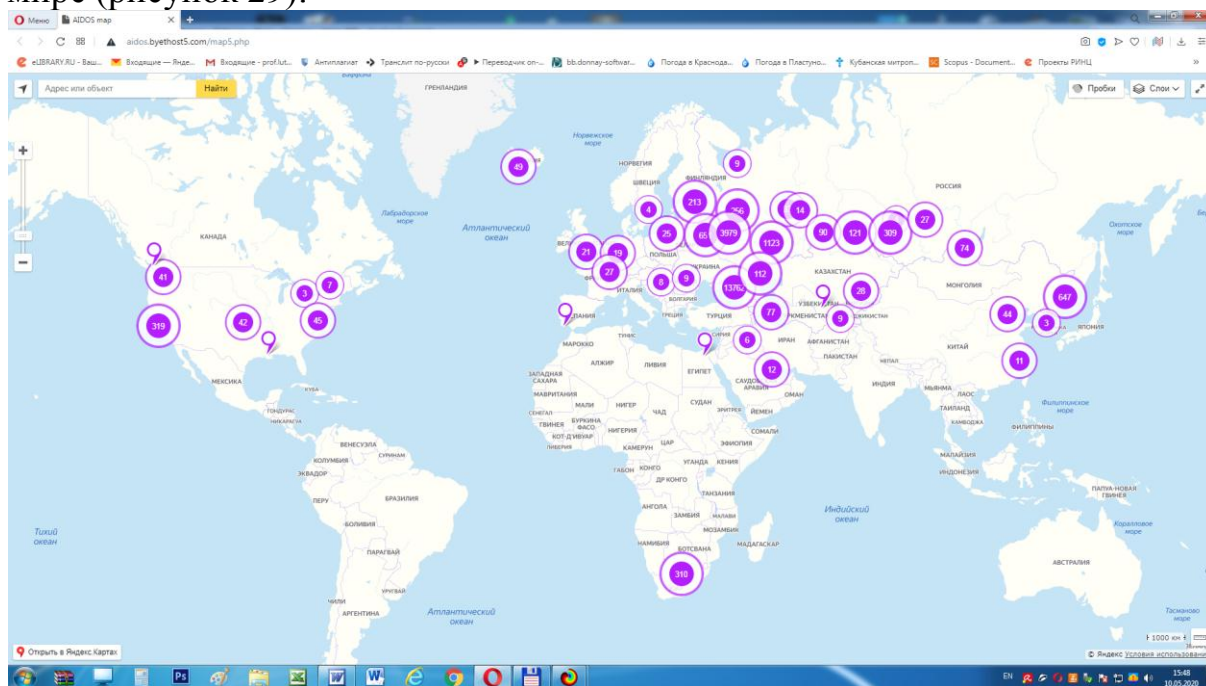


Рисунок 29. Запуски системы «Эйдос» в мире с 09.12.2016 по 10.05.2020

Однако на данный момент эта информация остается практически неизвестной научной сообществу, если судить по публикациям ученых и разработчиков.

3d-интегральной когнитивной карты, по сути, являются изображением на одном рисунке 2d-круговых диаграмм классов и значений факторов, соединенных слоем нейронной сети.

На рисунках ниже приведена экранная форма задания параметров визуализации *фрагмента* 3d-интегральной когнитивной карты (рисунок 30) и сам фрагмент такой карты (рисунок 31).

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

Выбор нелокальных нейронов (классов) для визуализации в когнитивной карте

Sel	Код	Наименование нелокального нейрона (класса)
☒	1	ПОЛ-ж
☐	2	ПОЛ-м
☐	3	ОЦЕНКА-2
☐	4	ОЦЕНКА-3
☐	5	ОЦЕНКА-4
☐	6	ОЦЕНКА-5

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

Подготовка визуализации нейрона: 1 "ПОЛ-ж" в модели: 6 "INF3"

АКТИВИРУЮЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
24	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-старательный	114.970
11	ФОРМА БУКВ-округлые	98.648
15	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки прямые	75.841
8	НАКЛОН БУКВ-прямое написание	65.435
4	РАЗМЕР БУКВ-средние	56.239
16	СИЛА НАЖИМА-легкая	42.152
7	НАКЛОН БУКВ-легкий влево	25.097
5	НАКЛОН БУКВ-влево	23.283

ТОРМОЗЯЩИЕ рецепторы и сила их влияния

Код	Наименование фактора и его интервального значения	Сила влияния
23	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-неровный	-95.185
6	НАКЛОН БУКВ-вправо	-64.355
13	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки "ползут" вверх	-59.189
12	ФОРМА БУКВ-угловатые	-52.063
9	НАКЛОН БУКВ-резкий вправо	-49.461
10	ФОРМА БУКВ-бесформенные	-46.585
18	СИЛА НАЖИМА-средняя	-32.003
1	РАЗМЕР БУКВ-крупные	-30.428

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 Сортировать связи:
 Максимальное количество отображаемых рецепторов: по модулю информативности ☒ нейронов ☒ рецепторов
 Отображать связи с интенсивностью >= % от макс.: по информативности и знаку

Рисунок 30

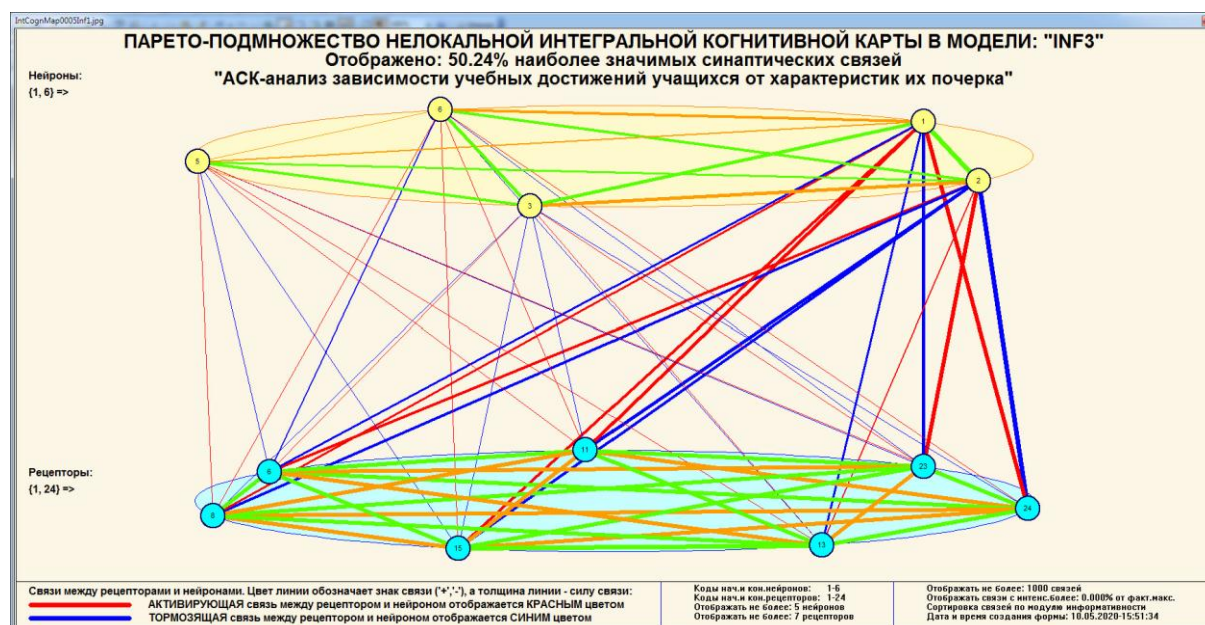


Рисунок 31

5.6. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения классов

На рисунках 20 и 21 приведены 2d-когнитивная диаграмма сравнения классов по системе их детерминации и агломеративная дендрограмма сходства-различия классов по характеристикам их почерка.

Из этих диаграмм и матрицы сходства классов, визуализацией которой они являются, мы видим, насколько сходны или насколько отличаются друг от друга классы по значениям обуславливающих их факторов.

Однако из этих диаграмм мы не видим, чем **конкретно** сходны и чем именно отличаются эти классы по значениям обуславливающих их факторов. Это мы можем увидеть из когнитивных диаграмм содержательного сравнения классов (рисунки 33), которая отображается в режиме 4.2.3 системы «Эйдос».

На рисунке 32 приведена экранная форма задания параметров отображения этих когнитивных диаграмм, а на рисунке 33 – примеры таких диаграмм:

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 КЛАС
1	ПОЛ-ж
2	ПОЛ-м
3	ОЦЕНКА-2
4	ОЦЕНКА-3
5	ОЦЕНКА-4

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	24
1	РАЗМЕР БУКВ	1	4
2	НАКЛОН БУКВ	5	9
3	ФОРМА БУКВ	10	12
4	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА	13	15
5	СИЛА НАЖАТИЯ	16	18

Выбор кода описательной шкалы левого инф.портрета

Выбор кода описательной шкалы правого инф.портрета

Задание модели, в которых проводить расчеты когнитивных диаграмм

☐ Abs ☐ Prc1 ☐ Prc2 ☐ Inf1 ☐ Inf2 ☒ Inf3 ☐ Inf4 ☐ Inf5 ☐ Inf6 ☐ Inf7

Задание max количество отображаемых связей:

999

Помощь

В диалоге заданы следующие параметры расчета когнитивных диаграмм:

Класс для левого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАС

Класс для правого инф.портрета: [0] ВСЕ КЛАС

Описательная шкала для левого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

Описательная шкала для правого инф.портрета: [0] ВСЕ ОПИСАТЕЛЬНЫЕ ШКАЛЫ

Модели, заданные для расчета: Inf3

Ok Cancel

Рисунок 32

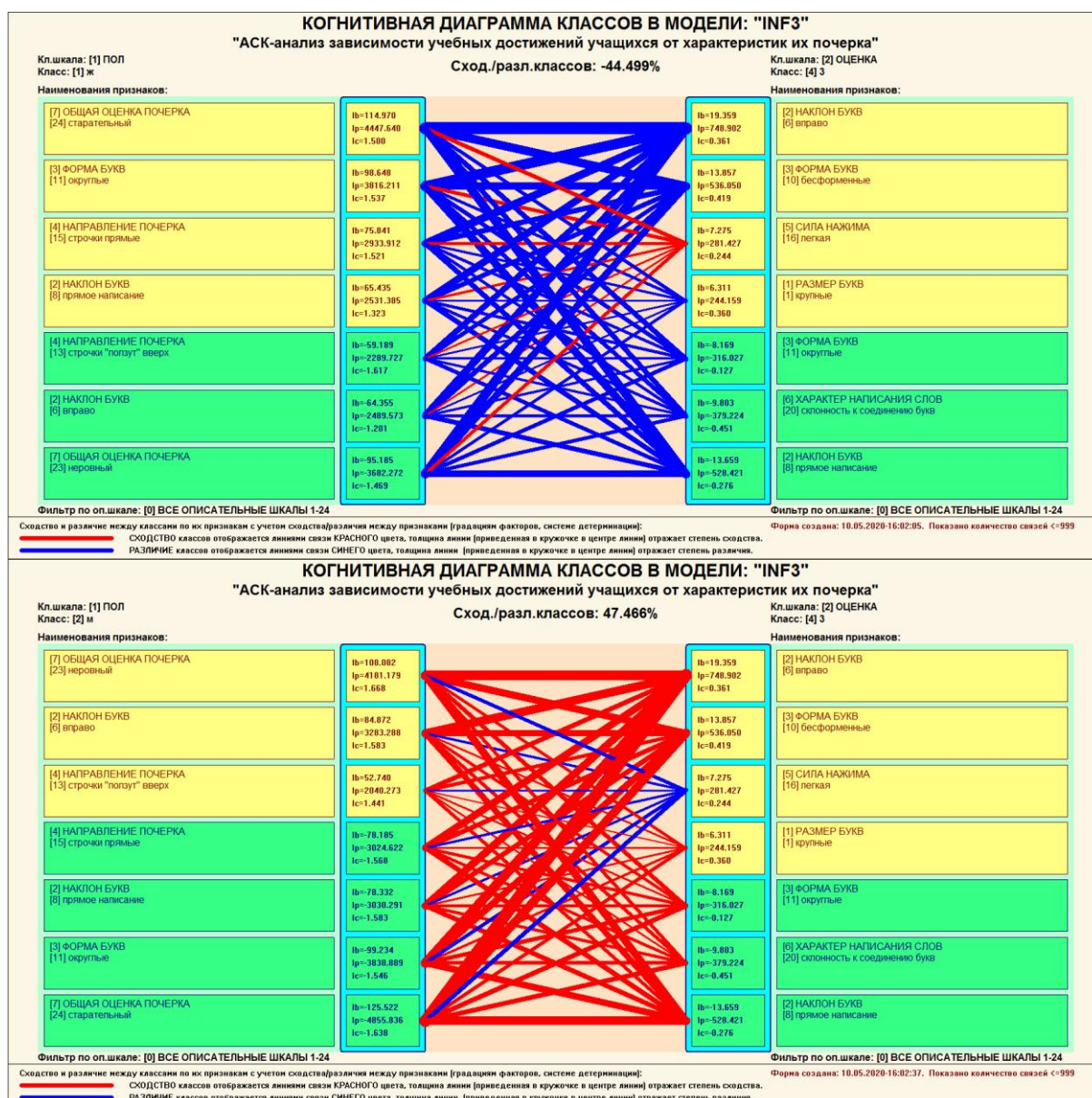


Рисунок 33

Когнитивные диаграммы, приведенные на рисунке 33, являются примерами опосредованных нечетких логических заключений. Приведем ниже один простой и наглядный пример подобных опосредованных нечетких рассуждения.

Например, 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.

5.7. 2D-интегральные когнитивные карты содержательного сравнения признаков почерка

На рисунках 23 и 24 приведены 2d-когнитивная диаграмма сравнения признаков почерка учащихся. Иначе говоря, из этой диаграммы, вполне понятно, насколько сходны или отличаются любые два признака почерка по их смыслу. Напомним, что смысл, согласно концепции смысла Шенка-Абельсона, используемой в АСК-анализе, состоит в знании причин и последствий [5]. Однако из этой диаграммы не видно, **чем именно конкретно** сходны или отличаются значения критериев.

Это видно из когнитивных диаграмм, которые можно получить в режиме 4.3.3 системы «Эйдос». На рисунке 34 приведена экранная форма задания параметров генерации и отображения когнитивных диаграмм содержательного сравнения градаций описательных шкал (в нашей модели – это признаки почерка).

Примеры таких когнитивных диаграмм приведены на рисунке 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	РАЗМЕР БУКВ-крупные
2	РАЗМЕР БУКВ-мелкие
3	РАЗМЕР БУКВ-очень мелкие
4	РАЗМЕР БУКВ-средние
5	НАКЛОН БУКВ-влево

Выбор кода признака левого инф.портрета: [0] Выбор кода признака правого инф.портрета: [0]

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	6
1	ПОЛ	1	2
2	ОЦЕНКА	3	6

Выбор кода классификационной шкалы левого инф.портрета: [0] Выбор кода классификационной шкалы правого инф.портрета: [0]

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

Ok Cancel

Рисунок 34

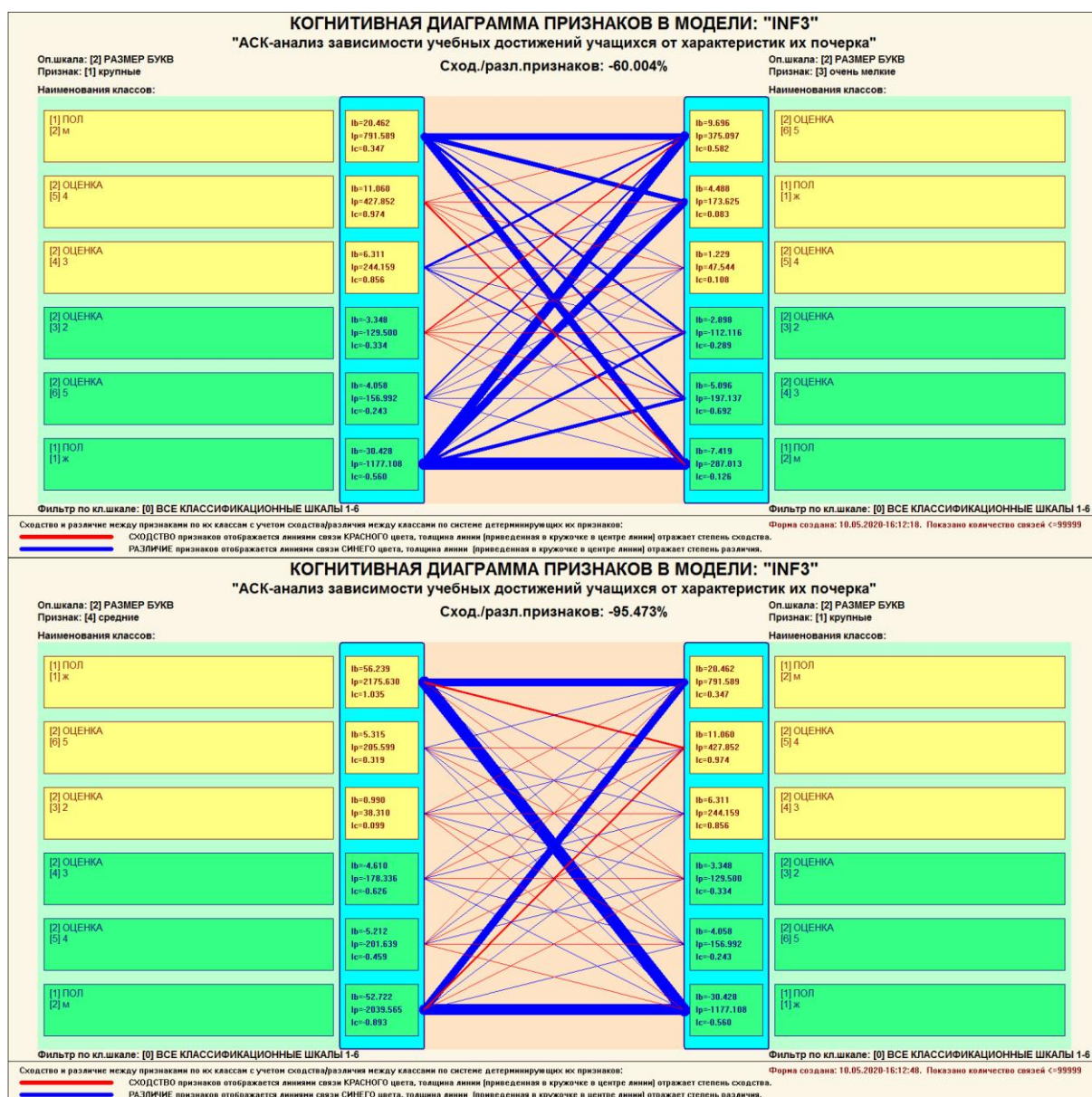


Рисунок 35

5.8. Когнитивные функции

Когнитивные функции являются обобщением классического математического понятия функции на основе системной теории информации и предложены Е.В.Луценко в 2005 году [6]. Они 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 различной степени, причем как положительной, так и отрицательной, которая отображается цветом.*

4.5. Визуализация когнитивных функций

Что такое когнитивная функция:

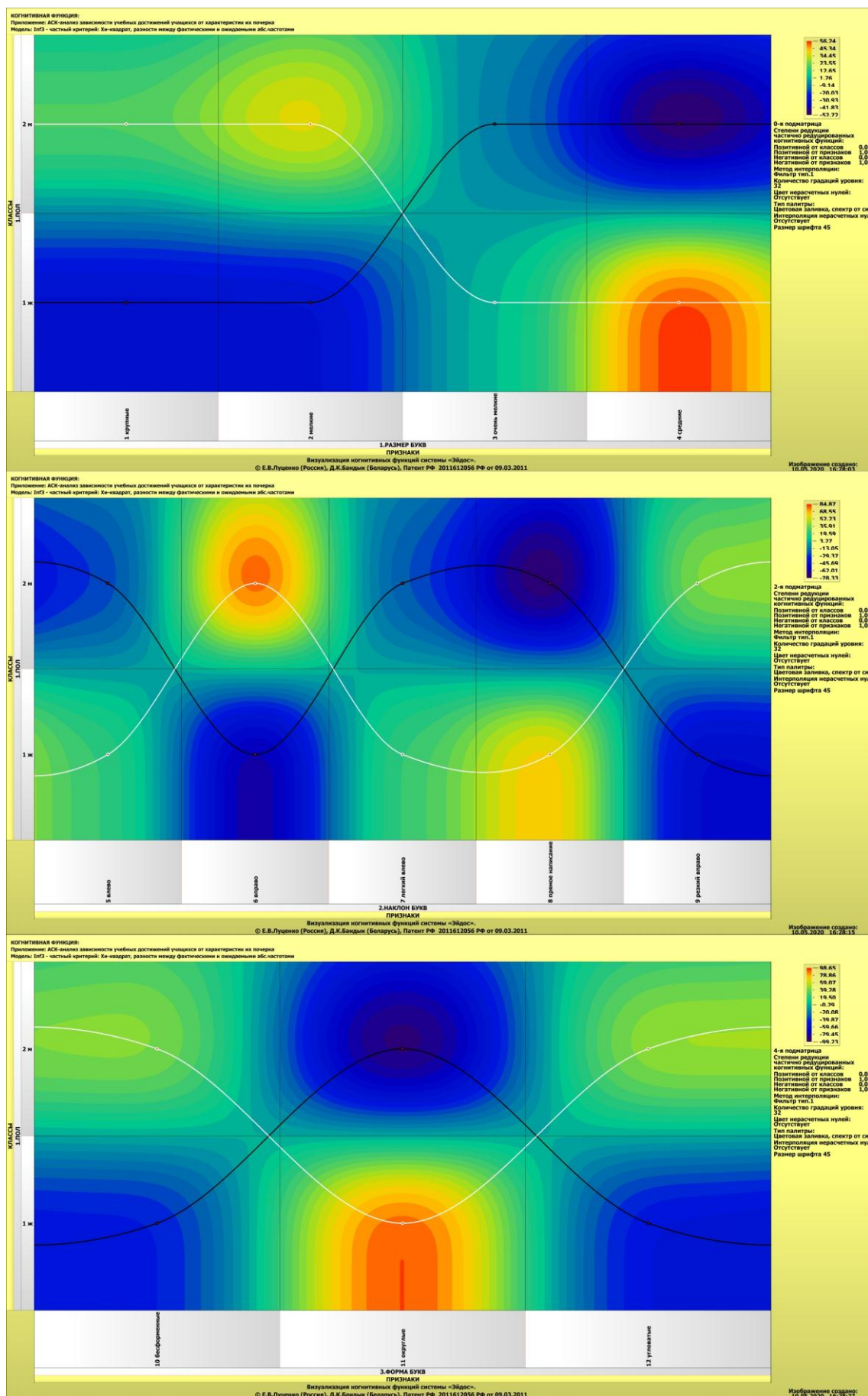
Визуализация прямых, обратных, позитивных, негативных, полностью и частично редуцированных когнитивных функций Когнитивная функция представляет собой графическое отображение силы и направления влияния различных значений некоторого фактора на переходы объекта управления в будущие состояния, соответствующие 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.

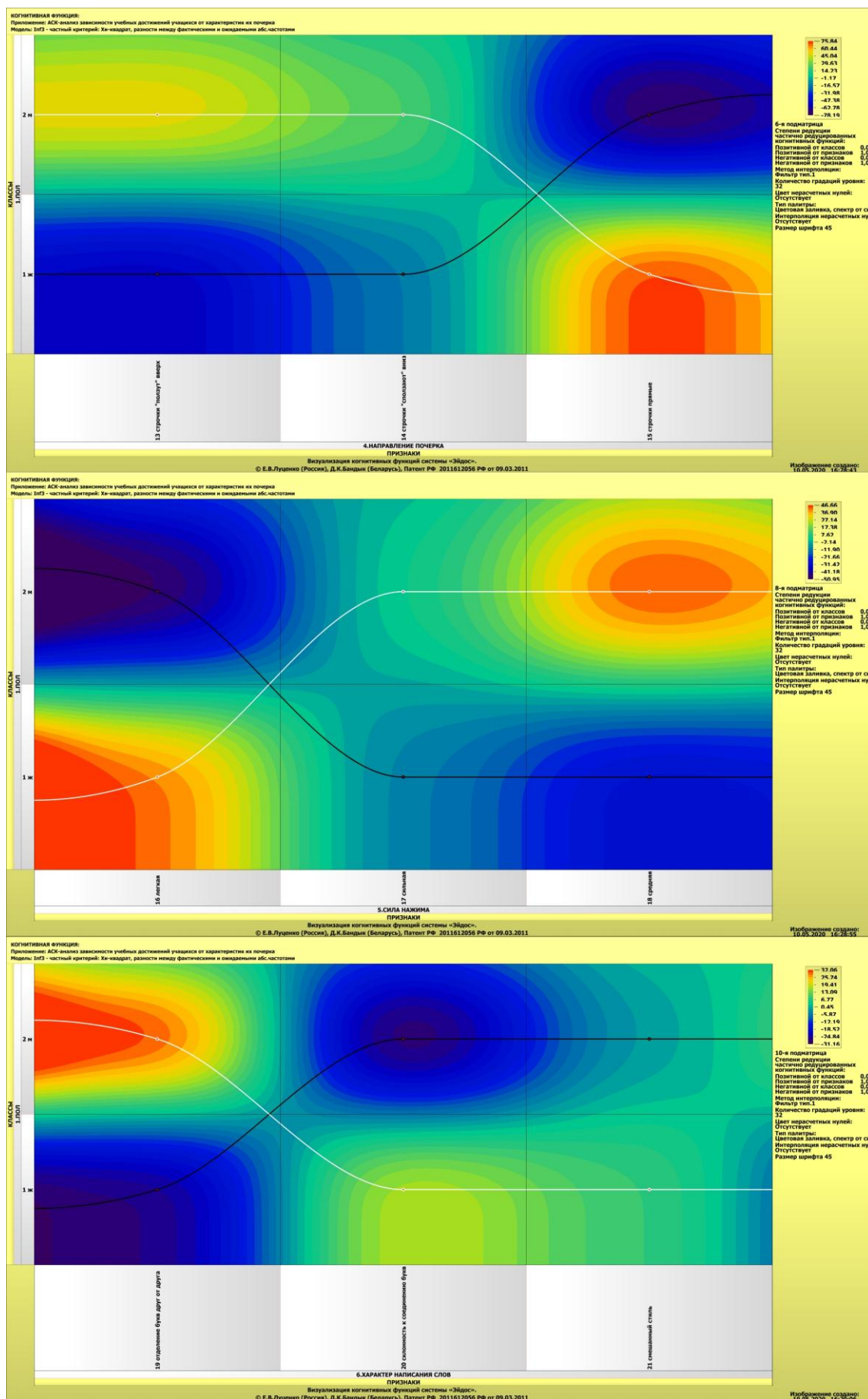
Луценко Е.В. Метод визуализации когнитивных функций - новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности / Е.В. Луценко, А.П. Трунев, Д.К. Бандык // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. - Краснодар: КубГАУ, 2011. - №03(67). С. 240 - 282. - Шифр Информрегистра: 042110001240077. , 2,688 у.п.л. - Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>

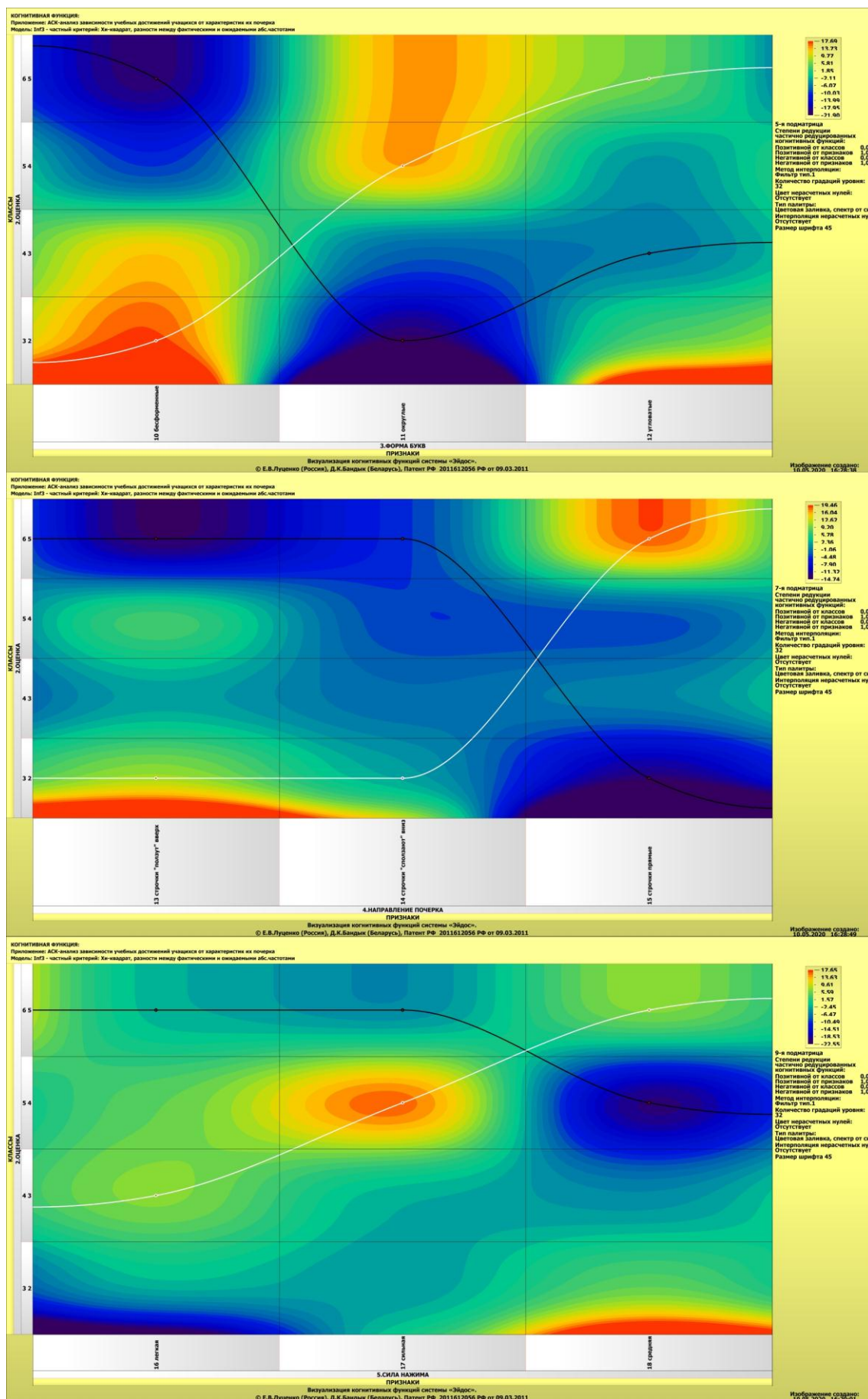
Задайте нужный режим:

Визуализации когнитивных функций	Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям
Литератур.ссылки на работы по когнитивным функциям	Литератур.ссылки на работы по управлению знаниями









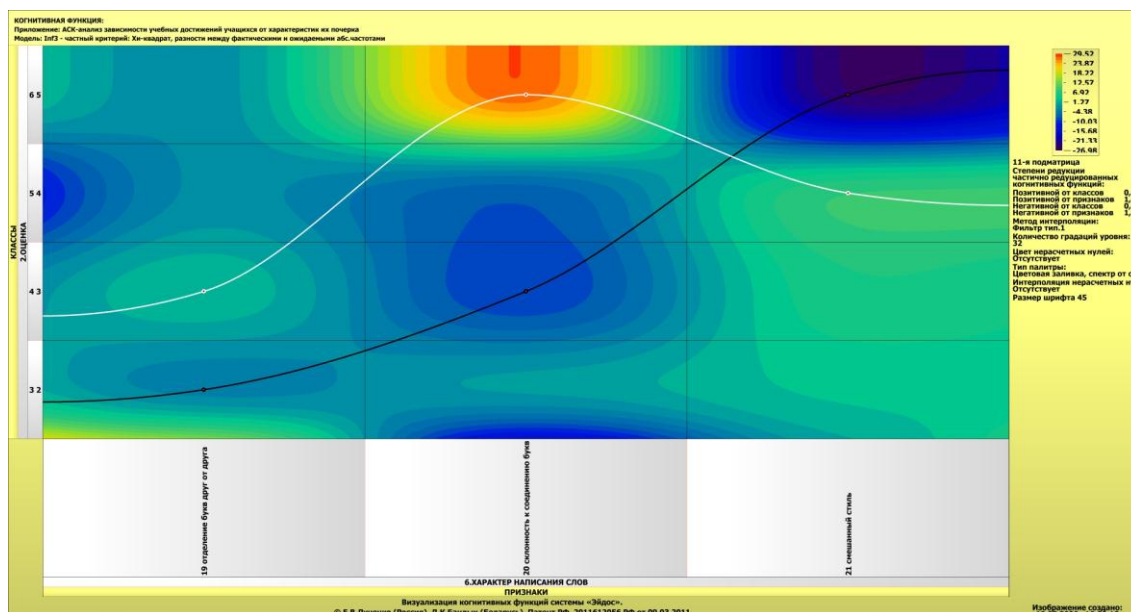


Рисунок 37

Приведенные когнитивные функции в очень наглядной интуитивно понятной форме отображают, какое количество информации содержится в значениях критериев классификации (ось X) о различных формах сознания (ось Y).

5.9. Значимость факторов и их значений

В АСК-анализе все факторы, влияющие на объект моделирования и управления, рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации и какого знака содержится в их значениях о переходе этого объекта в определенное будущее состояние, описываемое классом (градиация 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 [7].

В данной работе все признаки почерка рассматриваются с одной единственной точки зрения: сколько информации и какого знака содержится в них о принадлежности учащегося к тем или иным классам [7].

Значимость (селективная сила) градаций описательных шкал в АСК-анализе – это вариабельность частных критериев в статистических и системно-когнитивных моделях, например в модели Infl, это вариабельность информативностей.

Значимость (селективная сила) признаков почерка – это вариабельность количества информации в них о принадлежности учащегося к различным классам.

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 (рисунок 38). Это можно сделать в режиме 3.7.5 системы «Эйдос»:

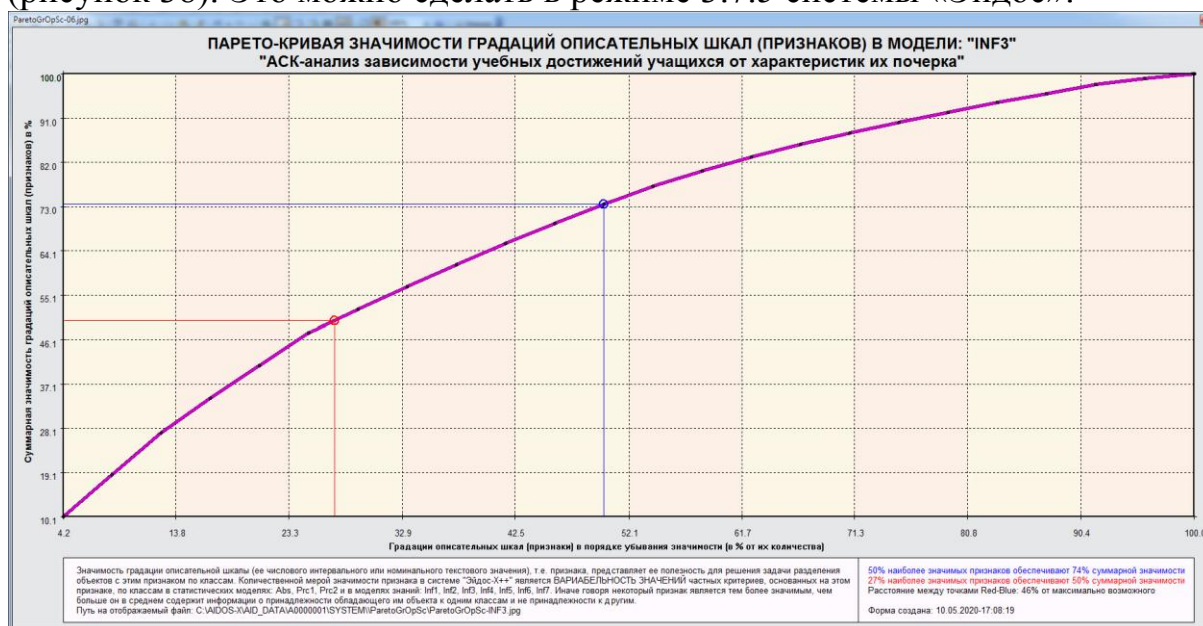


Рисунок 38

Информацию, наглядно представленную на рисунке 42, можно получить и в табличной форме (рисунок 39, таблица 4):

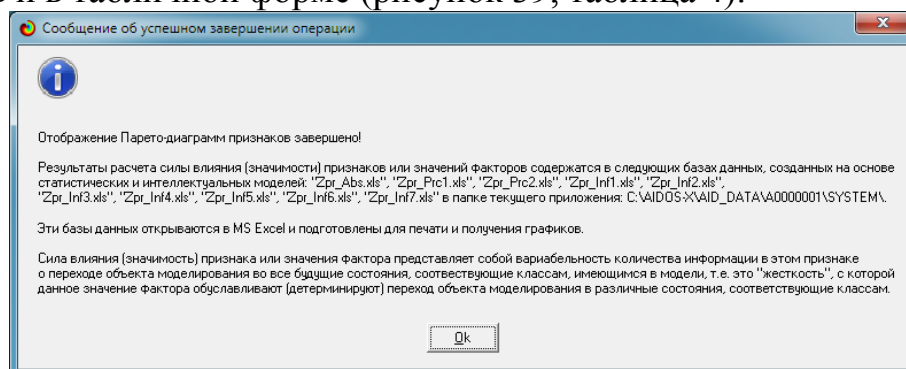


Рисунок 39

Таблица 4 – Значимость значений критериев классификации в модели INF3

Код	№%	Код	Наименование	Свойство	Значимость, %	Значимость, нарастающим итогом, %
1	4,2	24	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-старательный	7	10,14	10,14
2	8,3	23	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-неровный	7	8,57	18,71
3	12,5	11	ФОРМА БУКВ-округлые	3	8,49	27,21
4	16,7	6	НАКЛОН БУКВ-вправо	2	7,09	34,30
5	20,8	15	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки прямые	4	6,60	40,90
6	25,0	8	НАКЛОН БУКВ-прямое написание	2	6,55	47,45
7	29,2	13	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки "ползут" вверх	4	4,84	52,29
8	33,3	4	РАЗМЕР БУКВ-средние	1	4,59	56,88
9	37,5	12	ФОРМА БУКВ-угловатые	3	4,40	61,29
10	41,7	10	ФОРМА БУКВ-бесформенные	3	4,38	65,66
11	45,8	16	СИЛА НАЖИМА-легкая	5	3,95	69,61
12	50,0	9	НАКЛОН БУКВ-резкий вправо	2	3,94	73,56
13	54,2	18	СИЛА НАЖИМА-средняя	5	3,66	77,21
14	58,3	2	РАЗМЕР БУКВ-мелкие	1	3,08	80,29
15	62,5	20	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ-склонность к соединению букв	6	2,87	83,16

16	66,7	19	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ-отделение букв друг от друга	6	2,52	85,68
17	70,8	1	РАЗМЕР БУКВ-крупные	1	2,32	88,00
18	75,0	5	НАКЛОН БУКВ-влево	2	2,25	90,25
19	79,2	7	НАКЛОН БУКВ-легкий влево	2	2,02	92,27
20	83,3	22	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА-неразборчивый	7	1,92	94,19
21	87,5	14	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА-строчки "сползают" вниз	4	1,84	96,03
22	91,7	21	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ-смешанный стиль	6	1,82	97,85
23	95,8	17	СИЛА НАЖИМА-сильная	5	1,30	99,15
24	100,0	3	РАЗМЕР БУКВ-очень мелкие	1	0,85	100,00

Из рисунка 38 и таблицы 4 видно, что 50% наиболее значимых признаков почерка в модели Inf3 обеспечивают 74% суммарной значимости всех признаков, а 27% наиболее значимых признаков обеспечивают 50% суммарной значимости.

Из таблицы 4 видно также, что ценность различных признаков отличается в 12 раз, т.е. довольно существенно.

Значимость (селективная сила) описательных шкал в АСК-анализе – среднее значимости их градаций.

Как это принято в АСК-анализе будем считать, что **ценность свойства почерка** для того, чтобы идентифицировать пол и успеваемость учащегося является **средним** от ценности его значений.

Ранжируем свойства почерка в порядке убывания их ценности. Для этого используем режим 3.7.4 системы «Эйдос» эта информация заносится в перечисленные на рисунке 40 базы данных, которые открываются в MS Excel и оформлены как выходные формы с наименованиями шкал (таблица 5).

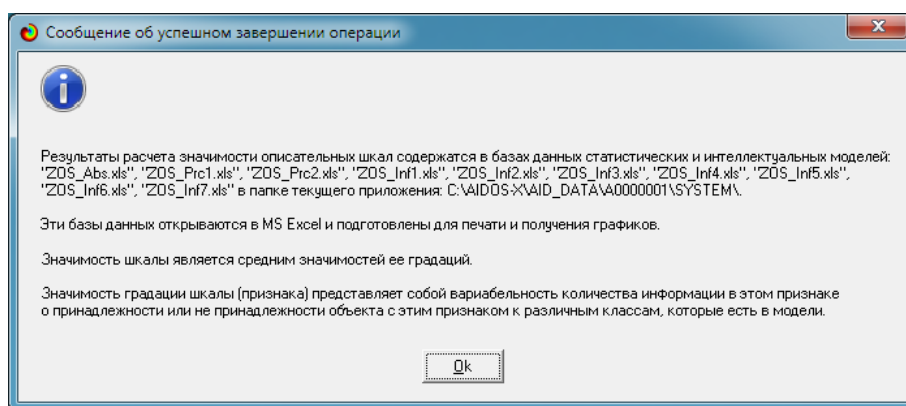


Рисунок 40

Таблица 5 – Значимость свойств почерка в модели INF3

№	№%	Код	Наименование	Значимость, %	Значимость, нарастающим итогом, %
1	14,3	7	ОБЩАЯ ОЦЕНКА ПОЧЕРКА	23,31	23,31
2	28,6	3	ФОРМА БУКВ	19,51	42,81
3	42,9	4	НАПРАВЛЕНИЕ ПОЧЕРКА	15,00	57,82
4	57,1	2	НАКЛОН БУКВ	14,80	72,62
5	71,4	5	СИЛА НАЖИМА	10,06	82,68
6	85,7	1	РАЗМЕР БУКВ	9,18	91,85
7	100,0	6	ХАРАКТЕР НАПИСАНИЯ СЛОВ	8,15	100,00

Из таблицы 5 видно, что ценность различных критериев классификации отличается примерно в 3 раза, т.е. довольно существенно. Видно также, что наиболее ценной для идентификации пола и успеваемости является общая оценка почерка и форма букв, а наименее ценными размер букв и характер написания слов.

5.10. Степень детерминированности классов и классификационных шкал

Степень детерминированности (обусловленности) класса в системе «Эйдос» количественно оценивается **степенью вариабельности значений факторов** (градаций описательных шкал) в колонке матрицы модели, соответствующей данному классу. Чем выше степень детерминированности класса, тем более достоверно он прогнозируется по значениям факторов.

Применительно к задаче, решаемой в данной работе, это означает, что пол и учебные достижения учащихся в различной степени связаны признаками почерка.

Получить эту информацию можно в режиме 3.7.3 системы «Эйдос». На рисунке 41 представлена Парето-кривая степени детерминированности классов значениями факторов нарастающим итогом.

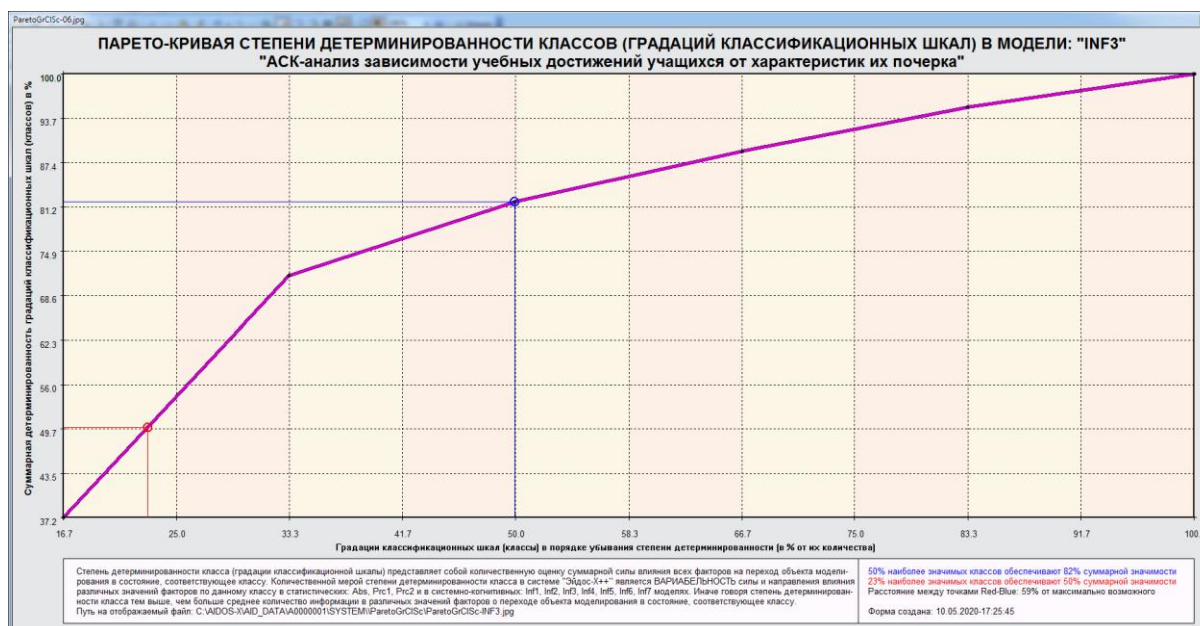


Рисунок 41

Наименования баз данных, содержащих информацию о степени детерминированности классов, и путь на эти базы данных приведены на рисунке 46:

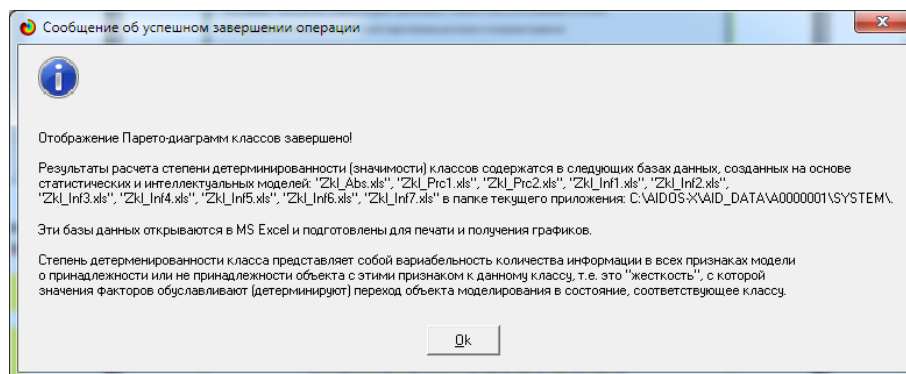


Рисунок 42

Таблица 6 – Значимость классов в модели INF3

№	Код	Наименование	Степень детерминированности, %	Степень детерминированности нарастающим итогом, %
1	2	ПОЛ-м	37,17	37,17
2	1	ПОЛ-ж	34,22	71,40
3	6	ОЦЕНКА-5	10,50	81,89
4	5	ОЦЕНКА-4	7,15	89,04
5	3	ОЦЕНКА-2	6,32	95,36
6	4	ОЦЕНКА-3	4,64	100,00

Таблица 7 – Значимость классификационных шкал в модели INF3

№	Код	Наименование	Степень детерминированности, %	Степень детерминированности нарастающим итогом, %
1	1	ПОЛ	83,3120426	83,3120426
2	2	ОЦЕНКА	16,6879574	100,0000000

Из таблицы 6 мы видим, что степень связи между признаками почерка, полом и учебными достижениями учащихся отличается в 8 раз. А из таблицы 7 следует, что пол связан с почерком примерно в 5 раз сильнее, чем успеваемость.

3. ВЫВОДЫ

1. **Главный вывод**, который можно обоснованно сделать на основе проведенного автоматизированного системно-когнитивного анализа зависимости учебных достижений учащихся от характеристики их почерка состоит в том, что эта зависимость существует и действительно позволяет на практике идентифицировать пол и прогнозировать учебные достижения учащихся по их почерку.

2. Подтверждена возможность эффективного применения технологии и программного инструментария системно-когнитивного анализа —

системы «Эйдос» для решения задач прогнозирования учебных достижений учеников на основе особенностей их почерка. Особенно хотелось бы отметить также то обстоятельство, что несмотря на то, что как все понимают на практике оценки выставляются не только на основании знаний учеников и то, что адекватность оценок как количественной меры предметной обученности вообще вызывают вполне обоснованные сомнения, все же оказалось, что несмотря на это существуют довольно сильные зависимости между особенностями почерка учащихся и их учебными достижениями. В целом особенности почерка, наблюдающиеся у левшей оказались связанными с высокими учебными достижениями. Это подтверждает уже известное в науке положение о том, что среди выдающихся деятелей науки левшей значительно больше, чем в среднем.

3. Полученные результаты и технологии могут быть применены в практике работы образовательных учреждений в качестве дополнительного источника прогнозной информации о будущих абитуриентах при принятии решений о приеме и выборе специализации.

Для удобства изучения данной работы она размещена в Эйдос-облаке под №203 и может быть загружена для изучения в диспетчере приложений системы «Эйдос» (режим 1.3). Система «Эйдос» находится в полном открытом бесплатном доступе на сайте автора: <http://lc.kubagro.ru/aidos/Aidos-X.htm>.

Литература

1. 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.

2. Луценко Е.В. Метод когнитивной кластеризации или кластеризация на основе знаний (кластеризация в системно-когнитивном анализе и интеллектуальной системе «Эйдос») / Е.В. Луценко, В.Е. Коржаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №07(071). С. 528 – 576. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0253, IDA [article ID]: 0711107040. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/07/pdf/40.pdf>, 3,062 у.п.л.

3. Луценко Е.В. Системная теория информации и нелокальные интерпретируемые нейронные сети прямого счета / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2003. – №01(001). С. 79 – 91. – IDA [article ID]: 0010301011. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2003/01/pdf/11.pdf>, 0,812 у.п.л.

4. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и

организационно-технических систем): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ. 2002. – 605 с. <http://elibrary.ru/item.asp?id=18632909>

5. Луценко Е.В. Системно-когнитивный анализ как развитие концепции смысла Шенка-Абельсона / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2004. – №03(005). С. 65 – 86. – IDA [article ID]: 0050403004. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2004/03/pdf/04.pdf>, 1,375 у.п.л.

6. Луценко Е.В. АСК-анализ как метод выявления когнитивных функциональных зависимостей в многомерных зашумленных фрагментированных данных / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2005. – №03(011). С. 181 – 199. – IDA [article ID]: 0110503019. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2005/03/pdf/19.pdf>, 1,188 у.п.л.

7. Луценко Е.В. Метризация измерительных шкал различных типов и совместная сопоставимая количественная обработка разнородных факторов в системно-когнитивном анализе и системе «Эйдос» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – №08(092). С. 859 – 883. – IDA [article ID]: 0921308058. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2013/08/pdf/58.pdf>, 1,562 у.п.л.

8. Луценко Е.В. Количественный автоматизированный SWOT- и PEST-анализ средствами АСК-анализа и интеллектуальной системы «Эйдос-Х++» / Е.В. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №07(101). С. 1367 – 1409. – IDA [article ID]: 1011407090. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/90.pdf>, 2,688 у.п.л.